



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
Faculdade de Engenharia Mecânica

**IARA FRANCHI ARROMBA**

**Dificuldades observadas na adoção do  
programa Manutenção Produtiva Total  
(TPM)**

CAMPINAS  
2018

**IARA FRANCHI ARROMBA**

# **Dificuldades observadas na adoção do programa Manutenção Produtiva Total (TPM)**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestra em Engenharia Mecânica, na Área de Materiais e Processos de Fabricação.

Orientador: Prof. Dr. Rosley Anholon

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO  
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA  
ALUNA IARA FRANCHI ARROMBA E ORIENTADA  
PELO PROF. DR. ROSLEY ANHOLON.

**CAMPINAS  
2018**

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** CAPES, 33003017

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura  
Luciana Pietrosanto Milla - CRB 8/8129

Ar69d Arromba, Iara Franchi, 1992-  
Dificuldades observadas na adoção do programa Manutenção Produtiva Total (TPM) / Iara Franchi Arromba. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Rosley Anholon.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Manutenção produtiva total. 2. Planejamento. 3. Administração da produção. I. Anholon, Rosley, 1979-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Difficulties observed when implementing Total Productive Maintenance program (TPM)

**Palavras-chave em inglês:**

Total productive maintenance

Planning

Production management

**Área de concentração:** Materiais e Processos de Fabricação

**Titulação:** Mestra em Engenharia Mecânica

**Banca examinadora:**

Rosley Anholon [Orientador]

Iris Bento da Silva

Robert Eduardo Cooper Ordoñez

**Data de defesa:** 10-09-2018

**Programa de Pós-Graduação:** Engenharia Mecânica

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUFATURA E  
MATERIAIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO**

**Dificuldades observadas na adoção do  
programa Manutenção Produtiva Total  
(TPM)**

**Autor: Iara Franchi Arromba**

**Orientador: Prof. Dr. Rosley Anholon**

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:

**Prof. Dr. Rosley Anholon  
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)**

**Prof. Dr. Robert Eduardo Cooper Ordoñez  
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)**

**Prof. Dr. Iris Bento da Silva  
Universidade de São Paulo (USP)**

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 10 de setembro de 2018.

## **Agradecimentos**

Ao meu professor orientador, Rosley Anholon, pela oportunidade a mim oferecida, pelo suporte, auxílio e pela paciência durante todo o desenvolvimento deste trabalho, que me proporcionou um crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

A todos os que dedicaram um pouco de seu tempo para responder a *survey* realizada, o que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus amigos pelo suporte, parceria e lembranças ao longo dos últimos anos.

Ao Alex Reimer pelo incentivo, encorajamento e apoio decisivo nesta fase.

Aos meus pais, meu porto seguro, pelo apoio incondicional e por tudo que não tenho palavras para exprimir toda a minha gratidão.

## Resumo

A busca constante por melhoria competitiva e lucratividade empresarial fez com que atividades de manutenção evoluíssem de ações corretivas para ações integradas corretivas, preditivas e preventivas. Como ferramenta de melhoria contínua, a Manutenção Produtiva Total ou *Total Productive Maintenance* visa aumentar a confiança no equipamento e eficiência de gestão em todos os níveis de trabalho, integrando produção, manutenção e engenharia. Porém, muitas organizações encontram dificuldades em implantar com sucesso esse modelo estratégico de manutenção, devido à diversas complexidades. O objetivo principal da pesquisa está relacionado à tentativa de comprovar que as dificuldades associadas à adoção do programa TPM se dividem em dois grupos, sendo eles dificuldades associadas à fase de planejamento e dificuldades associadas à fase de implantação. A elaboração e divisão das dificuldades nesses dois grupos foi realizada via painel de especialista, conhecido como Técnica de Grupo Nominal. Para a coleta de dados, foi realizada uma *survey* com profissionais de empresas brasileiras responsáveis pelo planejamento e implantação do programa em sistemas produtivos. Os dados obtidos foram tratados via análise fatorial confirmatória de segunda ordem por meio da modelagem de equações estruturais, mais precisamente por meio da técnica PLS-SEM. A PLS-SEM pode ser entendida como uma técnica de modelagem para fins exploratórios, sendo chamada de *soft modelling*. Estudos iniciais apontaram a necessidade de uma amostra mínima de 55 respondentes. Foram obtidas um total de 69 respostas de profissionais de diferentes áreas de atuação, cargos e anos de experiência com o programa TPM. Os resultados obtidos confirmaram a relação causal entre as dificuldades na fase de planejamento e as dificuldades observadas na fase de implantação. Os resultados decorrentes desta dissertação são de extrema valia tanto para profissionais de manutenção e produção quanto para pesquisadores interessados no tema em suas futuras pesquisas.

**Palavras chave:** Manutenção Produtiva Total. TPM. Dificuldades. Barreiras.

## **Abstract**

The search for competitiveness and business profitability led to an evolution of maintenance activities from previously only corrective actions to integrated corrective, predictive and preventive plans. As a continuous improvement tool, Total Productive Maintenance increases confidence and improve work levels by integrating production, maintenance and engineering sectors. However, many organizations face problems in successfully deploying this strategic maintenance model due to various complexities. The main objective of the research is related to the attempt to prove that the difficulties associated with the adoption of the TPM program can be divided into two groups, difficulties associated with the planning phase and difficulties associated with the implementation phase. An elaboration and division of the difficulties in these two groups was carried out by panel of specialists, known as Nominal Group Technique. For data collection, a survey was conducted with professionals from Brazilian companies responsible for planning and implementing the program in productive systems. The data were treated using a second-order confirmatory factorial analysis using the structural equation modelling, more precisely through the PLS-SEM technique. PLS-SEM can be known as a modeling technique for exploratory purposes, whether it is called soft modeling. Initial studies indicated the need for a minimum sample of 55 respondents. A total of 69 responses were obtained from professionals in different areas of performance and years of experience with the program TPM. The results confirmed the causal relationship between the difficulties in the planning phase and the difficulties observed in the implantation phase. The results of this dissertation are of extreme value for maintenance and production professionals as well as for researchers interested in the subject in their future research.

**Key-words:** Total Productive Maintenance. TPM. Difficulties. Barriers.

## Lista de Ilustrações

Figura 2.1: Os sete tipos de perdas. ....	22
Figura 2.2: Principais benefícios do <i>Lean Production</i> . ....	23
Figura 2.3: Pilares do TPM. Sugerido por JIPM. ....	28
Figura 2.4: Pilares do TPM e suas contribuições para alcançar as três metas principais do TPM. .....	32
Figura 3.1: Critérios clássicos de classificação de pesquisa. ....	49
Figura 3.2: Classificação da pesquisa em métodos amplos. ....	50
Figura 3.3: Classificação da pesquisa em estratégias. ....	51
Figura 3.4: Classificação da pesquisa em abordagem do problema. ....	52
Figura 3.5: Classificação da pesquisa em natureza. ....	53
Figura 3.6: Classificação da pesquisa em objetivos. ....	53
Figura 3.7: Classificação da pesquisa em técnicas de coleta e análise de dados. ....	54
Figura 3.8: Classificação metodológica da pesquisa. ....	55
Figura 3.9 Etapas para a realização da pesquisa. ....	56
Figura 3.10: Ano de publicação dos estudos analisados para o Quadro 2.2. ....	57
Figura 3.11: Fontes das publicações para formação do Quadro 2.2. ....	57
Figura 3.12: Fluxograma do método utilizado. ....	58
Figura 3.13: Protocolo do Painel de especialistas. ....	59
Figura 4.1: Modelo teórico proposto pelo painel de especialistas. ....	68
Figura 4.2: Modelo de mensuração ajustado. ....	69
Figura 4.4: Intensidade das dificuldades associadas à fase de planejamento. ....	73
Figura 4.5: Intensidade das dificuldades observadas na fase de implantação. ....	74

## Lista de Tabelas

Tabela 4.1: Critérios de Qualidade do Modelo de Mensuração .....	70
Tabela 4.2: Cargas cruzadas do modelo de mensuração. ....	71
Tabela 4.3: Valores <i>t student</i> entre as variáveis observáveis e os respectivos constructos. ....	71
Tabela 4.4: Valores de redundância e comunalidade gerais do modelo.....	72

## Lista de Quadros

Quadro 2.1: Resumo das diferenças entre os conceitos “Produção em Massa” e “ <i>Lean Production</i> ” .....	21
Quadro 2.2: Principais dificuldades de implantação do TPM encontradas na literatura.....	34
Quadro 3.1: Passos a serem utilizados para análise de dados. ....	65
Quadro 4.1: Constructo “Dificuldades associadas à fase de planejamento” (DP). ....	67
Quadro 4.2: Constructo “Dificuldades observadas na fase de implantação” (DI). ....	67

## Lista de Abreviaturas e Siglas

AC: Alpha de Cronbach

AVE: Variância Média Extraída (*Average Variance Extracted*)

CAAE: Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CB: Baseado na Covariância (*Covariance Based*)

CC: Confiabilidade Composta

CEP: Comitê de Ética em Pesquisa

DI: Dificuldades observadas na fase de implantação

DP: Dificuldades relacionadas à fase de planejamento

JIPE: Instituto Japonês de Engenheiros da Fábrica (*Japanese Institute of Plant Engineers*)

OEE: Eficiência Média do Equipamento (*Overall Equipment Efficiency*)

PLS: Mínimos Quadrados Parciais (*Partial Least Squares*)

PLS-SEM: Modelagem de equações estruturais via Método dos Mínimos Quadrados Parciais

SEM: Modelagem de Equações Estruturais (*Structural Equation Modelling*)

TGN: Técnica Nominal de Grupo

TOC: Teoria das Restrições (*Theory of Constraints*)

TPM: Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*)

TQM: Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management*)

VD: Validade Discriminante

WCM: Manufatura de Classe Mundial (*World Class Manufacturing*)

## Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Contextualização .....	14
1.2 Situação problema e questões de pesquisa .....	15
1.3 Objetivo geral e objetivos específicos .....	16
1.3.1 Objetivo geral .....	16
1.3.2 Macro etapas.....	17
1.4 Relevância da pesquisa.....	17
1.5 Delimitação da pesquisa .....	18
1.6 Organização do trabalho.....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	20
2.1 Princípios do <i>Lean Production</i> e sua relação com o TPM .....	20
2.2 Definições do TPM e seus Pilares Fundamentais.....	25
2.3 Dificuldades na Adoção do programa TPM.....	33
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	49
3.1 Classificação da pesquisa .....	49
3.2 Método de pesquisa .....	55
3.2.1 Revisão sistemática da literatura .....	56
3.2.2 Painel de especialistas .....	58
3.2.3 Estruturação do questionário .....	59
3.2.4 Aplicação da <i>survey</i> .....	60
3.2.5 Análise de dados via PLS-SEM .....	61
3.2.6 Debate e conclusões.....	65
4 APRESENTAÇÃO E DEBATE DOS RESULTADOS .....	66
4.1 Apresentação do resultado decorrente do painel dos especialistas .....	66
4.2 Caracterização da amostra .....	68
4.3 Descrição dos resultados decorrentes da modelagem de equações estruturais .....	68

4.3.1 Intensidade das dificuldades .....	73
4.4 Discussão dos resultados à luz da literatura .....	74
5 CONCLUSÃO.....	78
Referências Bibliográficas.....	80
Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	89
Apêndice B – Questionário .....	94

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Com os desafios enfrentados mundialmente pelas organizações devido à alta competitividade e busca por lucratividade, muitas empresas encontram-se sob pressão para tornarem-se mais flexíveis e eficientes visando produzir produtos com qualidade no prazo desejado, à baixo custo e que atendam as crescentes exigências de clientes. (DA COSTA *et al.*, 2015; MCKONE; SCHROEDER; CUA, 2001; WICKRAMASINGHE; PERERA, 2016). A necessidade de atender as expectativas dos consumidores em termos de performance e efetividade torna-se, então, cada vez mais crucial para uma organização (DA COSTA *et al.*, 2015; MCKONE; SCHROEDER; CUA, 2001; WICKRAMASINGHE; PERERA, 2016).

Sistemas de manufatura apresentam um aumento de complexidade com a introdução de novos sistemas e tecnologias (WICKRAMASINGHE; PERERA, 2016). Difundido no mundo corporativo, o *Lean Manufacturing* é um exemplo de mudança estratégica que com seus princípios e suas técnicas são amplamente utilizados no mundo corporativo para alcançar esses objetivos e possibilitar vantagem competitiva (MCKONE; SCHROEDER; CUA, 2001; WICKRAMASINGHE; PERERA, 2016). A melhoria da competitividade ocorre por meio do aumento da eficiência, redução de custos e diminuição ou eliminação de perdas ao longo do processo (BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014). Nesse panorama, atividades de manutenção tiveram uma mudança em seu papel e passaram de programas de manutenção para ferramentas estratégicas uma vez que representa o fator chave para que um sistema de produção opere sem perdas e seja lucrativo (BARTZ; SILUK; BARTZ, 2014). A Manutenção Produtiva Total se apresenta, então, como uma das melhores ferramentas para aumentar a competitividade e efetividade de sistemas produtivo (AHUJA; KHAMBA, 2008a; BON; LIM, 2015). Além disso, há autores que defendem a importância do programa TPM como base para se alcançar o *World Class Manufacturing*, uma vez que pode ser usado como base comum por ser altamente inter-relacionado com TQM e JIT (CHAND; SHIRVANI, 2000; CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001).

*Total Productive Maintenance* é uma filosofia japonesa voltada a aumentar a produtividade e qualidade dos bens produzidos e, em contrapartida, minimizar as perdas e reduzindo custos (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013). Iniciou-se como uma ferramenta de manutenção e evoluiu ao longo dos anos para uma ferramenta de gestão, buscando envolver os profissionais de todos os departamentos e níveis hierárquicos organizacionais para garantir operação efetiva (JAIN; BHATTI; SINGH, 2014). TPM é uma metodologia de melhoria contínua que visa aumentar a confiança no equipamento e na eficiência de gestão através do envolvimento de pessoas com elevação da motivação e da satisfação em todos os níveis de trabalho, integrando as atividades da produção, manutenção e engenharia (AHUJA; KHAMBA, 2008a; BARTZ; SILUK; BARTZ, 2014).

Muitas organizações ao redor do mundo encontram dificuldades em implantar com sucesso esse modelo estratégico de manutenção (MCKONE; SCHROEDER; CUA, 2001; WICKRAMASINGHE; PERERA, 2016). Diversas complexidades estão envolvidas em uma prática de TPM com sucesso o que torna a sua implantação mais difícil, principalmente em termos culturais.

Mediante ao exposto, define-se como foco de discussão desta dissertação o estudo das principais dificuldades observadas na adoção de programas TPM em empresas brasileiras.

## **1.2 Situação problema e questões de pesquisa**

Como mostrado no item anterior, há muitos benefícios decorrentes da implantação do TPM como: minimização de inatividade das máquinas, perdas de produção e sobras de material, e para a melhoria da eficiência de trabalho e produtividade dos funcionários e dos equipamentos (JAIN; BHATTI; SINGH, 2014). Além disso, o TPM é ferramenta essencial para o *Lean Production* que por completo não pode ser alcançado sem a complementação do TPM (AHMED; HASSAN; TAHA, 2004; BAKRI *et al.*, 2012; CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001)

Contudo, ao buscar informações sobre o referido assunto na literatura, também foi encontrado uma diversidade de dificuldades observadas ao longo da adoção desta ferramenta estratégica de manutenção até que os benefícios mencionados sejam alcançados.

Foi encontrado o ponto de vista de autores que defendem que o insucesso da implantação do TPM ou o não alcance de todos os benefícios esperados estão relacionados à falta de planejamento adequado e à preparação por parte da empresa. Alsyouf (2009) defende que a falta ou ineficiência de planejamento pode restringir o alcance do departamento de manutenção em relação a seus objetivos e poderá assim impossibilitar a empresa de maximizar sua lucratividade e de oferecer vantagem competitiva. Para T. Bartz, Siluk e A. Bartz (2014) é evidente que os resultados obtidos a curto prazo são reflexos de atividades de planejamento e constante acompanhamento do cronograma de implantação. A identificação dos indicadores de manutenção a serem utilizados deve ser baseada na estratégia organizacional e planejado de forma prévia à implantação para que estejam alinhados com as metas e objetivos da empresa (BARTZ; SILUK; BARTZ, 2014; PARIDA, 2007).

Ahuja e Khamba (2008a) e Piechnicki, Sola e Trojan (2015) reforçam o ponto de vista de que a preparação do ambiente e planejamento adequado são fatores cruciais para o sucesso da implantação total do TPM. À nível estratégico da organização, Piechnicki, Sola e Trojan (2015) ressaltam que a alta gestão deve ser responsável em preparar um ambiente adequado à implantação do programa TPM. Além disso, defendem o planejamento estratégico como um requerimento básico para este processo, o qual deve conter objetivos do programa TPM e uma análise profunda tanto interna como externa do ambiente organizacional.

Tomando-se por base as informações descritas, elabora-se a questão de pesquisa que norteia e direciona a presente dissertação: *É possível afirmar que dificuldades observadas na fase de implantação do programa TPM em sistemas produtivos são decorrentes de dificuldades observadas na fase de planejamento do referido programa?*

### **1.3 Objetivo geral e objetivos específicos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Definem-se como objetivo geral desta dissertação:

- 1) Comprovar que dificuldades observadas na fase de implantação do programa TPM em sistemas produtivos são decorrentes de dificuldades observadas na fase de planejamento na adoção do programa TPM em empresas brasileiras.

### 1.3.2 Macro etapas

Definem-se como objetivos específicos desta dissertação:

- Realizar uma revisão sistemática da literatura com o intuito de identificar as principais dificuldades observadas ao longo da adoção do programa TPM. Esta revisão sistemática da literatura será realizada por meio da leitura de artigos científicos publicados em bases internacionais.
- Realizar um painel de especialistas com o intuito de segregas as dificuldades anteriormente encontradas em dois grupos, um denominado “dificuldades associadas à fase de planejamento” e outro “dificuldades associadas à fase de implantação”
- Estruturar um questionário tomando por base as dificuldades segregadas nos dois grupos referenciados e conduzir uma *survey* junto a profissionais que participaram ou participam da coordenação de programas TPM.
- Tabular os dados e analisá-los estatisticamente por meio da técnica de modelagem de equações estruturais, mais especificamente via PLS-SEM.
- Debater os resultados, estabelecer correlações com a literatura e identificar propostas de trabalho futuras a partir dos resultados aqui apresentados.

### 1.4 Relevância da pesquisa

O estudo das dificuldades de adoção do programa TPM divididas em duas fases (fase de planejamento e de implantação) e a possível comprovação da hipótese de causalidade entre elas tem como objetivo servir de base para futuros estudos que possibilitem o desenvolvimento de novos modelos e ferramentas associados ao programa e que permitam melhores resultados.

As informações compiladas por meio da revisão bibliográfica sistemática podem ser úteis tanto para a academia quanto para a área corporativa. Para ambas as áreas, há a contribuição com o conhecimento a respeito da Manutenção Produtiva Total (TPM) de forma a facilitar o acesso à informação com foco nas dificuldades de adoção deste programa.

Para a academia auxiliará em futuras pesquisas de aprofundamento do tema e como resumo das principais dificuldades para um possível aprofundamento. Para a área corporativa e empresarial o objetivo aqui é o contribuir com informações sobre as principais dificuldades que suas organizações podem enfrentar na adoção do TPM. A potencialização de resultados corporativos é outro fator relevante desta pesquisa, uma vez que pode servir de estudo prévio das dificuldades que podem ocorrer com a adoção de um novo método estratégico de manutenção, a Manutenção Produtiva Total.

### **1.5 Delimitação da pesquisa**

A delimitação da pesquisa indica a abrangência do estudo, estabelecendo a extensão e os limites conceituais do tema em questão. Dessa forma, descreve-se as limitações associadas à esta pesquisa.

A primeira limitação está relacionada ao tamanho da amostra que será utilizada para o estudo estatístico. A utilização de tamanhos diferentes de amostras, maiores que a utilizada, pode permitir com que conclusões diferenciadas sejam alcançadas. É importante salientar que a porcentagem de respostas por setores de atuação da empresa também pode impactar os resultados, à medida que a observação de certas dificuldades do programa TPM pode ser diferente para cada área de atuação.

A segunda relacionada ao recorte do programa TPM. Para o estudo em questão foi considerado exclusivamente o ambiente fabril. Para isso, apenas profissionais que atuaram ou atuam com a adoção do programa TPM em sistemas produtivos foram submetidos ao questionário. Vale ressaltar que o nível de maturidade de implantação do programa TPM nas empresas não foi levado em consideração.

A terceira em relação à técnica estatística. A técnica utilizada neste estudo é a *soft modelling*, adequada para estudos de caráter exploratório. Para que análises mais precisas sejam

obtidas, é aconselhável o uso de amostras em torno de duas à três vezes mais que o valor mínimo calculado (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

## **1.6 Organização do trabalho**

Esta dissertação apresenta mais quatro capítulos, além desta introdução.

No capítulo 2, intitulado “Revisão da literatura”, apresentam-se os conceitos teóricos que dão base à pesquisa. As discussões ocorrem nos seguintes temas:

O capítulo 3 com título “Procedimentos Metodológicos” apresenta o método de pesquisa adotado. Inicialmente apresenta a classificação da pesquisa segundo os critérios clássicos, posteriormente apresenta detalhes das etapas desenvolvidas ao longo da pesquisa que permitem a replicabilidade da mesma por outros pesquisadores, se assim desejarem, e finaliza-se com um detalhamento dos pormenores sobre a modelagem de equações estruturais, técnica selecionada para a análise de dados.

O Capítulo 4, intitulado “Resultados e Discussões” inicia-se com uma apresentação dos resultados obtidos inicialmente pelo painel de especialistas, tem sequência com os resultados da modelagem de equações estruturais e realiza-se um resumo do grau de intensidade das principais dificuldades observadas. Finaliza-se com um debate sobre possibilidades de melhorias observadas e confronto com a literatura especializada.

Por fim, no capítulo 5 denominado de “Conclusões e Trabalho Futuros”, apresenta-se as respostas aos problemas de pesquisa e sugere-se possibilidade de futuros trabalhos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Princípios do *Lean Production* e sua relação com o TPM

Diante da pressão exercida através da competitividade, empresas apresentam uma constante preocupação em manter seus mercados (BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006). Essa concorrência de mercado é responsável por gerar intensas buscas por abordagens de melhoria de desempenho e de excelência operacional (BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014). Segundo Phusavat e Kanchana (2008), os principais fatores considerados para alcançar a competitividade englobam: qualidade, confiabilidade, flexibilidade, habilidade para satisfazer a demanda e cumprir prazos de entrega. Portanto, as organizações que querem sobreviver ao mercado atual competitivo se preocupam, cada vez mais, com qualidade elevada, custos baixos e mais efetividade, a fim de ter vantagens competitivas em relação aos concorrentes.

Dentre as abordagens e técnicas utilizadas para aumentar a competitividade está presente o conceito de *Lean Production*, também conhecido como Produção Enxuta (WOMACK; JONES, 1996). Tanto o termo “*Lean Production*” quanto “*Lean manufacturing*” são amplamente difundidos no mundo empresarial. O conceito “*Lean Production*” evoluiu a partir do sistema de produção Toyota no Japão após a Segunda Guerra Mundial, momento em que os japoneses não possuíam o mesmo poder econômico para arcar com investimentos para construir fábricas de produção em massa como ocorria nos EUA (MELTON, 2005; SINGH *et al.*, 2010). Womack popularizou o conceito *Lean* em seu livro “A Máquina que Mudou o Mundo” e no início dos anos 90, o *Lean manufacturing* já era considerado referência como um modelo alternativo de produção ao invés do modelo tradicional de manufatura, o Fordismo (BHAMU; SINGH SANGWAN, 2014).

O Quadro 2.1 apresenta as principais diferenças entre o modelo predominante nos EUA e o modelo japonês de produção enxuta.

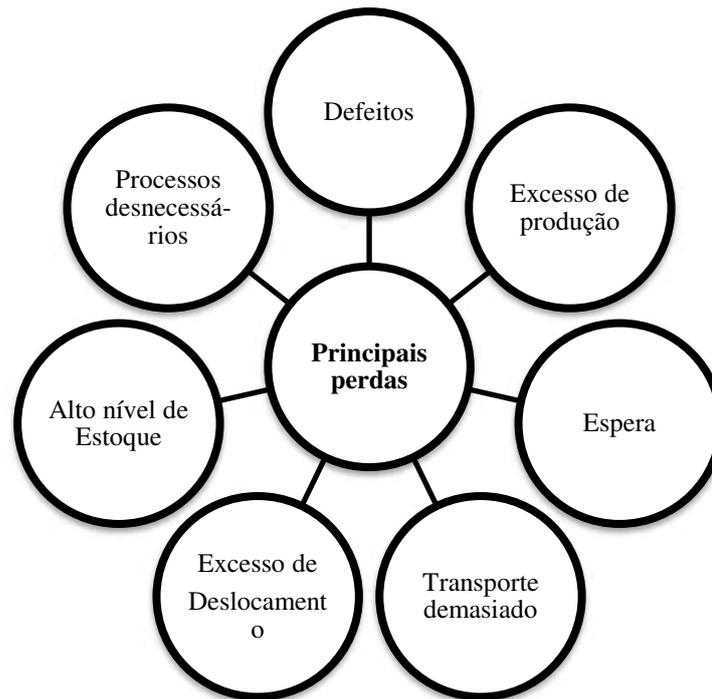
**Quadro 2.1:** Resumo das diferenças entre os conceitos “Produção em Massa” e “*Lean Production*”

	<b>Produção em massa</b>	<b><i>Lean Production</i></b>
<b>Base</b>	Henry Ford	Toyota
<b>Pessoas - design</b>	Profissionais de capacidade limitada	Times de funcionários multifuncionais em todos os níveis da organização
<b>Pessoas - produção</b>	Trabalhadores monovalentes	Times de funcionários multifuncionais em todos os níveis da organização
<b>Equipamento</b>	Alto custo e máquinas com propósito único	Sistemas manuais e automatizados com capacidade alta de produção e variabilidade
<b>Métodos de Produção</b>	Alto volume de produtos padrões	Produtos segundo encomenda do consumidor
<b>Filosofia organizacional</b>	Hierárquica – administração tem responsabilidade	Fluxo de valor utilizando níveis apropriados de responsabilidade – Responsabilidade cada vez maior nos níveis inferiores
<b>Filosofia</b>	Meta: bom o suficiente	Meta: perfeição

Fonte: Adaptado de Womack, Jones e Roos (1990)

O sistema de produção Toyota baseava-se em produzir em fluxo contínuo e reconhecer, ao mesmo tempo, que apenas uma pequena fração de tempo total de produção e esforço são necessários para gerar valor em um produto para o consumidor final (MELTON, 2005). Nas últimas décadas, pesquisadores do conceito *Lean Production* chegaram a um acordo em entender *Lean* como dois princípios complementares: Uma ferramenta estratégica de gestão para entender a geração de valor e métodos de atuação sobre o nível operacional para eliminação de perdas (HASLE *et al.*, 2012; HINES; HOLWEG; RICH, 2004; SHAH; WARD, 2003a, 2007).

Pode-se entender, então, que os princípios básicos do *Lean Production* são fundamentados em melhorar a competitividade ao aumentar a eficiência e reduzir custos por meio da diminuição ou eliminação de perdas ao longo do processo de produção (GARZA-REYES *ET AL.* 2012). O termo “perdas”, nesse caso, pode ser entendido como tudo que não agrega valor ao produto ou serviço final (BAKRI *et al.*, 2012; MONDEN, 1983; WOMACK; JONES, 1996). As principais perdas que o sistema de produção enxuta têm como foco em eliminar são sete, como mostra a Figura 1. Melton (2005) apresenta uma definição para cada perda e as mesmas serão detalhadas a seguir.



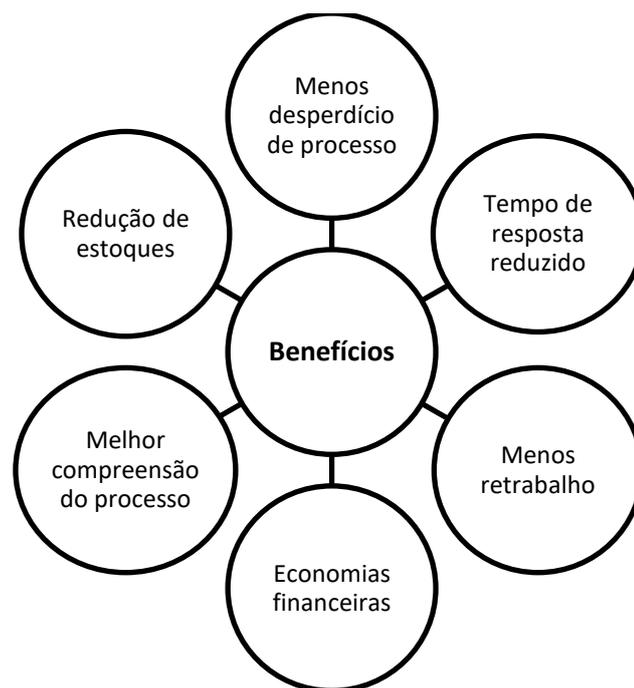
**Figura 2.1:** Os sete tipos de perdas.

Fonte: Adaptado de Melton (2005) e Womack e Jones (1996).

A perda por defeitos pode ser entendida como todos os erros que ocorrem durante um processo de produção e que conseqüentemente, gerará retrabalho ou trabalho adicional e poderá ocasionar atraso ou perdas de prazos de entrega, horas extras excessivas e aumento dos custos operacionais. Já a perda por excesso de produção pode ser definida como todo produto fabricado sem um consumidor específico ou o desenvolvimento de um produto ou processo sem valor adicional e que gerará necessidade de maior espaço de armazenamento, ajustes de processos desnecessários e um alto custo e tempo para as mudanças necessárias de engenharia. Por sua vez, quando um produto se encontra em situação de espera para ser processado, não ocorre nenhuma adição de valor para o consumidor nessa espera e gera um aumento na quantidade de índices de produtos ainda em processo. O transporte também é tido como perda quando ocorre uma excessiva movimentação de um produto sem planejamento e necessidade. Enquanto um produto está em transporte e não está sendo processado é considerado como um produto inacabado e não como produto final, e este não cria valor para o cliente. Seguindo essa mesma lógica, o excesso de deslocamento por parte de um operador da manufatura é considerado como esforço desnecessário e quando se encontra nessa condição é considerado como perda por não conseguir atuar no processamento do produto. O estoque, por sua vez, seja ele de produtos finais, intermediários, matéria prima, entre outros gera custos para a

organização e necessita sempre de local adequado para armazenamento, além de ser considerado como capital de giro parado e sem agregação de valor. Finalmente, um processo é considerado desnecessário quando não adiciona valor agregado ao produto, e é feito em muito mais tempo ou etapas do que realmente seria necessário MELTON (2005).

Para a redução e/ou eliminação dos desperdícios mencionados, o *Lean Manufacturing* utiliza conceitos e ferramentas de forma integrada. Dentre estes conceitos e ferramentas podem-se citar o *Just in time* (que via método *kanban* possibilita o sistema de produção puxada), o desenvolvimento de fornecedores, a concepção de fluxo e de valor na cadeia (preferencialmente do tipo *one piece flow*), a maior autonomia concedida aos trabalhadores (HINES; HOLWEG; RICH, 2004), os círculos de controle de qualidade e programas de melhoria contínua (WOMACK; JONES; ROOS, 1990) e a manufatura celular (SHAH; WARD, 2003b). A correta implantação dos conceitos e ferramentas anteriormente mencionados possibilita a obtenção de muitos benefícios como ilustrado pela Figura 2.



**Figura 2.2:** Principais benefícios do *Lean Production*.  
Fonte: Adaptado de Bhasin, Burcher (2006) e Melton (2005).

Muitas vezes, o *Lean* não é aplicado como uma filosofia isolada de gestão, e sim, é associado e complementado por diferentes outras técnicas. Citam-se como exemplos de técnicas que complementam a referida filosofia: Gestão pela Qualidade Total (TQM), Teoria das Restrições (TOC), *Six Sigma* (CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001; STONE, 2012) e

Manutenção Produtiva Total (TPM) (HINES; HOLWEG; RICH, 2004). Como salientado por diversos autores, a integração entre o Lean e outras técnicas de gestão/melhoria contínua apresenta ganhos sinérgicos no longo prazo (SINGH *et al.*, 2010; WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

Dentre as técnicas citadas anteriormente, destaca-se neste trabalho a Manutenção Produtiva Total (TPM). Programas de manutenção que antes eram vistos apenas como atividades de suporte à produção, hoje são considerados como ferramentas estratégicas na busca pelo melhor desempenho e competitividade das empresas (BARTZ; SILUK; BARTZ, 2014). A visão estratégica de manutenção tem foco na qualidade e produtividade, que juntas influenciam os resultados organizacionais e não focam apenas as ações corretivas de equipamentos (BARTZ; SILUK; BARTZ, 2014; OTANI; MACHADO, 2008).

O programa *Total Productive Maintenance* pode ser considerado uma das ferramentas auxiliares ao *Lean Production* e permite o envolvimento dos colaboradores na otimização de atividades de previsão, prevenção e manutenção afim de garantir o máximo nível de eficiência de um sistema produtivo (BELEKOUKIAS; GARZA-REYES; KUMAR, 2014; BRAH; CHONG., 2004). Ele é capaz de reduzir as variações e defeitos em suas fontes (AHMED; HASSAN; TAHA, 2004; BAKRI *et al.*, 2012; BEN-DAYA; DUFFUAA, 1995; CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001). Segundo Bartz, Siluk e Bartz (2014), ao eliminar perdas, aprimorar recursos humanos e processos produtivos, o TPM é capaz de elevar o nível de competitividade de uma organização.

Em resumo, a integração do TPM com o *Lean Production* torna possível, compreensível e consistente diversas práticas de manufatura com foco na melhoria da *performance* (BAKRI *et al.*, 2012). O *Lean Production* por completo não pode ser alcançado sem a complementação do TPM (AHMED; HASSAN; TAHA, 2004; BAKRI *et al.*, 2012; CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001). E, além disso, o TPM é considerado uma das melhores ferramentas da área de manutenção para aumentar a competitividade e efetividade das organizações (HANGED; KUMAR, 2013).

A busca pelo *status World Class Manufacturing* também traz à tona o enfoque sobre o TPM. A implantação com sucesso do TPM é capaz de facilitar uma transição suave e um bom funcionamento necessários para um ambiente de restrições gerado pelo *Just in Time* (CHAND; SHIRVANI, 2000). TQM, JIT e TPM apresentam características comuns de melhoria contínua e redução de perdas e juntos formam um grupo de práticas manufatureiras confiáveis e

consistentes, cada vez mais explorados pelas empresas, que visam elevar o nível de performance (CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001).

## **2.2 Definições do TPM e seus Pilares Fundamentais**

O TPM teve origem através de duas áreas correlacionadas, a de manutenção e a confiabilidade (MCKONE; WEISS, 1998). Segundo Nakajima (1988), a história do Japão foi marcada por três fases da manutenção e ao longo dos últimos 100 anos, as manutenções corretiva, preventiva e preditiva evoluíram e resultaram no TPM (DA COSTA *et al.*, 2015).

A primeira fase foi marcada pela manutenção corretiva que pode ser entendida como a fase que ocorreu por voltas dos anos de 1950 de manutenção reativa, conhecida também como manutenção de emergência ou de quebra (DA COSTA *et al.*, 2015; MCKONE; WEISS, 1998). Durante esta fase, pouca atenção era dada à confiabilidade do equipamento ou prevenção de falhas e havia correção apenas depois que o problema ocorria, ou seja, não havia parada programada para a manutenção do equipamento (DA COSTA *et al.*, 2015). Nos anos 1960, teve início a segunda fase, a manutenção preventiva que envolvia a análise da condição atual do equipamento para determinar o melhor método de prevenção de falhas e redução do tempo de reparo (MCKONE; WEISS, 1998). A manutenção era realizada em intervalos previamente planejados (MARCORIN; LIMA, 2003 *apud* DA COSTA *et al.*, 2015).

O período mais recente é representado a partir da década de 1970 pelo *Total Productive Maintenance*, a Manutenção Produtiva Total (DA COSTA *et al.*, 2015; MCKONE; WEISS, 1998). TPM é uma filosofia japonesa voltada a aumentar a produtividade e qualidade dos bens produzidos e, em contrapartida, minimizar as perdas e reduzir custos (BARTZ; SILUK; BARTZ, 2014; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013). Surgiu no Japão dentro da empresa Nippon Denso, parte do grupo Toyota, com a finalidade de manter a regularidade dos equipamentos (BARTZ; SILUK; BARTZ, 2012; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006). Iniciou-se como uma ferramenta de manutenção e evoluiu ao longo dos anos para uma ferramenta de gestão, buscando envolver os profissionais de todos os departamentos e níveis hierárquicos organizacionais para garantir operação efetiva (CHAN *et al.*, 2005; JAIN; BHATTI; SINGH, 2014)

EM 1971, o TPM foi descrito da seguinte forma pelo *Japanese Institute of Plant Engineers (JIPE)*:

TPM visa maximizar a efetividade do equipamento (melhorando *OEE – Overall Equipment Efficiency*) através da definição de um sistema compreensivo entre produção e manutenção que cubra toda a vida útil do equipamento e abranja toda a área relativa ao equipamento (planejamento, uso, manutenção, etc.) e com a participação de todos os colaboradores desde a alta gestão até os trabalhadores do chão da fábrica para promover a manutenção produtiva através de gestão motivacional ou atividades de grupos de voluntários. (TSUCHIYA, 1992, p.4 *apud* MCKONE; WEISS, 1998, tradução nossa).

Nakajima (1988), pioneiro sobre estudar o assunto, define o TPM como uma metodologia inovadora de manutenção que otimiza a efetividade de equipamentos, elimina quebras e promove manutenção autônoma por parte dos operadores em atividades diárias ao envolver toda a força de trabalho. O mesmo autor ainda afirma que a palavra “*total*” de *Total Productive Maintenance* possui três significados chaves:

- 1) eficiência total indica a busca do TPM pela eficiência econômica e lucratividade;
- 2) sistema de manutenção total inclui os conceitos de prevenção e melhoria da manutenção e a manutenção produtiva; e
- 3) participação total de todos os colaboradores por meio da Manutenção Autônoma.

Um dos conceitos de TPM definido por Ahuja e Khamba, (2008a) é o de maximizar a efetividade do equipamento durante todo o seu ciclo de vida e o dever de manter o equipamento em condição ótima de operação para prevenir falhas inesperadas, perda de velocidade e defeitos de qualidade durante as atividades de produção. Os três objetivos fundamentais do TPM são: Zero Defeitos, Zero Acidentes e Zero Quebra (NAKAJIMA, 1988; WILLMOTT, 1994; NOON *et al.*, 2000). Labib (1999) define o principal objetivo do TPM como a capacidade de possibilitar uma manutenção crítica, e uma aproximação de operadores polivalentes e funcionários da produção em trabalhos conjuntos. Swanson (2001) descreve os quatro componentes principais do TPM como treinamento do funcionário, envolvimento do operador, times e manutenção preventiva.

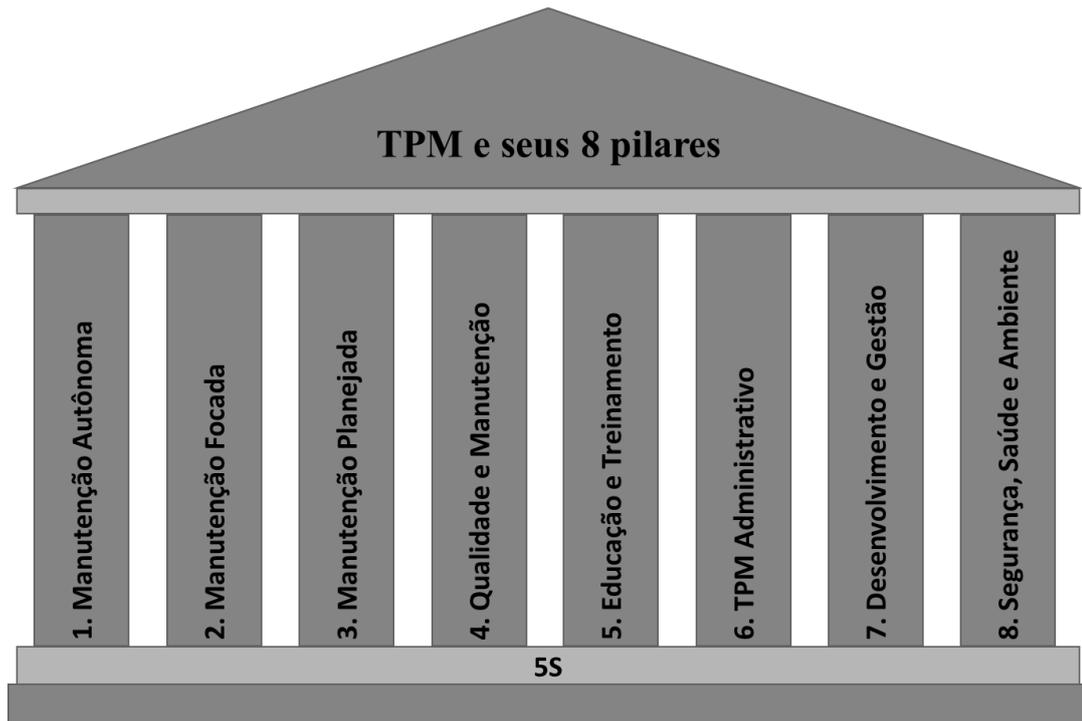
Segundo Jain, Bhatti e Singh (2014), o TPM é uma ferramenta efetiva para a minimização de inatividade das máquinas, perdas de produção e sobras de material, e para a melhoria da eficiência de trabalho e produtividade dos funcionários e dos equipamentos. É caracterizado,

também, por promover e exercitar sinergia entre todas as funções organizacionais, com ênfase entre a produção e a manutenção para garantir a melhoria contínua da qualidade do produto, da eficiência operacional, da capacidade de garantia e segurança (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; JAIN; BHATTI; SINGH, 2014; PARK; HAN, 2001). Ahuja e Khamba (2008), por sua vez, afirmam que TPM é uma metodologia de melhoria contínua que visa aumentar a confiança no equipamento e na eficiência de gestão por meio do envolvimento de pessoas com elevação da motivação e da satisfação em todos os níveis de trabalho ao integrar as atividades da produção, manutenção e engenharia. Não é considerado somente uma política de manutenção específica, mas sim, uma cultura, uma filosofia e uma mudança de atitude em relação à manutenção (CHOWDHURY, 1995 *apud* AHUJA; KHAMBA, 2008).

De modo mais sucinto e difundido entre diversos autores, o TPM pode ser descrito como uma estratégia de manutenção que abrange as seguintes características e objetivos (AHUJA; KHAMBA, 2008a, 2008b; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; CHAN *et al.*, 2005; DA COSTA *et al.*, 2015; LAZIM; RAMAYAH, 2010; NAKAJIMA, 1988):

- maximização da eficiência dos equipamentos;
- envolvimento de todos os departamentos relacionados à implantação do TPM;
- promoção da gestão motivacional com atuação de grupos menores ao desenvolver determinadas tarefas de forma autônoma;
- envolvimento ativo de todos os colaboradores desde a alta gestão até o chão da fábrica;
- desenvolvimento de um sistema de manutenção para acompanhamento da vida útil do equipamento.

As práticas básicas do TPM são conhecidas como os pilares. A implantação completa do programa passa por oito pilares fundamentais (AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; BARTZ; SILUK; BARTZ, 2014; JAIN; BHATTI; SINGH, 2015, 2014; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006; SINGH *et al.*, 2013). Estes pilares abrangem todas as operações da empresa como, produção, manutenção, qualidade, segurança, ambiente, saúde, projetos, planejamento e administração dos escritórios (JIPM-S, 2010; NAKAJIMA *et al.*, 2000 *apud* SHAABAN; AWNI, 2014). Esses conceitos são mostrados na Figura 3 e explicados detalhadamente a seguir.



**Figura 2.3:** Pilares do TPM. Sugerido por JIPM.  
 Fonte: Adaptado de Ahuja e Khamba(2008a) e Jain, Bhatti e Singh (2014).

### 2.2.1 Manutenção Autônoma

O pilar de Manutenção Autônoma é responsável por criar a primeira linha de defesa contra falhas ao criar e manter uma cultura de manutenção autônoma por parte do operador e formalizar a colaboração entre os departamentos de manutenção e de produção (SHAABAN; AWINI, 2014). Este pilar estimula as habilidades do operador e também o sentimento de posse e controle por parte do responsável pelo equipamento que deve realizar a limpeza inicial, lubrificação, aperto, ajuste, inspeção e reajuste no equipamento de produção (AHUJA; KHAMBA, 2008a).

### 2.2.2 Manutenção Focada

O pilar de Manutenção Focada é responsável por identificar perdas ao longo dos departamentos de manufatura e de utilizar ações kaizen para atacar essas perdas (SHAABAN; AWNI, 2014). Atua na identificação sistemática e eliminação de perdas em 16 categorias divididas em 4 grupos (SHIROSE, 1996 *apud* AHUJA; KHAMBA, 2008a).

A primeira categoria é representada pelas sete maiores perdas relacionadas à eficiência do equipamento como perdas por falha, setup e ajuste, redução de velocidade, parada ineficientes, defeito e retrabalho, inicialização do sistema e troca de ferramentas. A segunda categoria engloba as perdas que impedem o tempo de carregamento, ou seja, as perdas por paralisação do equipamento devido as inspeções programadas. As cinco maiores perdas que impedem a *performance* humana fazem parte do terceiro grupo e são relacionadas às perdas por distribuição e logística, organização da linha de produção, medições e ajustes necessários, má gestão que gera espera e deslocamento *excessivo*. Por último, há as três maiores perdas que impedem o uso efetivo dos recursos de produção como, por exemplo, perdas por rendimento, consumíveis (ensaios, ferramenta e moldes) e perda de potência.

### **2.2.3 Manutenção Planejada**

O pilar de Manutenção Planejada tem foco nas atividades da manutenção e em como otimizar atividades de diversos tipos de manutenção como, de rotina, preventiva e preditiva, para possibilitar a eliminação de perdas por falhas com um custo mínimo (SHAABAN; AWNI, 2014).

### **2.2.4 Qualidade e Manutenção**

Este pilar faz suporte à qualidade através de uma abordagem proativa de definição detalhada de todos os fatores que podem afetar a qualidade do produto e como fazer o acompanhamento destes fatores (SHAABAN; AWNI, 2014). Busca alcançar zero defeitos,

acompanha, identifica problemas e procura solucioná-los por meio do estudo de suas causas raízes (AHUJA; KHAMBA, 2008a).

### **2.2.5 Educação e Treinamento**

O pilar de Educação e Treinamento visa desenvolver o programa certo para identificar e introduzir as habilidades necessárias para a implantação e bom funcionamento do programa TPM na organização (SHAABAN; Awni, 2014). Ocorre nesse pilar a transmissão de conhecimento e habilidades relativos à tecnologia, controle da qualidade e interpessoal, a busca pela polivalência de funcionários e alinhamento destes com os objetivos organizacionais. É responsável também pelas avaliações e atualizações periódicas de habilidades (AHUJA; KHAMBA, 2008a).

### **2.2.5 TPM Administrativo**

Este pilar foca a implantação do programa 5S's e projetos *Kaizen* nas áreas administrativas, como o intuito de reduzir perdas (SHAABAN; Awni, 2014). Almeja-se a melhoria de sinergia entre diferentes áreas, remoção de processos inconvenientes, foco em abordagens de problemas relacionados aos custos e aplicação dos sentidos da qualidade nas áreas de escritórios (AHUJA; KHAMBA, 2008a).

### **2.2.6 Desenvolvimento e Gestão**

A principal função do Pilar de Desenvolvimento e Gestão é a prevenção da manutenção por meio da coleta de dados e *feedbacks* do equipamento (SHAABAN; Awni, 2014). Sub áreas são envolvidas com o objetivo de minimizar os problemas, garantir a operacionalização de

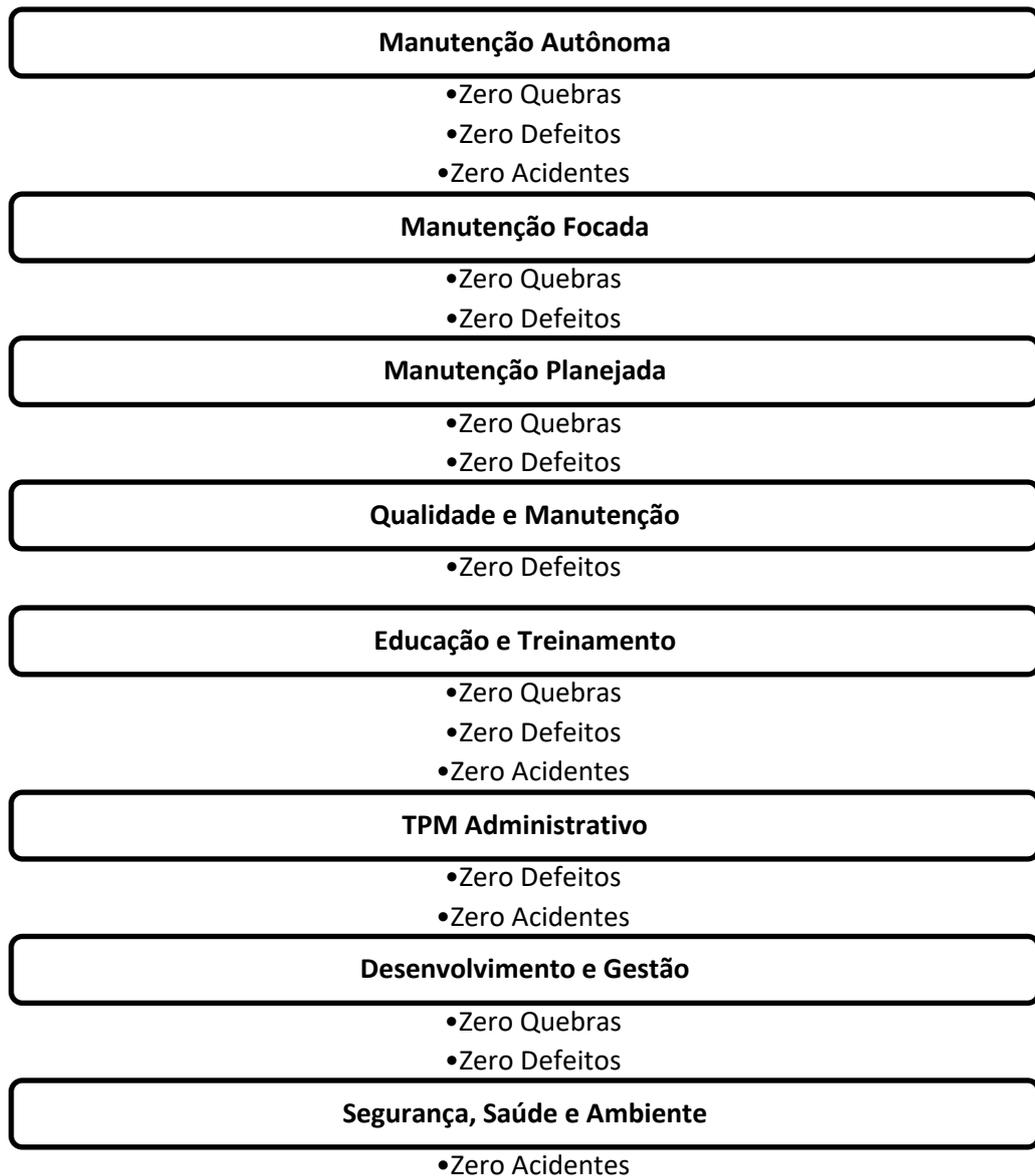
novos equipamentos a tempo, utilizar conhecimento prévio adquirido com sistemas existentes nos novos sistemas e manter iniciativas de melhorias (AHUJA; KHAMBA, 2008a; WICKRAMASINGHE; PERERA, 2016). Segundo Wickramasinghe e Perera (2016), um exemplo de atividade deste pilar é o encorajamento e reconhecimento dos operados e suas iniciativas de melhoria da manutenção.

### **2.2.7 Segurança, Saúde e Ambiente**

O pilar de Segurança, Saúde e Ambiente é responsável por garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável e estimular atividades ambientalmente favoráveis (SHAABAN; AWNI, 2014). Este pilar busca, também, eliminar fonte de incidentes que geram danos e de acidentes e fornecer procedimentos padrões de operação (AHUJA; KHAMBA, 2008a).

Segundo Sivaram *et al.* (2014), os pilares Manutenção Autônoma, Manutenção Focada, Manutenção Planejada, Educação e Treinamento e Desenvolvimento Gerencial possibilitam que o conceito Zero Paradas sejam alcançados e, portanto, a produção torna-se livre de interrupções. A busca pelo Zero Defeito é promovida por todos os pilares exceto o nomeado Segurança, Saúde e Ambiente. Em contrapartida, os pilares Educação e Treinamento, Segurança, Saúde e Ambiente e TPM Administrativo quando implantados, são capazes de reduzir ou eliminar acidentes.

Um programa efetivo de TPM requerer a implantação dos oito pilares anteriormente mencionado, fazendo com que a organização alcance as metas fundamentais do TPM (Zero Quebras, Zero Defeitos e Zero Acidentes). (AHUJA; KHAMBA, 2008a; SIVARAM *et al.*, 2014). A Figura 2.4 apresenta como cada um dos oito pilares pode contribuir para as três metas principais do programa TPM.



**Figura 2.4:** Pilares do TPM e suas contribuições para alcançar as três metas principais do TPM.  
Fonte: Sivaram *et al.* (2014).

Shaaban e Awni (2014) argumentam ainda que o bom desempenho do programa TPM está diretamente associado à aplicação de outros três conceitos suportes: o trabalho em equipe, a gestão visual e a implantação do programa 5S. O trabalho em equipe se caracteriza com um passo importante, visto que proporciona mais efetividade e agregação de valor do que o trabalho individual. A gestão visual facilita o direcionamento da equipe rumo às metas a serem alcançadas. O programa 5S, por sua vez, representa a cultura de organização interna e limpeza, ajudando na identificação de oportunidades de melhoria. Este programa se caracteriza como o

alicerce fundamental para a implantação do programa TPM (SHAABAN; AWNI, 2014; SINGH *et al.*, 2013).

Por fim, cabe salientar que a implantação do programa TPM exige dedicação e persistência (BARTZ; SILUK; BARTZ, 2014). Os reais benefícios decorrentes da implantação deste programa aparecem em média pós 3 anos e exigem uma completa integração dos oito pilares apresentados (AHUJA; KHAMBA, 2008a; WANG; LEE, 2001).

### **2.3 Dificuldades na Adoção do programa TPM**

As organizações empresariais ao redor do mundo continuam encontrando dificuldades para uma implantação de sucesso do TPM (AHUJA; KHAMBA, 2008a). Segundo Panneerselvam (2012) e Horner (1996 *apud* AHUJA; KHAMBA, 2008a), a implantação do TPM não envolve um planejamento de curto prazo, pois necessita de tempo principalmente para mudar a atitude da alta gestão e de seus funcionários. Uma vez que a implantação do TPM requer mudanças significativas na cultura de gestão da organização, exige um plano de execução muito bem fundamentado (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013).

Visando entender as principais dificuldades encontradas na adoção do programa TPM, realizou-se uma vasta revisão da literatura e, por meio dela, foi possível compilar doze dificuldades principais. Estas dificuldades, que dão base à pesquisa, são apresentadas por meio do Quadro 2.2 e posteriormente detalhadas nos tópicos subsequentes.

**Quadro 2.2:** Principais dificuldades de implantação do TPM encontradas na literatura.

n	Descrição	Autores pesquisados
a	Dificuldade em vender o projeto de implantação para a direção da empresa, ou seja, justificar que melhorias nos indicadores dos sistemas produtivos serão decorrentes da implantação do programa TPM	(AHUJA; KHAMBA, 2008c; AHUJA; KUMAR, 2009; BAGLEE; KNOWLES, 2010; BARTZ; SILUK; BARTZ, 2012; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; GRAISA; AL-HABAIBEH, 2011; SINGH <i>et al.</i> , 2016; TORRES, 2014)
b	Resistência por parte dos colaboradores em relação às mudanças culturais proporcionadas pela implantação do programa TPM	(AHUJA; KHAMBA, 2008a, 2008c; AHUJA; KUMAR, 2009; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI <i>et al.</i> , 2013; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; BARTZ; SILUK; BARTZ, 2012; CIGOLINI; TURCO, 1997; COOKE, 2000; DA COSTA <i>et al.</i> , 2015; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; LAWRENCE, 1999; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006)
c	Problemas na implantação de estudos pilotos pontuais desenvolvidos pela empresa como embrião para posterior difusão do programa por toda a empresa	(ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI <i>et al.</i> , 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015; SINGH <i>et al.</i> , 2016)
d	Baixa priorização na alocação de recursos financeiros destinados à implantação do programa TPM por parte da empresa	(AHUJA; KHAMBA, 2008c; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI <i>et al.</i> , 2013; BAGLEE; KNOWLES, 2010; COOKE, 2000; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006; TORRES, 2014)
e	Entendimento deficitário por parte dos colaboradores da filosofia, princípios e ferramentas que compõem o programa TPM	(AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI <i>et al.</i> , 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAGLEE; KNOWLES, 2010; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; DA COSTA <i>et al.</i> , 2015; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; LAWRENCE, 1999; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006; SINGH <i>et al.</i> , 2016)
f	Planejamento deficiente acerca das necessidades de treinamentos aos colaboradores	(AHUJA; KHAMBA, 2008a, 2008c; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI <i>et al.</i> , 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAGLEE; KNOWLES, 2010; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; DA COSTA <i>et al.</i> , 2015; GRAISA; AL-HABAIBEH, 2011; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015; SINGH <i>et al.</i> , 2016)

Continua

		Conclusão
n	Descrição	Autores pesquisados
g	Falta de apoio e suporte por parte da alta direção para conscientizar toda a empresa sobre a importância do programa	(AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI <i>et al.</i> , 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; COOKE, 2000; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; KELLY, 2006; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015; SINGH <i>et al.</i> , 2016; TORRES, 2014)
h	Comunicação deficiente e baixa sinergia entre áreas envolvidas na implantação do programa TPM	(AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI <i>et al.</i> , 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAGLEE; KNOWLES, 2010; COOKE, 2000; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006; SINGH <i>et al.</i> , 2016)
i	Dificuldade na atribuição de maior responsabilidade e autonomia aos colaboradores	(AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; COOKE, 2000; LAWRENCE, 1999; SINGH <i>et al.</i> , 2016)
j	Planejamento deficiente em relação às metas e objetivos a serem alcançados pela implantação do programa TPM	(AHUJA; KHAMBA, 2008a, 2008c; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; GRAISA; AL-HABAIBEH, 2011; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015; SINGH <i>et al.</i> , 2016)
k	Não cumprimento de todas as etapas sequenciais inicialmente planejadas	(ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006; SINGH <i>et al.</i> , 2016; TORRES, 2014)
l	Falta de uma linguagem comum a ser utilizada por todos os colaboradores da empresa na implantação das atividades do programa	(ATTRI; GROVER; DEV, 2014; DA COSTA <i>et al.</i> , 2015; GRAISA; AL-HABAIBEH, 2011; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015; TORRES, 2014)

Fonte: vide quadro.

- a. Dificuldade em vender o projeto de implantação para a direção da empresa, ou seja, justificar que melhorias nos indicadores dos sistemas produtivos serão decorrentes da implantação do programa TPM.**

Na fase inicial de implantação do programa TPM são identificadas as seis grandes falhas do processo produtivo: Quebra de máquinas, Mudança de Linhas, Pequenas paradas, Queda de velocidade, Defeitos no processo e Defeitos no início de produção (ESTANQUEIRO; LIMA, 2006). Nesta fase, a falta de indicadores confiáveis se apresenta como uma dificuldade por impossibilitar uma definição clara de focos e objetivos relativos à perda dos equipamentos e processos produtivos, podendo mascarar perdas crônicas (ESTANQUEIRO; LIMA, 2006). Essa falta indicadores confiáveis pode gerar, também, um julgamento equivocado da condição do equipamento, podem ser considerados velhos demais e que não merecem investimento ou podem ser considerados novos com resultados satisfatórios a ponto de uma aplicação da filosofia TPM ser um desperdício (ESTANQUEIRO; LIMA, 2006).

Singh e Gupta (2016) relatam como problema a falta de indicadores de performance efetivos e a falta de mensuração de *OEE (Overall Equipment Efficiency)* para identificação de resultados. Os indicadores de performance são importantes para possibilitar o monitoramento e a tomada de decisões referentes à manutenção do equipamento, porém a falta dessa informação pode gerar inefetividade e ineficiência do processo de manutenção e de implantação do TPM (PARIDA, 2007; SINGH *et al.*, 2016). Além disso, as atividades de manutenção têm como objetivo melhorar o índice *OEE* e a não mensuração desse índice leva a implantação incorreta das atividades de manutenção por não monitorar os principais fatores que influenciam um sistema de performance (SINGH *et al.*, 2016).

Segundo T. Bartz, Siluk e A. Bartz (2012) há uma falta de conhecimento do verdadeiro potencial do modelo de gestão TPM, pois ao analisar somente os aspectos tangíveis o ganho obtido pela implantação do TPM é considerado pequeno, pois não identificam os benefícios intangíveis que a organização pode obter. A não mensuração dos resultados relevantes e benefícios alcançados podem gerar uma falta de suporte pela alta gestão da organização no processo de implantação do TPM (TORRES, 2014). O tempo disponível é outro fator determinante para o apoio ao TPM, uma vez que um intervalo de tempo é necessário desde o momento da implantação até a percepção e identificação de resultados e nesse caso, muitas empresas dão preferência aos programas que demonstram rapidamente seus benefícios (BAGLEE; KNOWLES, 2010). Ahuja e Kumar (2009) identificam, também, como inabilidade de percepção de benefícios do TPM as tentativas de implantações de empresas que imitam e seguem os mesmos procedimentos e as mesmas práticas que as utilizadas em exemplos de

países desenvolvidos, e não adequam a metodologia de implantação, por conseguinte, à situação real de sua organização.

**b. Resistência por parte dos colaboradores em relação às mudanças culturais proporcionadas pela implantação do programa TPM.**

A resistência às mudanças culturais se caracteriza como uma das principais dificuldades apontadas pela literatura em relação à implantação do programa TPM, como pode ser notada pela extensa quantidade de referências bibliográficas relacionadas a esta dificuldade.

Choyds (2006) descreve a implantação do programa TPM como “[...] uma mudança cultural dramática [...]” que afeta toda a estrutura organizacional da empresa de maneira direta. O TPM exige a necessidade de mudança de cultura dos funcionários de toda a empresa, desde o chão de fábrica até a alta gestão. Segundo da Costa *et al.* (2015) a mudança cultural está ligada à mudança de hábitos que é diretamente ligada ao comportamento humano, e este torna-se difícil de ser alterado por ser trabalhado e formado durante toda a vida. Apenas com muitos treinamentos e persistência pode ser atingido, de forma lenta.

Aspinwall e Elgharib (2013) afirmam que uma das maneiras de resistência encontradas dentro das empresas é a utilização de métodos antigos ao TPM para resolução de problemas ao invés de usar práticas adotadas pelo TPM. Além disso, o não envolvimento de muitos operadores ao programa ocorre pelo motivo de considerarem as atividades do TPM como trabalho adicional e não considerem vantajoso em realizar trabalho extra sem aumento de salário relativo (COOKE, 2000; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006). Gonçalves *et al.* (2001 *apud* ESTANQUEIRO; LIMA, 2006) comenta da dificuldade do operador alterar seu método de trabalho por já estar acostumado à ele e muitas vezes essa resistência pode se tornar constante e sabotar o programa de implantação para provar que ele não funciona. Há também o sentimento de insegurança em relação à garantia de trabalho, no qual muitos funcionários apresentam resistência em exercer tarefas de manutenção autônoma por representar ameaças ao emprego de colegas de trabalho (AHUJA; KHAMBA, 2008a; BARTZ; SILUK; BARTZ, 2012).

Segundo Poduval, Pramod e Jagathy Raj (2013) não são apenas os níveis mais baixos de uma organização que apresentam resistência à mudança, a falta de comprometimento da alta

gestão afeta diretamente toda a organização, uma vez que uma organização apresenta mudança se e somente se a alta gestão está disposta a mudar também.

**c. Problemas na implantação de estudos pilotos pontuais desenvolvidos pela empresa como embrião para posterior difusão do programa por toda a empresa.**

Um estudo piloto é necessário antes da implantação do programa TPM em toda organização para que problemas de planejamento possam surgir e para que os mesmos possam ser solucionados. Refina-se, dessa forma, o planejamento inicialmente estruturado (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015). A realização do estudo piloto possibilita o ganho de confiança necessário para a implantação em larga escala em todos os departamentos da (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015). A implantação do programa TPM deveria sempre ser estruturada e planejada seguindo um estudo piloto inicial (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013).

Aspinwall e Elgharib (2013) definem como uma das principais dificuldades para aplicação de um estudo piloto nas organizações a não liberação de equipamentos para teste, visto que os mesmos são amplamente requisitados pelos sistemas produtivos. Outro problema apontado por Attri *et al.* (2013) e Attri, Grover e Dev (2014) é a falha em permitir tempo suficiente para desenvolvimento do estudo piloto e implantação, uma vez que a mudança de um programa reativo para pró ativo leva tempo e exige paciência por parte dos colaboradores.

**d. Baixa priorização na alocação de recursos financeiros destinados à implantação do programa TPM por parte da empresa.**

Baglee e Knowles (2010) e Attri *et al.* (2013) indicam que uma das maiores restrições para adoção de uma nova iniciativa de sistema de manutenção é a falta de financiamento. Atualmente, a alta gestão busca retorno rápido de seus investimentos e não consideram as atividades de manutenção importantes para alcançar sua estratégia de negócio. Além disso,

estratégias de manutenção como o programa TPM podem levar de três a até cinco anos para apresentar retorno dos investimentos iniciais (BAGLEE; KNOWLES, 2010; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; COOKE, 2000). Torres (2014) aponta a não publicação dos resultados mensuráveis alcançados e dos benefícios financeiros alcançados como uma das barreiras no reconhecimento do sucesso financeiro do TPM.

Uma nova estratégia de manutenção requer um comprometimento significativo financeiro por parte das empresas (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013). Porém, a maioria das organizações coloca restrições financeiras para a compra de novos equipamentos pelo departamento de manufatura e muitos gestores acreditam que o custo inicial de desprendimento financeiro para qualquer iniciativa de manutenção supera o potencial retorno de investimento (LAMBERT; DROLET; ABDUL-NOUR, 1999; AL-HASSAN, 2002 *apud* BAGLEE; KNOWLES, 2010). Muitas vezes, também, a não credibilidade do sistema em retornar os investimentos até então realizados, pode ocasionar cortes de budget ao longo do processo de implantação sem explicações razoáveis (RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006).

A baixa alocação de recursos ao programa TPM acaba impactando também a oferta de treinamentos e recompensas. A introdução de um sistema de manutenção, como TPM, necessita de suporte em treinamentos contínuos e detalhados para que haja uma melhoria tanto em relação ao equipamento como também em relação à capacidade do operador e ao desempenho da equipe de manutenção (BAGLEE; KNOWLES, 2010; TSANG; CHAN, 2000). Recompensa e reconhecimento são mecanismos para encorajar a contribuição pró ativa do colaborador para com a organização e devem estar especificamente e diretamente ligados aos objetivos e metas definidos para a implantação do TPM (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015).

Custos adicionais de mão de obra também devem ser levados em consideração pelo motivo do TPM apresentar a necessidade de coordenação constante e integração com outros departamentos, além de um comitê de direção responsável por coordenar todo o programa de implantação e garantir consistência nas tomadas de decisão (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015).

- e. Entendimento deficitário por parte dos colaboradores da filosofia, princípios e ferramentas que compõem o programa TPM.**

A falta de entendimento e conhecimento dos princípios do TPM se caracteriza com um obstáculo à implantação do programa TPM, segundo a literatura (ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAGLEE; KNOWLES, 2010). A dificuldade apresentada devido ao entendimento deficitário da filosofia, princípios e ferramentas por parte dos colaboradores está diretamente atrelada às dificuldades de mudança cultural organizacional e pessoal. A resistência apresentada por muitos colaboradores no tópico 2.3.3 em que a execução de atividades do TPM são consideradas como trabalho adicional demonstra o entendimento insuficiente da metodologia e filosofia (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013).

A falta de visão clara sobre o que é o TPM gera um baixo nível de envolvimento (DA COSTA *et al.*, 2015) e impossibilita aos colaboradores perceberem seus reais benefícios (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013). Uma das principais frases relacionadas à esta dificuldade por parte dos colaboradores, segundo (DA COSTA *et al.*, 2015), é : “Não é minha responsabilidade” o que mostra a falta de entendimento do que o TPM realmente propõe. Muitos operadores temem que o objetivo seja aumentar a eficiência produtiva, reduzindo a mão de obra e aumentando a carga de trabalho (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI *et al.*, 2013; LAWRENCE, 1999). Além disso, a satisfação com a situação atual faz com que os mesmos não queiram assumir responsabilidades adicionais (ATTRI *et al.*, 2013).

Com o intuito de evitar que o TPM seja mal interpretado e conseqüentemente leve à uma falta de adesão em sua implantação, Poduval, Pramod e Jagathy Raj (2015) defendem que previamente ao processo de implantação do TPM, uma política de divulgação deve estar presente na empresa para que os colaboradores saibam o que exatamente o TPM representa, o porquê a organização está fazendo seu uso e quais são os benefícios esperados desse programa de manutenção.

**f. Planejamento deficiente acerca das necessidades de treinamentos aos colaboradores.**

A barreira de mudança cultural organizacional e dos colaboradores, visto acima como uma das principais barreiras para uma correta implantação do TPM, pode ser revertida por meio

de um processo lento e contínuo de treinamentos e persistência (DA COSTA *et al.*, 2015). Segundo Da Costa *et al.* (2015) há uma inexistência de políticas de treinamentos eficazes nas empresas para padronizar e uniformizar os conhecimentos necessários em relação ao TPM. O entendimento dos princípios, objetivos e metas relacionadas à adesão da empresa ao novo programa de manutenção deve ser muito bem explicado em um contexto de treinamento multifocal que garanta, então, não só a padronização dos procedimentos, como também o comprometimento e apoio de todos os envolvidos (AHUJA; KHAMBA, 2008a; DA COSTA *et al.*, 2015; SINGH *et al.*, 2016).

Para Aspinwall e Elgharib (2013), a necessidade de aumentar tanto a responsabilidade quanto entusiasmo dos colaboradores pode ser obtido através de treinamentos e encontros com ênfase nos papéis que cada um executa para o sucesso da empresa e a importância em todo o processo. Além disso, Aspinwall e Elgharib (2013) afirmam que criar um sentido de propriedade é uma questão de remover barreiras e providenciar treinamento e ferramenta corretos para encorajar um relacionamento de suporte com a implantação e desenvolvimento do TPM.

As práticas do TPM devem ser implantadas através de um processo estabelecido de aprendizado e não somente como uma solução rápida para um problema e a empresa deve garantir com que os colaboradores recebam treinamentos sempre atualizados com as tecnologias relacionadas. “À prova de erros” e “Solução de problemas” são competências foco do TPM e devem ser abordadas no programa de treinamento (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013). Além disso, todos os funcionários devem ser treinados seguindo os objetivos e metas de sua empresa (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013).

Attri *et al.* (2013), Attri, Grover e Dev (2014), Ahuja e Khamba (2008a) e Bamber, Sharp e Hides (1999) complementam que a falta de treinamento leva à uma diminuição na efetividade média do equipamento (*OEE*), o que resultará no fracasso de alcançar os benefícios propostos pelo TPM.

Os funcionários não devem ser providos somente de treinamentos técnicos, mas também comportamentais para ocorrer a mudança de *Mind set* necessária do método tradicional de manutenção para o novo e moderno, por exemplo do “Eu opero, você inspeciona, você preserva” para “Eu opero, eu inspeciono, eu preservo” (AHUJA; KHAMBA, 2008c; SINGH *et al.*, 2016). Os principais objetivos dos treinamentos devem abordar a sistemática de desenvolvimento do conhecimento, habilidade e atitude requeridas por uma pessoa para atuar

adequadamente em seu trabalho e a alta gestão deve atuar em definir os objetivos e planos de treinamentos, preparar um calendário, preparar o conteúdo, executar e avaliar a efetividade dos treinamentos (AHUJA; KHAMBA, 2008c).

Em relação às organizações, estas devem estar dispostas a gastar com treinamentos, educação e desenvolvimento de seus funcionários para possibilitar a implantação do TPM. Esses gastos com treinamentos, quando comparados aos benefícios alcançados com a implantação do programa, se mostram como uma quantia mínima (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015).

Assim, como visto acima, o sucesso do TPM é altamente dependente do fator treinamento (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013). Por esse motivo, treinamento e educação para os colaboradores em todos os níveis organizacionais devem ser tratados como iniciativas estratégicas chaves para uma implantação TPM com sucesso (AHUJA; KHAMBA, 2008c).

**g. Falta de apoio e suporte por parte da alta direção para conscientizar toda a empresa sobre a importância do programa.**

O termo “*total*” do TPM enfatiza a necessidade de envolvimento de toda mão de obra da organização, da alta gestão até o chão de fábrica e nesse ponto, o suporte da alta gestão torna-se crucial para o sucesso do TPM (ATTRI *et al.*, 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013; TORRES, 2014). Segundo Panneerselvam (PANNEERSELVAM, 2012), o sucesso de implantação do TPM é resultado do comprometimento, envolvimento e suporte da alta gestão e funcionários. Poduval, Pramod e Jagathy Raj (2013) defendem que o suporte por parte da alta gestão age como uma força coesiva que consegue unir todos os funcionários e departamentos da organização, além de ser responsável por repassar os benefícios do TPM a todos os níveis organizacionais.

Foi observado que 80% de empresas que tentaram implantar o programa de manutenção TPM falharam devido à falta de suporte da alta gestão (ATKINSON, 1990 e JAEHN, 2000 *apud* SINGH *et al.*, 2016). A implantação de novas filosofias necessita de recursos adicionais e a alta gestão torna-se, então, responsável por disponibilizar tais recursos como mão de obra,

tempo e dinheiro (SHIN *et al.*, 1998 e HANSSON; BACKLUND, 2003 *apud* SINGH *et al.*, 2016).

A implantação do TPM começa, então, com o comprometimento e determinação da alta gestão e colaboradores. Uma vez que a alta gestão esteja comprometida com o sucesso do TPM, o próximo passo passa a ser o convencimento dos colaboradores e a educação em relação aos conceitos, ações necessárias e benefícios do TPM (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013). A principal decisão estratégica, segundo Attri *et al.* (2013), depende do comprometimento da alta gestão na adoção do TPM para ajudar a organização a superar eficientemente diversas barreiras reais. O suporte pela alta gestão é importante principalmente para driblar as barreiras em relação à mudança cultural necessária por parte de todos os colaboradores e muitas vezes, a gestão não consegue repassar sua visão para os colaboradores, que conseqüentemente não entendem a necessidade de mudança (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013).

Patterson, Kennedy e Fredendall (1995) enfatizam que o desenvolvimento do programa TPM deve ter como referência o papel de liderança da alta gestão. Ela será responsável por estabelecer metas e medidas, elaborar plano mestre e comunicá-lo a todos na organização e criar um sistema para treinamento e desenvolvimento dos funcionários. O programa TPM será efetivo somente se a alta gestão estiver completamente envolvida e comprometida (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015). Caso isso não ocorra, o programa TPM sofrerá fracasso prematuro (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013).

Assim, Ahuja e Khamba (2008a), Aspinwall e Elgharib (2013), Attri *et al.* (2013), Attri, Grovere Dev (2014), Bamber, Sharp e Hides (1999), Cooke (2000), Gupta, Vardhan e Al Haque (2015), Kelly (2006), Poduval, Pramod e Jagathy Raj (2013, 2015), Singh *et al.* (2016) e Torres (2014) consideram a falta de suporte pela alta gestão uma das principais dificuldades encontradas na literatura na implantação do TPM.

#### **h. Comunicação deficiente e baixa sinergia entre áreas envolvidas na implantação do programa TPM.**

O TPM abrange grupos de pessoas de diversas áreas dentro da organização e uma comunicação falha pode ruir as bases do programa ao gerar problemas de gestão, não cumprimento de prazos e obstrução de resultados e benefícios (ESTANQUEIRO; LIMA, 2006). Os mesmos autores apontam ainda a falta de comunicação ou inexistência de suporte entre os Pilares Produtivos do TPM, que englobam os Pilares de Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Manutenção Focada e Educação e Treinamento que, quando não integrados e aplicados em sua totalidade, podem ser fatores decisivos ao fracasso do programa.

Outro problema evidenciado é a falta de comunicação entre as decisões tomadas pela gestão e o modo como são comunicadas aos envolvidos (RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006). Rodrigues e Hatakeyama (2006) defende ainda que a falta de explicação pela alta gestão pode levar à perda do canal de sugestão de melhorias devido à desmotivação por parte dos funcionários. A falta de comunicação resultará em menor participação dos operários nas atividades relacionadas ao TPM o que levará ao seu fracasso (ATTRI *et al.*, 2013).

A baixa sinergia e coordenação entre departamento de manutenção e produção são obstáculos que afetam diretamente o resultado de implantação do TPM (AHUJA; KHAMBA, 2008a; ATTRI *et al.*, 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014). Há nas empresas uma divisão firme entre as responsabilidades de cada departamento de manutenção e produção (AHUJA; KHAMBA, 2008a). Porém, o TPM descreve um relacionamento sinérgico entre todas as áreas envolvidas, mas principalmente entre a manutenção e a produção para a melhoria contínua da qualidade do produto, da eficiência operacional, da produtividade e segurança (AHUJA; KHAMBA, 2008a; LABIB, 1999; MAGGARD; RHYNE, 1992; SUN; YAM; WAI-KEUNG, 2003).

A comunicação e informação dentro de uma empresa deve fluir de modo a criar um ambiente aberto e receptivo dentro da organização (MOSADEGHRAD, 2014 *apud* SINGH *et al.*, 2016). Devido ao fato da comunicação e informações não fluírem lateralmente, membros da organização não são capazes de identificar e reportar os motivos de manutenção e confiabilidade e, por conseguinte, não conseguem fazer sugestões para melhorias (HANSSON; BACKLUND, 2003 *apud* SINGH *et al.*, 2016). Deveria haver uma maior comunicação e cooperação e entre os departamentos de manutenção e operação (COOKE, 2000). O aumento da cooperação e comunicação entre manutenção e produção e entre gestão e mão de obra possibilita um maneira “mais inteligente” de ambiente de trabalho por meio do aumento da motivação e satisfação dos funcionários (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013). A criação de

confiança por meio de comunicação efetiva, participação de funcionários em decisões, aceitação de ideia e feedback frequente são catalisadores que possibilitam a melhoria das atividades estratégicas do TPM (AHUJA; KHAMBA, 2008a).

**i. Dificuldade na atribuição de maior responsabilidade e autonomia aos colaboradores.**

De acordo com Davis e Willmott (1999), a implantação do programa TPM segue uma filosofia de empoderamento e incentivo dos de todos colaboradores, em especial dos de chão de fábrica. Os colaboradores não só devem ser participantes ativos, como também devem estar satisfeitos com seus trabalhos e também com o sentimento de propriedade (SINGH *et al.*, 2016; YAMASHINA, 1995). A falta de empoderamento indica participação inativa dos colaboradores e, conseqüentemente, redução da eficiência no programa de manutenção (SINGH *et al.*, 2016).

Há uma grande dificuldade por parte do departamento de manutenção, devido à falta de confiança, em permitir que operadores tenham maior autonomia e responsabilidade em relação às tarefas básicas de manutenção (ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; COOKE, 2000).

Aspinwall e Elgharib (2013) apontam, também, que criar o sentimento de posse pelo operador é uma questão de remover barreiras e de proporcionar treinamentos adequados e ferramentas para encorajar um relacionamento de suporte entre os colaboradores e gestão. O medo que persiste nos funcionários responsáveis pela manutenção é de que os operadores não realizarão as tarefas de manutenção corretamente e posteriormente o departamento de manutenção terá de corrigir o que foi feito de errado (LAWRENCE, 1999). Colaboradores e gerentes da produção são relutantes em delegar tais responsabilidades temendo que operadores não tenham conhecimento ou tempo suficiente para realização dessas tarefas (LAWRENCE, 1999).

A resistência ocorre não somente por um departamento específico, mas muitas vezes por toda a gestão ao oferecer empoderamento e reconhecimento de operadores e gera também uma inabilidade de incentivar a tomada de decisões e melhorias relacionadas ao equipamento por parte dos operadores (AHUJA; KHAMBA, 2008a). A confiança entre os grupos e departamentos envolvidos na implantação do TPM deve existir, caso contrário as condições e os

meios para implantação serão comprometidos (AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013).

**j. Planejamento deficiente em relação às metas e objetivos a serem alcançados pela implantação do programa TPM.**

Algumas barreiras, discutidas a seguir, estão diretamente ligadas à falta de planejamento e estudo das metas e objetivos que não representam a realidade da organização a serem alcançados pelo programa TPM. Uma das principais é a inabilidade em alinhar todos os funcionários às definições de objetivos e metas da organização (AHUJA; KHAMBA, 2008c; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013). Outras barreiras são as inadequações do plano mestre ao atual cenário e inexistência de uma abordagem focada quando somente uma adesão firme à visão TPM e elaborados planos mestres de implantação coerentes com a realidade de inserção da organização podem levar ao sucesso efetivo de implantação do programa TPM (AHUJA; KHAMBA, 2008a). A não clareza e a falta de coordenação dos objetivos com o cenário real e de políticas organizacionais em relação ao TPM podem levar ao fracasso de sua implantação (ATTRI; GROVER; DEV, 2014).

Além disso, muitas multinacionais enfrentam problemas organizacionais em coordenar, entender e tornar padrão a implantação do TPM para diferentes países, produtos e plantas (CIGOLINI; TURCO, 1997). Há, também, a tentativa de muitas empresas em implantar o TPM da mesma maneira, seguindo os mesmos objetivos e metas e usando o mesmo padrão de empresas Japonesas (BAMBER; SHARP; HIDES, 1999). Graisa e Al-Habaibeh (2011) defendem, por sua vez, que muitas empresas localizadas em países menos desenvolvidos encontrarão dificuldades em implantar os mesmos objetivos, técnicas e estratégias modernas, o que poderá levar à uma instabilidade no sistema produtivo existente, diferentemente dos países desenvolvidos em que as pesquisas são voltadas a otimizar uma performance em um sistema de alta produtividade já existente. Assim, as metas e objetivos devem estar alinhadas com a realidade em que a organização está inserida para que a implantação do TPM tenha sucesso.

**k. Não cumprimento de todas as etapas sequenciais inicialmente planejadas.**

O TPM é um modelo de gestão que traz competitividade às empresas, mas para a obtenção de sucesso é necessário que todas as etapas da implantação sejam seguidas de forma a assegurar a completa obtenção dos resultados esperados (BARTZ; SILUK; BARTZ, 2012). Muitas empresas realizam a simplificação de várias atividades planejadas ou simplesmente optam pela implantação de apenas alguns pilares, segundo Estanqueiro e Lima (2006), aumentando assim a chance de fracasso.

Para uma implantação de sucesso do TPM, um planejamento em longo prazo deve ser feito anteriormente à sua implantação prática. A inexistência de um plano de implantação detalhado indica que não há um direcionamento a ser seguido para o desenvolvimento do TPM. Segundo o *Institute of Quality Assurance* (1998 *apud* BAMBER; SHARP; HIDES, 1999) “*Failing to plan, is planning to fail*”, ou seja, “Falhar em planejar é planejar a falhar”. Assim, o planejamento à longo prazo deve ser feito para garantir o sucesso de implantação do TPM. Planejamento estratégico de implantação do TPM é essencial à medida que promove um *framework* para tomada de decisão proativa, avaliação contínua da performance e possibilita também identificar os riscos e implantar estratégias para lidar com eles (RAJ; ATTRI, 2010 *apud* ATTRI; GROVER; DEV, 2014).

Alguns autores apontam a falta de tempo para acompanhamento da evolução do programa (ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999), um planejamento a longo prazo ineficiente (ATTRI; GROVER; DEV, 2014; SINGH *et al.*, 2016), a mudança constante no cronograma (RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006) e o não acompanhamento dos resultados (ATTRI; GROVER; DEV, 2014; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006) como meios que levam à falha da filosofia TPM. Torres (2014) afirma, além disso, que “declarar vitória” antes da penetração da mudança cultural necessária na empresa pode levar à regressão em todo o desenvolvimento já alcançado.

Ao se estruturar o planejamento para a implantação do programa TPM deve-se evitar a replicação de planos já utilizados por outras empresas. Cada plano de implantação deve ser adequado ao local e as condições em que está inserido e para isso deve existir flexibilidade no desenvolvimento do projeto de implantação para que este tenha maiores chances de sucesso (ATTRI *et al.*, 2013).

**1. Falta de uma linguagem comum a ser utilizada por todos os colaboradores da empresa na implantação das atividades do programa.**

A criação de padrões, normas e regulamentos a serem seguidos na implantação do programa TPM permite melhor organização das atividades e, conseqüentemente, maiores chances de sucesso (KOT; GRONDYS, 2013; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013). A padronização contribui com a clareza, repetibilidade e previsibilidade de processos que, conseqüentemente, geram benefícios organizacionais como, por exemplo, melhor desempenho das tarefas confiadas aos colaboradores, rápida análise dos resultados obtidos, aumento da eficiência e da qualidade de produtos e serviços oferecidos (KOT; GRONDYS, 2013).

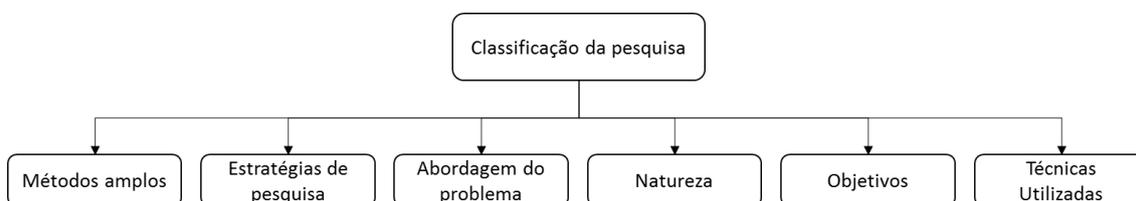
A implantação do TPM requer atividades rotineiras de manutenção por parte dos operadores e a disponibilização de instruções de trabalho padrões para detalhar as atividades a serem realizadas é de extrema importância, de forma a documentar e manter o controle de qualidade dos processos (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015). Processos descritos de forma clara garantem que equipamentos funcionem corretamente e a probabilidade de falha torna-se mínima (PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013).

## 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 3.1 Classificação da pesquisa

Gil (2007) define o conceito de pesquisa como um processo de desenvolvimento do método científico de maneira formal e sistemática, com objetivo fundamental de encontrar respostas para problemas por meio do uso de procedimentos científicos. A pesquisa social é caracterizada pelo mesmo autor como o processo que por meio de metodologia científica obtém conhecimentos novos no campo da realidade social. Alvim (2008) define a pesquisa científica de forma a contribuir com o conhecimento humano em todos os setores que envolvem a ciência pura ou aplicada.

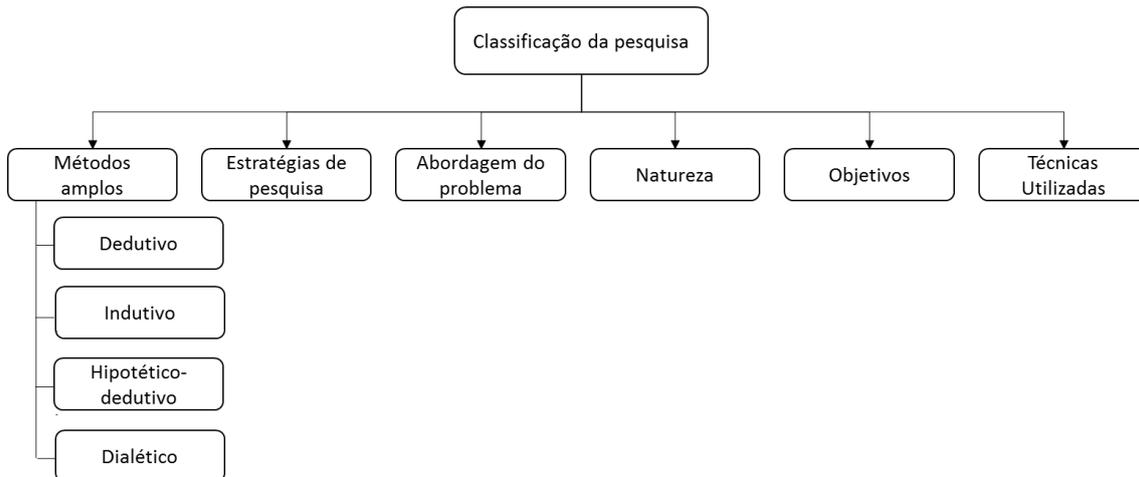
Seguindo os critérios clássicos de classificação de pesquisa com base em Anholon (2006), Ruy (2002), Martins (1999), Silva e Menezes (2001) e Gil (1988), esta pesquisa será caracterizada através de seus métodos amplos, estratégias de pesquisa, abordagem do problema, natureza, objetivos e técnicas utilizadas, como explicado na Figura 3.1.



**Figura 3.1:** Critérios clássicos de classificação de pesquisa.

Fonte: Adaptado de Anholon (2006), Ruy (2002), Martins (1999), Silva e Menezes (2005) e Gil (2007)

Os métodos amplos são os que proporcionam as bases lógicas de investigação e que depende de fatores como a natureza do objeto a ser pesquisado, os recursos disponíveis, o grau de abrangência do estudo e à corrente filosófica vinculada (GIL, 2007). Como mostrado na Figura 3.2, os métodos amplos podem ser divididos em dedutivos, indutivos, hipotético-dedutivo e dialético (GIL, 2007; NETTO; MELO, 2008).



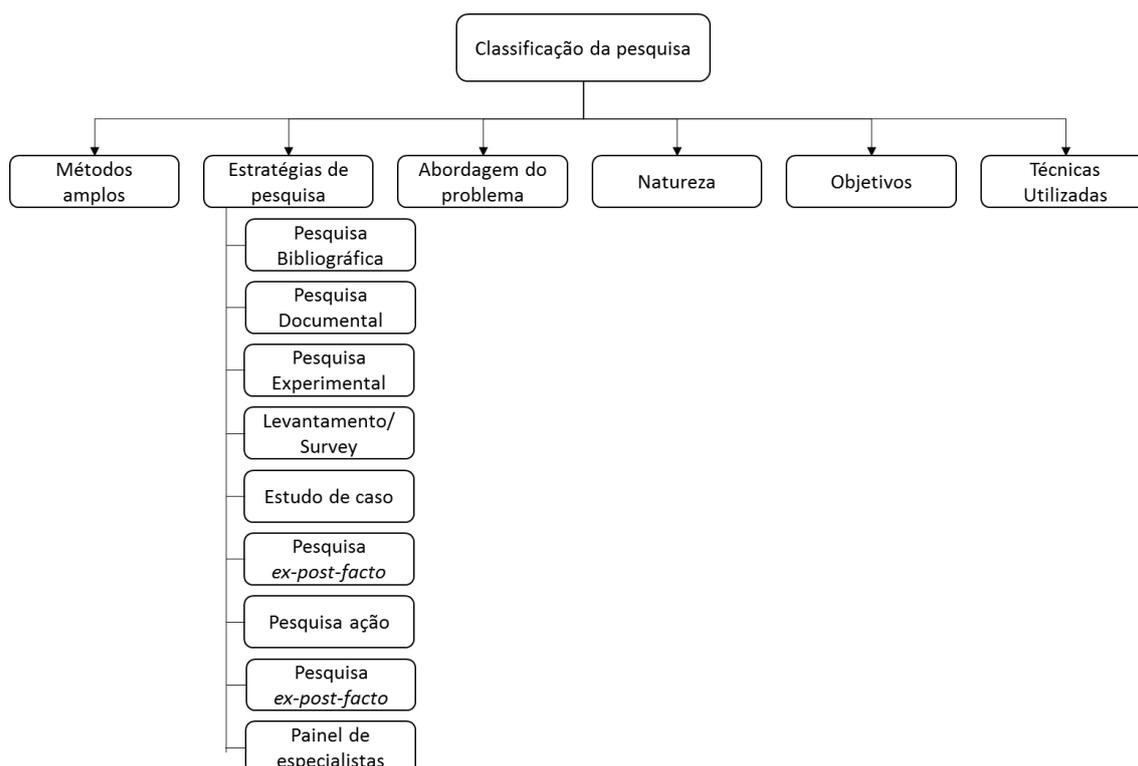
**Figura 3.2:** Classificação da pesquisa em métodos amplos.

Fonte: Adaptado de Anholon (2006), Ruy (2002), Martins (1999), Silva e Menezes (2005) e Gil (2007)

O método dedutivo é o método que através de um visão geral de uma situação chega-se aos aspectos particulares. O método indutivo, por outro lado, apresenta característica inversa ao dedutivo, ou seja, tem início com o particular e alcança a generalização após a coleta de dados (GIL, 2007; GRAY, 2012). O método hipotético-dedutivo diferencia-se do método dedutivo ao tentar falsear ou negar as hipóteses através de evidências empíricas (GIL, 2007). O método dialético, por sua vez, utiliza ação recíproca, contradição intrínseca ao fenômeno e da mudança lógica para o aprofundamento dos fenômenos (NETTO; MELO, 2008).

Tomando por base as considerações anteriores, a autora desta dissertação classifica a presente pesquisa como indutiva, mesmo valendo-se de uma amostragem não probabilística por julgamento, visto que irá coletar dados junto a uma amostra de profissionais e procurará generalizar as conclusões.

Do ponto de vista da estratégia de pesquisa, muitas são as classificações possíveis, como ilustra a Figura 3.3.



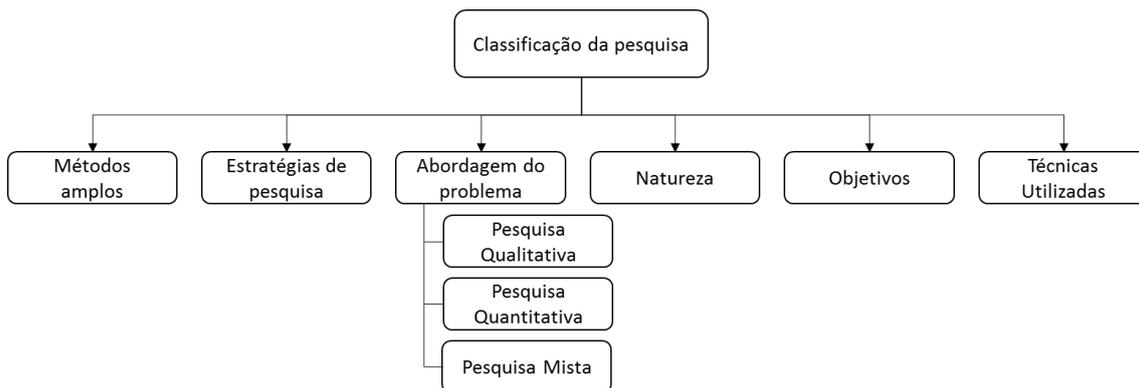
**Figura 3.3:** Classificação da pesquisa em estratégias.

Fonte: Adaptado de Anholon (2006), Ruy (2002), Martins (1999), Silva e Menezes (2005) e Gil (2007)

Dentre as opções apresentadas, esta pesquisa valeu-se inicialmente de uma pesquisa bibliográfica, por meio da qual foram obtidas as doze principais dificuldades observadas durante as fases de planejamento e implantação do programa do TPM. Essas dificuldades foram posteriormente segregadas em dois constructos temáticos por meio de um painel de especialistas, sendo os mesmos denominados “dificuldades relacionadas à fase de planejamento” e “dificuldades relacionadas à fase de implantação”. Tomando por base os dois constructos gerados, estruturou-se um questionário que serviu de base para a realização de *survey*. A pesquisa bibliográfica é desenvolvida, segundo Gil (2007), a partir de materiais já elaborados como livros e artigos científicos. Gray (2012) exalta ainda a necessidade do pesquisador em entender a bibliografia no campo de estudo antes de iniciar uma pesquisa significativa. O painel de especialistas, por sua vez, é considerado como técnica de pesquisa por apresentar um caráter coletivo através da reunião de várias pessoas consideradas aptas para o tratamento e julgamento de questões envolvidas da pesquisa, possibilitando a análise de tema complexo e controverso (PINHEIRO; FARIAS; ABE-LIMA, 2013). Neste trabalho, o painel de especialista foi utilizado como fase preliminar de forma a gerar contribuição de bases para

futura investigação (PINHEIRO; FARIAS; ABE-LIMA, 2013). A *survey*, conhecida também como levantamento, é definida pela interrogação de pessoas através de perguntas com o objetivo de conhecer os comportamentos e tirar conclusões sobre os dados levantados (GIL, 2007).

Do ponto de vista de abordagem do problema, as pesquisas podem ser classificadas em qualitativas, quantitativas e mistas como ilustra a Figura 3.4.

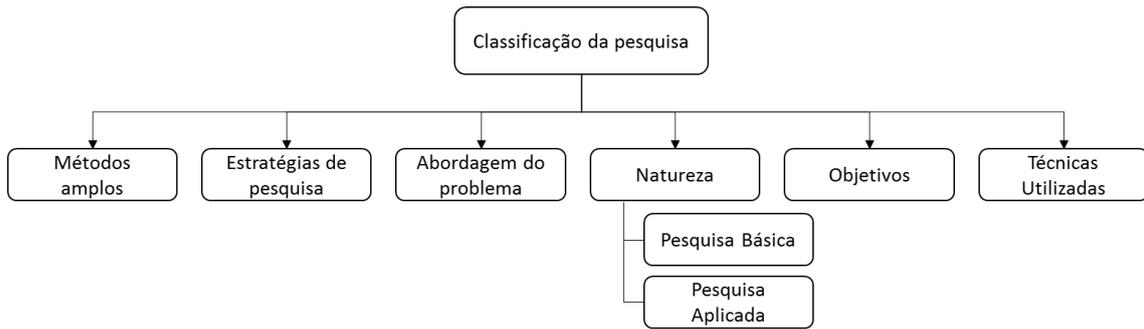


**Figura 3.4:** Classificação da pesquisa em abordagem do problema.

Fonte: Adaptado de Anholon (2006), Ruy (2002), Martins (1999), Silva e Menezes (2005) e Gil (2007)

A abordagem qualitativa visa entender fenômenos dentro de contexto específico e possui como foco principal o entendimento e explicação de comportamentos (GRAY, 2012; SILVA; MENEZES, 2005). Na pesquisa quantitativa, o propósito é a coleta de dados em forma de números que meçam ocorrências, dados estes que podem ser opiniões e informações e que traduzidos em números podem ser classificados e analisados (GRAY, 2012; SILVA; MENEZES, 2005). Métodos mistos incluem pelo menos um método qualitativo e outro quantitativo e possibilitam que essas duas abordagens se apoiem e se complementem (GRAY, 2012). A pesquisa descrita por esta dissertação se utiliza de uma abordagem mista à medida que visa explorar e entender o fenômeno TPM e seu comportamento nas empresas brasileiras através de indicadores via escala (0 a 10) e técnica estatística Modelagem de Equações Estruturais (*Soft Modelling*) para facilitar a análise de dados.

Quanto à natureza da pesquisa, ela pode ser básica ou aplicada como ilustra a Figura 3.5.

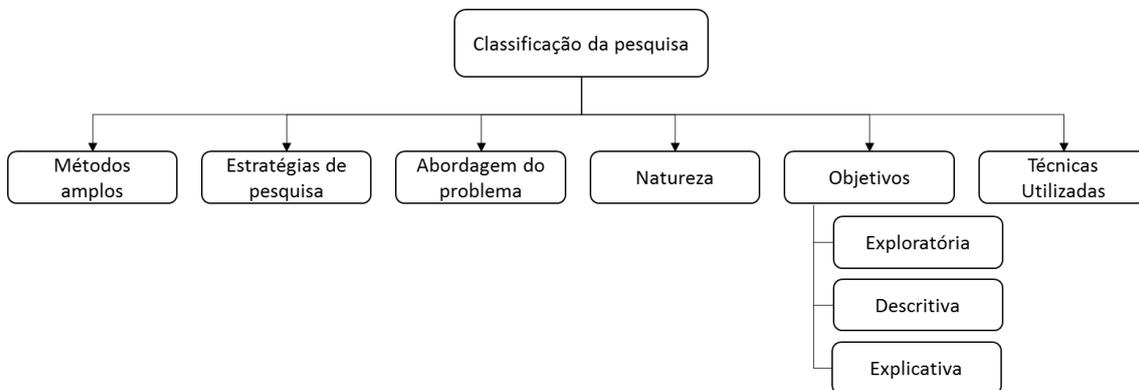


**Figura 3.5:** Classificação da pesquisa em natureza.

Fonte: Adaptado de Anholon (2006), Ruy (2002), Martins (1999), Silva e Menezes (2005) e Gil (2007)

A pesquisa básica tem como objetivo entender, explicar ou descrever fenômenos sem aplicação prática, já a pesquisa aplicada gera novos conhecimentos com finalidade prática e imediata e dirigidos à solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2005). A pesquisa desenvolvida pela autora desta dissertação é classificada como aplicada, uma vez que os conhecimentos adquiridos e resultantes nela podem ser de grande auxílio para potencializar resultados em empresas que fazem uso do programa TPM.

De acordo com os objetivos, uma pesquisa pode ser classificada em exploratória, descritiva e explicativa. A Figura 3.6 ilustra estas possibilidades de classificação.



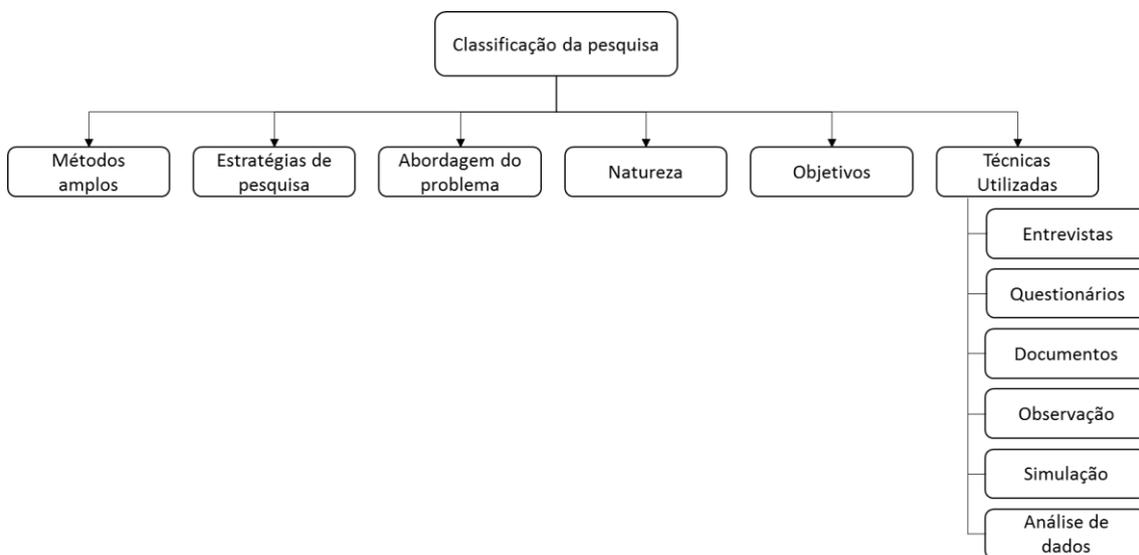
**Figura 3.6:** Classificação da pesquisa em objetivos.

Fonte: Adaptado de Anholon (2006), Ruy (2002), Martins (1999), Silva e Menezes (2005) e Gil (2007)

A pesquisa exploratória tem como objetivo fornecer uma visão global de determinado objeto de pesquisa (GIL, 2007). A pesquisa descritiva, por sua vez, tem como objetivo identificar, registrar e analisar as características, fatores ou variáveis relacionadas ao fenômeno ou processo e estabelecer relações entre as variáveis encontradas (GIL, 2007; NETTO; MELO, 2008). A pesquisa explicativa apresenta maior aprofundamento do conhecimento na realidade

ao buscar explicar a razão do fenômeno (GIL, 2007). Pelo motivo desta pesquisa objetivar compreender melhor a relação entre dificuldades observadas na fase de planejamento e dificuldades observadas na fase de implantação do programa TPM e pelo fato dessa relação ter sido pouco explorada em pesquisas acadêmicas, classificasse-se a mesma como exploratória (GIL, 2007). Entende-se que os resultados aqui alcançados serão de extrema importância para futuros pesquisadores no desenvolvimento de modelos ou ferramentas de gestão da produção.

Por fim, pode-se classificar uma pesquisa segundo as técnicas utilizadas, como indica a Figura 3.7.

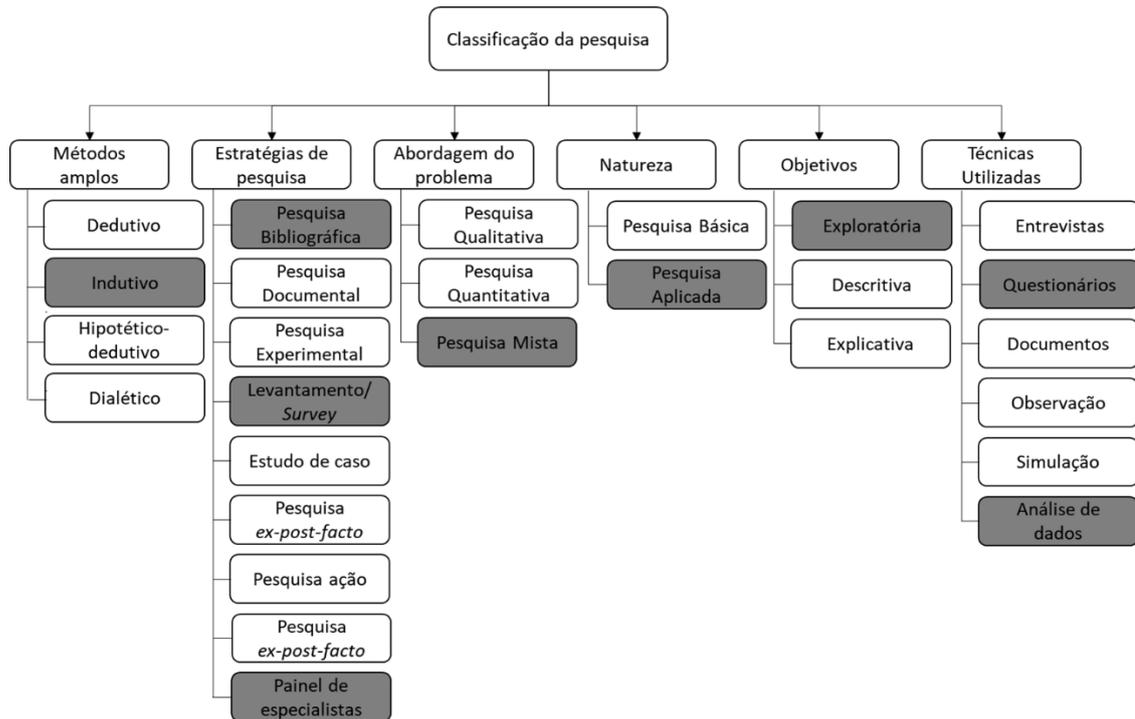


**Figura 3.7:** Classificação da pesquisa em técnicas de coleta e análise de dados.

Fonte: Adaptado de Anholon (2006), Ruy (2002), Martins (1999), Silva e Menezes (2005) e Gil (2007)

A técnica de coleta de dado utilizada nesta pesquisa foi o questionário pois possibilita o alcance de um maior número de pessoas, independentemente da localização geográfica que elas se encontram e também permite às pessoas a escolha do momento mais conveniente para respondê-lo (GIL, 2007). Os dados coletados por meio deste questionário foram analisados via Modelagem de Equações Estruturais, mais precisamente por meio da Técnica de PLS-SEM (*Soft Modelling*).

Em resumo, a Figura 3.8 apresenta a classificação metodológica da pesquisa com base no que foi discutido anteriormente.



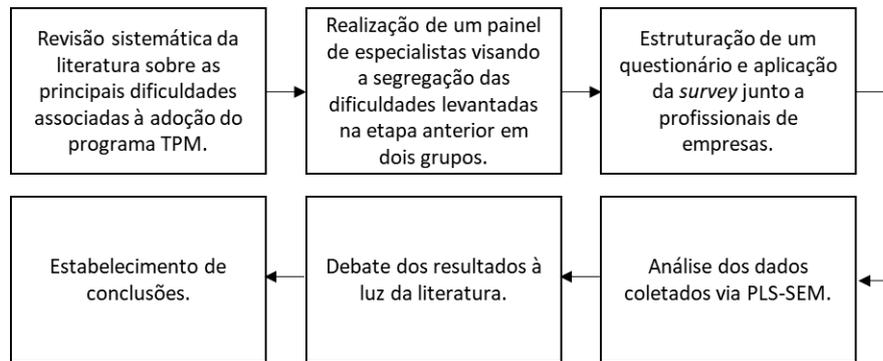
**Figura 3.8:** Classificação metodológica da pesquisa.

Fonte: Adaptado de Anholon (2006), Ruy (2002), Martins (1999), Silva e Menezes (2005) e Gil (2007)

### 3.2 Método de pesquisa

Uma vez classificado o que é pesquisa, é necessário definir o método de pesquisa. Gil (2007) define método como o caminho para se alcançar determinado fim e portanto o método científico como o conjunto de procedimentos tanto intelectuais como técnicos adotados para atingir o conhecimento.

A Figura 3.9 apresenta uma visão geral das etapas desenvolvidas para a execução desta pesquisa de mestrado. Realiza-se, na sequência, um detalhamento de cada etapa.

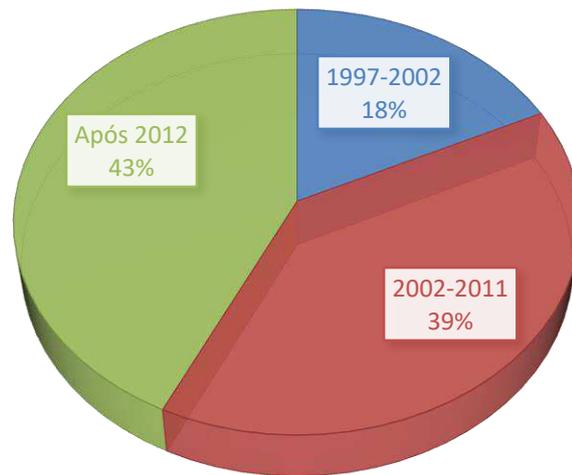


**Figura 3.9** Etapas para a realização da pesquisa.  
Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.

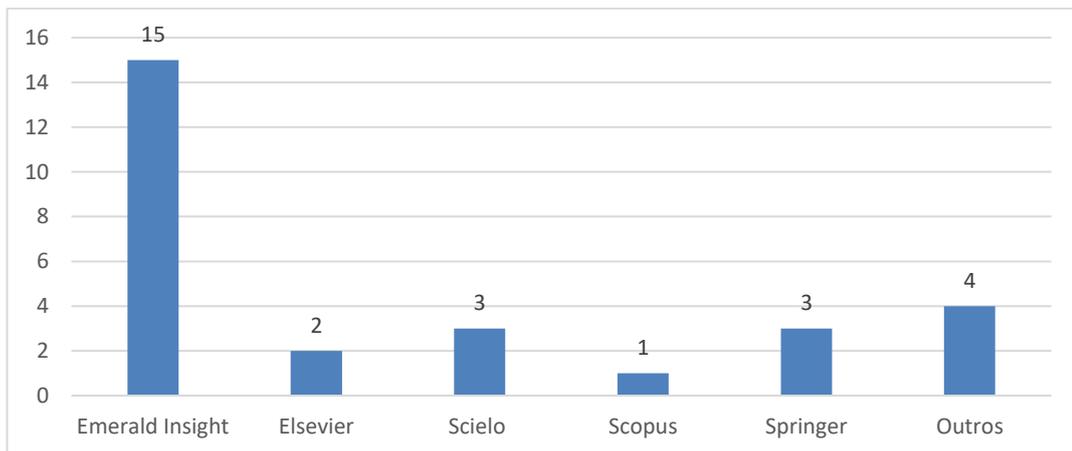
### 3.2.1 Revisão sistemática da literatura

O levantamento bibliográfico foi realizado através de artigos científicos encontrados nas bases Emerald, Scopus, Elsevier, Omnia Science, Scielo, Springer, Web of Science, Science Direct e Wiley. Os termos de busca foram definidos como “*Total Productive Maintenance*” e Manutenção Produtiva Total combinados respectivamente à “*barriers*” e “*difficulties*” ou barreiras e dificuldades. A pesquisa desses termos ocorreu no título do artigo, resumo e palavras-chave.

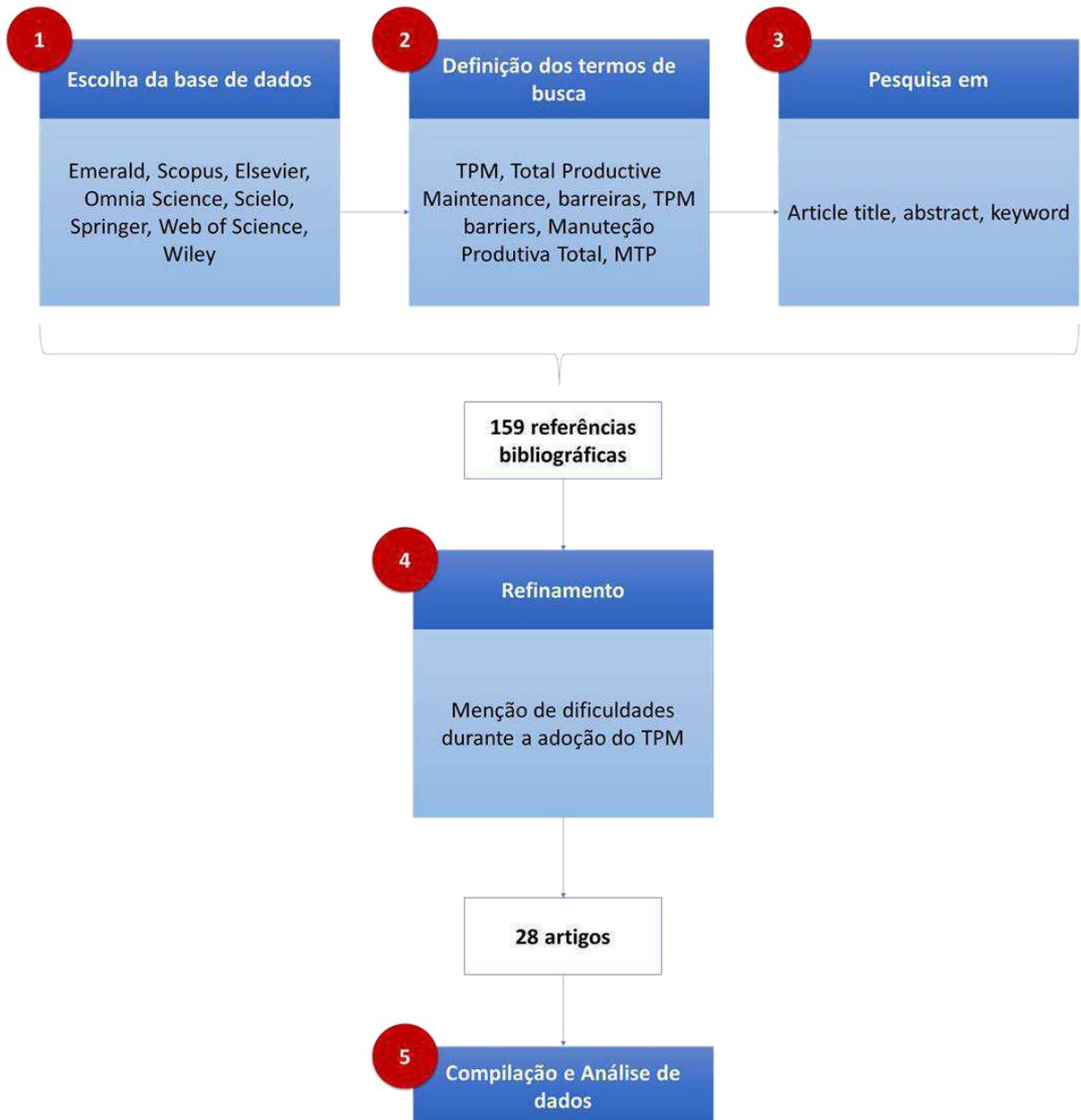
No total, foram encontradas 159 referências bibliográficas entre todas essas bases que tratassem sobre o macro tema TPM, dentre eles estudos de casos, *papers* acadêmicos, conceituais e artigos de congressos. Para o Quadro 2.2 obtida ao final do Capítulo 2, foi feito um refinamento destes 159 artigos com foco naqueles que apresentassem menções às dificuldades, barreiras e limitações encontrados e observados durante a adoção do TPM. Para a elaboração do capítulo 2 desta dissertação foram utilizados 61 artigos finais. Dentre eles, foca-se em um total de 28 artigos, desde 1997 a 2017, que foram utilizados para a formação do Quadro de dificuldades. Cinco artigos de 1997-2002 foram analisados, onze estudos de 2002-2011 e desde 2012, houveram doze estudos relacionados às dificuldades do TPM como mostra a Figura 3.10. A Figura 3.11 mostra a distribuição dos artigos utilizados para a formação do Quadro principal de dificuldades. A Figura 3.12 mostra o fluxograma metodológico utilizado para seleção das referências bibliográficas utilizadas neste trabalho.



**Figura 3.10:** Ano de publicação dos estudos analisados para o Quadro 2.2.  
Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.



**Figura 3.11:** Fontes das publicações para formação do Quadro 2.2.  
Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.



**Figura 3.12:** Fluxograma do método utilizado.  
Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.

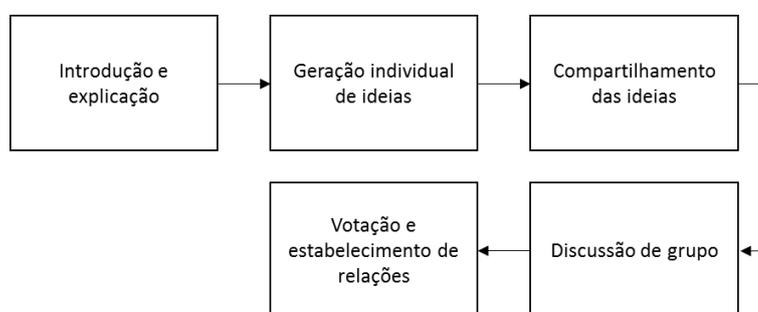
### 3.2.2 Painel de especialistas

O painel de especialistas, também conhecido como Técnica de Grupo Nominal (TGN), é uma técnica marcada por construção de consenso. É um método de discussão em pequenos grupos formados por especialistas no assunto que permite selecionar, fazer julgamentos e

contribuir com a criatividade de sugestões e debates para a resolução de um problema (CAMPOS *et al.*, 2010). O TGN é conhecido por ser um procedimento ordenado capaz de obter informações qualitativas relevantes e confiáveis a partir de um grupo de especialistas e as mais comuns aplicações deste método são: identificação de problemas, geração das perguntas certas de pesquisas, desenvolvimento de soluções e estabelecimento de prioridades de ação (HARVEY; HOLMES, 2012).

Os motivos de escolha dessa técnica foram: eficiência de tempo e custo, possibilidade de processo único com aquisição substancial de informações em um curto período de tempo, não requer preparação prévia por parte dos especialistas e permite com que todos contribuam de forma igual com opiniões e informações (HARVEY; HOLMES, 2012).

Nesta pesquisa, o painel de especialistas foi utilizado como mecanismo para segregação das dificuldades levantadas na literatura em dois grupos temáticos e que serviram como base para a *survey* realizada posteriormente. A utilização do painel de especialistas em fases preliminares é indicada por (PINHEIRO; FARIAS; ABE-LIMA, 2013). Estiveram presentes ao todo 10 pessoas, das quais 5 doutores em engenharia de produção e 5 profissionais de indústria e consultoria. Vale ressaltar que a base de discussão foi o Quadro 2.2 de principais dificuldades observadas ao longo da adoção da Manutenção Produtiva Total. Resumidamente, a Figura 3.13 apresenta o protocolo seguido pelo painel de especialistas.



**Figura 3.13:** Protocolo do Painel de especialistas.

Fonte: elaborado pela autora desta dissertação com base em Harvey e Holmes (2012).

### 3.2.3 Estruturação do questionário

Com o painel de especialistas, foi possível a divisão das dificuldades encontradas em constructos, formando o modelo teórico que serviu de base para a aplicação do questionário. O

objetivo principal da pesquisa está relacionado à tentativa de comprovar a relação entre os constructos elaborados no painel de especialistas.

A elaboração do questionário foi feita através da plataforma *Google Forms*. O questionário foi constituído de duas partes. A primeira delas é dedicada a caracterização da amostra, como nome, *e-mail*, anos de experiência no assunto e relação com o tema. A segunda parte é dedicada a análise de observação das doze dificuldades. Por meio de uma escala de 0 a 10, os respondentes deveriam indicar o quanto observaram ou observam uma determinada dificuldade. Nos extremos, a nota 0 indica a não observação da dificuldade ao passo que a nota 10 indica observação máxima da mesma. O tempo de preenchimento previsto para o questionário foi de 15 minutos. Instruções para preenchimento foram explicitadas no corpo do texto de introdução ao questionário. O questionário pode ser encontrado como Apêndice B ao final deste trabalho.

Seguindo as indicações de Gil (2007), após redigido o questionário foi elaborado um pré-teste do mesmo antes de sua aplicação final para evidenciar possíveis falhas na redação das questões. Os *feedbacks* dos respondentes foram coletados ao fim da aplicação de cada teste para obter informações sobre possíveis dificuldades encontradas. Vale ressaltar que nesta etapa dez pessoas foram envolvidas e nenhuma delas participou depois na amostra final.

Devido ao envolvimento de seres humanos, mesmo que em caráter de opinião, toda a pesquisa realizada no Brasil deve passar por aprovação de um comitê de ética visando a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes, atendendo à Resolução CNS n.º 466/12 (“CEP - Comitê de Ética em Pesquisa | Pró Reitoria de Pesquisa”, [s.d.]). Assim, o questionário elaborado foi submetido ao Comitê de Ética Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas, e foi aprovado e autorizado sob o número de Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 73171517.0.0000.5404.

### **3.2.4 Aplicação da *survey***

Após a autorização pelo Comitê de Ética ocorrida no dia 10 de setembro de 2017, a coleta de dados com profissionais da área ocorreu durante o período de 10/10/2017 a 20/11/2017.

Como primeiro passo, estruturou-se uma lista de profissionais com atuação em TPM tomando por base o *LinkedIn* (rede social de negócios) e o próprio *networking* da aluna e do professor orientador. Ao todo foram contatados 220 profissionais durante os meses de setembro a novembro de 2017, por mensagens diretas na plataforma *LinkedIn* e por *e-mails*, os quais continham o propósito da pesquisa e o *link* de acesso do questionário. Ao todo foram obtidas 69 respostas válidas para a análise estatística, caracterizando um índice de retorno de 31,3%.

É relevante explicitar que a escolha dos profissionais para participação da pesquisa se deu via amostragem não probabilística por julgamento. No caso, não foram pesquisados todos os integrantes da população estudada, e sim foram escolhidos aqueles julgados como aptos a responderem considerando a atuação com o programa TPM.

### **3.2.5 Análise de dados via PLS-SEM**

A análise dos coletados foi realizada por meio da Modelagem de Equações Estruturais (SEM ou *Structural Equation Modelling*), uma abordagem estatística utilizada para testar hipóteses sobre as relações entre variáveis latentes e variáveis observadas. A referida técnica tenta explicar como a realidade se comporta (GOSLING; GONÇALVES, 2003).

Dentre as técnicas utilizadas na SEM, duas podem ser ressaltadas: a baseada na covariância dos fatores (CB-SEM) e o método dos mínimos quadrados parciais (PLS-SEM) (F. HAIR JR *et al.*, 2014; WONG, 2013). O método CB-SEM é muito utilizada para confirmar ou rejeitar teorias através do teste de hipóteses, particularmente quando a amostra é grande, os dados possuem distribuição normal e o modelo é especificado corretamente (WONG, 2013). Porém, em pesquisas em que é difícil cumprir esses requisitos e que possuem caráter exploratório, a preferência recai sobre o uso do PLS-SEM (WONG, 2013). A técnica PLS-SEM também é conhecida como *Soft Modelling* e se torna uma boa alternativa sobre a CB-SEM ao conseguir lidar com questões de modelagem problemáticas e modelos complexos que rotineiramente ocorrem no mundo das ciências sociais e sociais aplicadas (F. HAIR JR *et al.*, 2014; WONG, 2013)

O método escolhido para esta dissertação foi justamente o PLS-SEM com objetivo de verificar quais variáveis observáveis são validadas nos respectivos constructos gerados pelo

painel de especialistas, e também avaliar a relação de causalidade entre os dois constructos encontrados. O *software* utilizado para as referidas análises foi o SmartPLS versão 2.0.

O modelo inicial de mensuração a ser testado no *software* SmartPLS é decorrente do modelo teórico resultante do painel de especialista. Além disso, na representação do modelo foi assumido que as variáveis observáveis e os constructos possuem relação reflexiva, pois representa todas as possibilidades no domínio do constructo e, portanto, considera-se que existe uma alta correlação entre as variáveis de análise, que elas podem ser intercambiáveis e que também podem ser omitidas sem alterar o significado do constructo (F. HAIR JR *et al.*, 2014; STREUKENS; LEROI-WERELDS, 2016; WONG, 2013).

Em relação ao cálculo da amostra mínima necessária, foi utilizado o *software* G\*Power com as recomendações de um teste F de regressão múltipla linear, modelo fixo e  $R^2$  desvio de zero com poder de teste de 80% ( $Power = 0,80$ ), tamanho de efeito mediano 15% ( $f^2 = 0,15$ ) e probabilidade de erro de 5% ( $R^2 = 0,25$ ) (F. HAIR JR *et al.*, 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

Realizados a definição do modelo de estudo e o cálculo da amostra é possível aplicar o método dos mínimos quadrados parciais com os seguintes ajustes: “*Path Weighting Scheme*”, variância 0, desvio padrão 1, número máximo de rotações para convergir o modelo de 300 e critério de parada dos cálculos 0,00001 (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

Após rodar o Algoritmo PLS, começam as análises do ajuste do modelo que são divididas em duas etapas: “modelo de mensuração” e posteriormente “modelo estrutural”. Ringle, da Silva e Bido (2014) definem uma sequência de nove passos para melhor entendimento e análise dos ajustes e resultados obtidos pelo SmartPLS e estes serão seguidos ao longo desta dissertação.

O primeiro passo a ser observado no modelo de mensuração são as Validades Convergentes por meio das Variâncias Médias Extraídas (*Average Variance Extracted – AVEs*). A Validade Convergente é a dimensão de correlação positiva entre variáveis do mesmo constructo (HAIR *et al.*, 2014). Os constructos devem possuir então, um valor de AVE superior a 0,50 o que significa que o constructo é capaz de explicar mais da metade da variância das variáveis e, conseqüentemente, converge a resultados satisfatórios (HAIR *et al.*, 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

Após a garantia da Validade Convergente, o segundo passo é a análise da Consistência Interna via coeficientes de Alpha de Cronbach (AC) e Confiabilidade Composta (CC)

(RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014). O alpha de Cronbach é uma estimativa de confiabilidade baseado nas correlações internas das variáveis observadas, mas para o PLS a Confiabilidade Composta é preferível pois prioriza as confiabilidades individuais de cada variável e assim ambos são analisados como medida conservativa para garantir que a amostra não apresente desvios e que as respostas sejam confiáveis (HAIR et al., 2014). Os valores satisfatórios para confiabilidade interna se enquadram a partir de 0,70 e da confiabilidade composta de 0,70 a 0,90 (HAIR et al., 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

A terceira etapa a ser avaliada é a Validade Discriminante (VD), a qual indica o quanto um constructo se distingue dos outros, ou seja, o quanto ele é único e captura um fenômeno representado somente por ele e por nenhum outro constructo do modelo (HAIR et al., 2014). Através das cargas cruzadas, uma variável observável deve apresentar carga fatorial maior em seu constructo associado do que nos outros constructos do modelo, isso quer dizer que cada variável está bem alocada em seu constructo (HAIR et al., 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

Feito a análise de Validade Discriminante, encerra-se a análise e ajustes do “modelo de mensuração” e iniciam-se as análises do “modelo estrutural” (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014). A primeira análise desta etapa, e quarta análise geral, é a avaliação dos coeficientes de determinação de Pearson ( $R^2$ ) que indica a qualidade do modelo (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014). Para a área de ciências sociais e comportamentais, Cohen (1988 *apud* RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014) faz a sugestão dos valores de  $R^2 = 2\%$ ,  $13\%$  e  $26\%$  para efeito pequeno, médio e grande, respectivamente.

Segundo Ringle, da Silva e Bido (2014), a SEM faz uso de correlações e regressões lineares e deve-se avaliar se essas relações são significantes. É importante salientar que o PLS-SEM não pressupõe nenhum tipo de distribuição de dados e, por este motivo, não aplica testes paramétrico (HAIR et al., 2014). Assim, o procedimento não paramétrico utilizado para testar a significância é a técnica de reamostragem *Bootstrapping*, a qual gera sub amostras a partir das amostras iniciais (HAIR et al., 2014). Para esta pesquisa o número de amostragem a ser utilizado é 5000 e o número de casos é 69. A quinta análise, portanto, é o teste de significância baseada no *Bootstrapping* que analisa se as correlações e regressões são significantes em um nível de 5%, ou seja, são válidas para 95% dos casos (valores superiores a 1,96) (HAIR et al., 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

Dando continuidade às análises, mais dois indicadores de qualidade de ajuste do modelo serão avaliados. O sexto e sétimo passos são, portanto, as análises da Relevância ou Validade Preditiva ( $Q^2$ ) e do tamanho de efeito ( $f^2$ ), respectivamente. A obtenção de ambos indicadores é feita a partir da técnica *Blindfolding* no SmartPLS. O indicador  $Q^2$  mostra a qualidade de predição ou acurácia, ou seja, mostra o quanto o modelo se aproxima do esperado (HAIR et al., 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014). Valores maiores que 0 devem ser obtidos (HAIR et al., 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014). O indicador  $f^2$ , por sua vez, avalia o quanto um constructo é responsável na formação de outro constructo, ou seja, verifica o quanto cada constructo é útil para o ajuste do modelo e nesse caso, os valores podem ser considerados pequenos, médios e grandes, de 0,02, 0,015 e 0,35, respectivamente (HAIR et al., 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

O oitavo e penúltimo passo aconselhado por Ringle, da Silva e Bido (2014) é a análise do indicador de ajuste geral do modelo, o *Goodness of Fit (GoF)*. Wetzels *et al.* (2009 *apud* RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014) sugere o valor de 0,36 como adequado para pesquisas sócias e comportamentais. Hair *et al.* (2014), por outro lado, não recomenda o uso deste indicador uma vez que acredita que o mesmo não permite a separação de modelos válidos de inválidos. Este passo, portanto, não será utilizado nesta pesquisa.

Terminada a avaliação da qualidade de ajuste do modelo, o último passo é a análise dos coeficientes de caminho ( $\Gamma$ ) que avaliam a relação causal entre os constructos (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014). Coeficientes perto de 1 representam alta relação positiva entre os constructos (HAIR et al., 2014).

O Quadro 3.1 resume os passos que serão utilizados neste trabalho para a análise de dados via PLS-SEM.

**Quadro 3.1:** Passos a serem utilizados para análise de dados.

Passo	Análise	Recomendação
1	Validade Convergente	AVE > 0,5
2	Consistência interna	Alpha de Cronbach > 0,7 Confiabilidade Composta > 0,7
3	Validade Discriminante	Cargas cruzadas
4	Critério de Cohen Coeficiente de determinação de Pearson	R <sup>2</sup> = 2%, 13% e 26% para efeito pequeno, médio e grande
5	Teste de significância	<i>t student</i> > 1,96
6	Relevância ou Validade Preditiva	Q <sup>2</sup> > 0
7	Tamanho de efeito	f <sup>2</sup> > 0,02, 0,015 e 0,35 pequenos, médios e grandes
8	Coeficientes de caminho	Interpretação

Fonte: Adaptado de Hair et al. (2014) e Ringle, da Silva e Bido (2014).

### 3.2.6 Debate e conclusões

Essa última etapa é composta pela análise, debates e conclusões dos resultados obtidos tanto através da literatura e do painel de especialistas como também dos resultados estatísticos através da Modelagem de Equações Estruturais (PLS-SEM) via SmartPLS.

Será também discutido as conclusões decorrentes do modelo proposto inicialmente e do modelo final obtido. Destaca-se também a sugestão de trabalhos futuros e de limitações associadas ao trabalho.

## 4 APRESENTAÇÃO E DEBATE DOS RESULTADOS

### 4.1 Apresentação do resultado decorrente do painel dos especialistas

Com base na Figura 3.13, Harvey e Holmes (2012) dividem o painel de especialistas em cinco fases principais, são elas: Introdução e explicação, Geração de ideias, Compartilhamento de ideias, Discussão em grupo e Votação e estabelecimento de relações.

Fizeram parte do painel ao todo 10 especialistas, dos quais cinco doutores em engenharia de produção e cinco profissionais que contemplam as áreas industriais e de consultoria para indústria. Todos os presentes possuem amplo conhecimento sobre o tema.

Na primeira fase, foi feita uma introdução sobre a pesquisa, seus objetivos e sobre os resultados levantados a partir da revisão bibliográfica. A seguir, foi mostrada e explicada o Quadro 2.2 levantada através de referências bibliográficas com as principais dificuldades observadas ao longo da adoção da Manutenção Produtiva Total.

Procedeu-se então a segunda fase do painel de especialistas, a geração individual de ideias. Nesta etapa cada participante recebeu caneta e papéis e foram solicitados a separar as doze dificuldades observadas em grupos. É importante ressaltar que não houve consulta ou discussão sobre as ideias nessa parte, apenas esclarecimento de dúvidas. Quando todos terminaram suas avaliações individuais, houve o compartilhamento das ideias geradas, o que deu início à terceira etapa do protocolo. Cada especialista apresentou a divisão realizada e o motivo por dividi-las de certa maneira. Após uma rodada de discussão e visando encontrar um consenso entre as ideias divergentes, uma nova avaliação e votação foram realizadas. Assim, foi possível obter o consenso sobre a divisão das dificuldades do Quadro 2.2 em dois grupos.

Os dois grupos elaborados pelo painel de especialistas foram denominados “Dificuldades associadas à fase de planejamento” e “Dificuldades observadas na fase de implantação”, nos quais foram alocados consensualmente as dificuldades. As Tabelas 4.1 e 4.2 mostram a organização final dos parâmetros e suas variáveis nos respectivos constructos.

Os Quadros 4.1 e 4.2 mostram a organização final dos parâmetros em seus respectivos constructos.

**Quadro 4.1:** Constructo “Dificuldades associadas à fase de planejamento” (DP).

<b>Variáveis</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>DP_1</b>	Dificuldade em vender o projeto de implantação para a direção da empresa, ou seja, justificar que melhorias nos indicadores dos sistemas produtivos serão decorrentes da implantação do programa TPM.
<b>DP_2</b>	Problemas na implantação de estudos pilotos pontuais desenvolvidos pela empresa como embrião para posterior difusão do programa por toda a empresa.
<b>DP_3</b>	Baixa priorização na alocação de recursos financeiros destinados à implantação do programa TPM por parte da empresa.
<b>DP_4</b>	Planejamento deficiente em relação às metas e objetivos a serem alcançados pela implantação do programa TPM.
<b>DP_5</b>	Planejamento deficiente acerca das necessidades de treinamentos aos colaboradores.
<b>DP_6</b>	Falta de apoio e suporte por parte da alta direção para conscientizar toda a empresa sobre a importância do programa.

Fonte: Elaborado pelos presentes no painel de especialistas com base no Quadro 2.2.

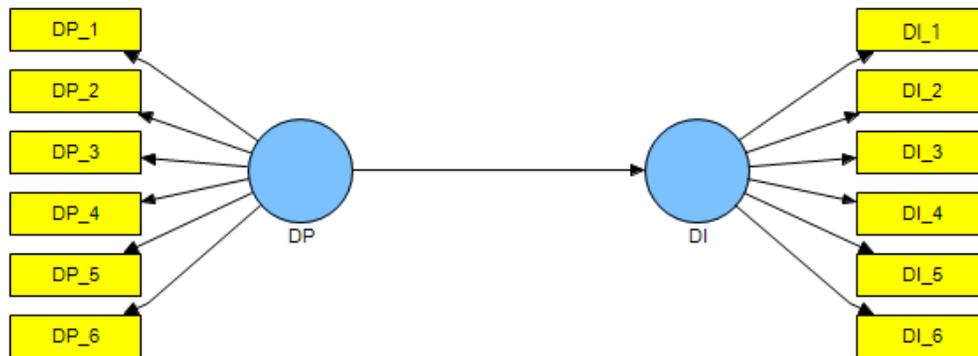
**Quadro 4.2:** Constructo “Dificuldades observadas na fase de implantação” (DI).

<b>Variáveis</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>DI_1</b>	Resistência por parte dos colaboradores em relação às mudanças culturais proporcionadas pela implantação do programa TPM.
<b>DI_2</b>	Entendimento deficitário por parte dos colaboradores da filosofia, princípios e ferramentas que compõem o programa TPM.
<b>DI_3</b>	Comunicação deficiente e baixa sinergia entre áreas envolvidas na implantação do programa TPM.
<b>DI_4</b>	Dificuldade na atribuição de maior responsabilidade e autonomia aos colaboradores da produção.
<b>DI_5</b>	Não cumprimento de todas as etapas sequenciais inicialmente planejadas
<b>DI_6</b>	Falta de uma linguagem comum a ser utilizada por todos os colaboradores ao longo da implantação do programa TPM.

Fonte: Elaborado pelos presentes no painel de especialistas com base no Quadro 2.2.

A decisão final contou com sugestões de forma como os constructos se relacionam e foi possível definir a hipótese a ser testada de que as dificuldades observadas na fase de implantação possuem uma relação de causalidade com as dificuldades associadas à fase de planejamento.

Foi possível, então, definir o primeiro modelo teórico a ser testado no *software* SmartPLS. A nomenclatura das variáveis presentes nos Quadros 4.1 e 4.2 serão utilizadas para a formação do modelo, como mostra a Figura 4.1.



**Figura 4.1:** Modelo teórico proposto pelo painel de especialistas.  
 Fonte: Elaborado pelo painel de especialistas segundo o Quadro 2.2.

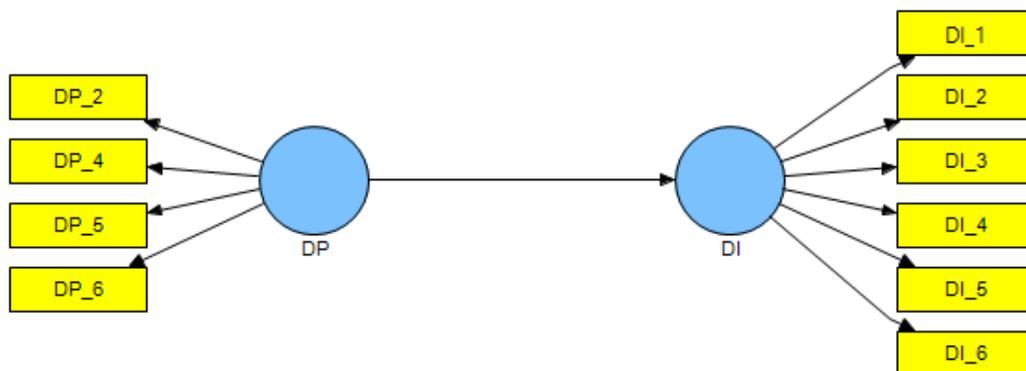
## 4.2 Caracterização da amostra

Dos 69 respondentes da pesquisa, todos os respondentes possuem experiência em implantação do programa *Total Productive Maintenance*. O tempo de experiência dos respondentes apresentou variação desde 1 ano até mais de 20 anos de experiência na área. Em relação às áreas de atuação das empresas nas quais atuam os respondentes, destacam-se empresas de bens de consumo, empresas alimentícias, empresas automobilísticas, metalúrgicas, consultorias, entre outras.

## 4.3 Descrição dos resultados decorrentes da modelagem de equações estruturais

Definido o modelo teórico a ser testado no *software* SmartPLS, foi possível realizar o cálculo de amostra mínima necessária através do *software* *G\*Power*. Seguindo as recomendações de F. Hair Jr *et al* (2014) e de Ringle, da Silva e Bido (2014) com um poder de teste de 80% ( $Power = 0,80$ ), tamanho de efeito mediano 15% ( $f^2 = 0,15$ ) e probabilidade de erro de 5% ( $R^2 = 0,25$ ), utilizando-se de um preditor chegou-se ao resultado de 55 amostras mínimas necessárias. Como foram coletadas 69 amostras, o poder de teste chegou à 88,5%.

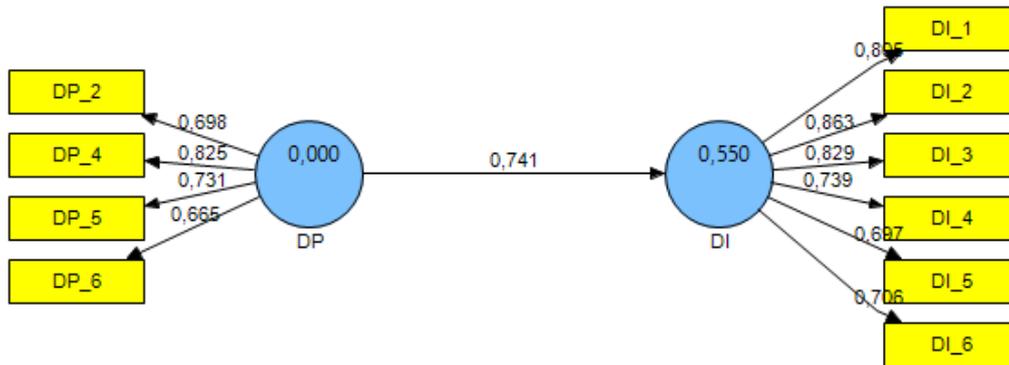
O primeiro teste a ser rodado foi o método de mínimos quadrados parciais que possibilitou então a análise e ajustes do modelo de mensuração. A primeira rodada de análise da Validade Convergente através das Variâncias Médias Extraídas apresentou um resultado menor que 0,50 para o constructo “Dificuldades associadas à fase de planejamento”. Foi realizado, então, a exclusão da variável observável com menor carga fatorial para este constructo (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014), que no caso foi a DP\_1: “Dificuldade em vender o projeto de implantação para a direção da empresa, ou seja, justificar que melhorias nos indicadores dos sistemas produtivos serão decorrentes da implantação do programa TPM”. Novamente, os mesmos procedimentos foram realizados e a AVE para o constructo DP apresentou valor inferior à 0,50. Foi realizada outra exclusão, nesse caso da DP\_3: “Baixa priorização na alocação de recursos financeiros destinados à implantação do programa TPM por parte da empresa”. Ao rodar a análise pela terceira vez, ambos os constructos satisfizeram o valor recomendado de 0,50 para as Variâncias Médias Extraídas. A exclusão dessas variáveis foi possível pois pode-se considerar as outras variáveis as representam seguindo o contexto de comunalidade (HAIR et al., 2014). Assim, a partir do modelo teórico obtido pelo painel de especialistas, obteve-se um novo modelo que continuará a ser testado nos próximos passos, como mostra a Figura 4.2.



**Figura 4.2:** Modelo de mensuração ajustado.

Fonte: elaborado pela autora desta dissertação através das análises iniciais no *SmartPLS*.

Para o modelo de mensuração ajustado conforme as recomendações de F. Hair Jr *et al* (2014) e de Ringle, da Silva e Bido (2014), procedeu-se com as análises. Os resultados obtidos pelo Algoritmo PLS são mostrados pelas Figuras 4.3 e pela Tabela 4.1 e serão analisados ao decorrer desse tópico.



**Figura 4.3:** Validação do modelo de mensuração.  
Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.

**Tabela 4.1:** Critérios de Qualidade do Modelo de Mensuração

Constructos	AVE	Confiabilidade Composta	Alpha de Cronbach
<b>DI</b>	0,601339	0,899910	0,865615
<b>DP</b>	0,536095	0,821155	0,711326

Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.

As Variâncias Médias Extraídas de ambos os constructos estão de acordo com o critério maior que 0,50, como mostrado na Tabela 4.1, o que significa que o modelo converge a resultados satisfatórios (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

Outra análise a ser feita após a garantia da Validade Convergente é a análise da Consistência Interna que pode ser feita através dos coeficientes de Alpha de Cronbach (AC) e Confiabilidade Composta (CC) (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014). A Confiabilidade Composta é preferida nesta análise por priorizar a confiabilidade individual de cada variável enquanto que o Alpha de Cronbach estima a confiabilidade através das correlações de todas as variáveis do constructo e é sensível ao número de variáveis (HAIR et al., 2014). Os valores recomendados para confiabilidade interna se enquadram a partir de 0,70 e da confiabilidade composta de 0,70 a 0,90 e ambos foram satisfeitos, destacando-se o alto índice de ambos que indicam alta confiabilidade, como indicado na Tabela 4.3 (HAIR et al., 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014). As amostras, portanto, não apresentam vieses e as respostas em conjunto são confiáveis (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

A Validade Discriminante, por sua vez, foi analisada através das cargas cruzadas para verificar se cada variável está bem alocada no constructo correspondente. Foi verificado que as

cargas fatoriais maiores das variáveis ocorrem nos constructos à que foram originalmente designados e, portanto, a divisão de variáveis observáveis nos respectivos constructos está correta. Os resultados decorrentes da análise das cargas cruzadas são mostrados na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2:** Cargas cruzadas do modelo de mensuração.

	<b>DI</b>	<b>DP</b>
<b>DI_1</b>	0,804684	0,553788
<b>DI_2</b>	0,862758	0,604032
<b>DI_3</b>	0,828715	0,608124
<b>DI_4</b>	0,738801	0,460536
<b>DI_5</b>	0,696638	0,582268
<b>DI_6</b>	0,705882	0,607244
<b>DP_2</b>	0,484717	0,698105
<b>DP_4</b>	0,637617	0,825458
<b>DP_5</b>	0,583124	0,730607
<b>DP_6</b>	0,436589	0,664727

Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.

Após a análise da Validade Discriminante, encerra-se os ajustes e análises do modelo de mensuração e inicia-se a análise do modelo estrutural (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

Nessa nova etapa, foi analisado o coeficiente de determinação de Pearson para a variável latente endógena, o constructo DI “Dificuldades observadas na fase de implantação” o que indica a qualidade do modelo ajustado. O valor obtido possui efeito alto de  $R^2 = 55\%$  e satisfaz o critério de Cohen (1996 *apud* RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

Ao realizar o método de reamostragem, o *Bootstrapping*, procura-se analisar se as correlações e regressões são significantes e válidas para 95% dos casos, ou seja, apresentem valores *t student* superiores a 1,96 (RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014). Para a relação entre os constructos DP e DI, foi obtido o valor de 14,275 e a Tabela 4.3 apresenta os valores para as relações entre as variáveis observáveis e seus respectivos constructos.

**Tabela 4.3:** Valores *t student* entre as variáveis observáveis e os respectivos constructos.

<b>Variáveis</b>	<b><i>t student</i></b>
<b>DI_1</b>	15,348469

<b>DI_2</b>	21,858863
<b>DI_3</b>	18,255457
	Continua Conclusão
<b>Variáveis</b>	<b><i>t student</i></b>
<b>DI_4</b>	9,853414
<b>DI_5</b>	9,051611
<b>DI_6</b>	11,088116
<b>DP_2</b>	7,247858
<b>DP_4</b>	22,344239
<b>DP_5</b>	9,407341
<b>DP_6</b>	6,842593

Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.

Continuando as análises, mais dois indicadores de qualidade de ajuste do modelo são avaliados, a Relevância ou Validade Preditiva ( $Q^2$ ) e o tamanho de efeito ( $f^2$ ) através da técnica *Blindfolding*. Os valores de  $Q^2$  são obtidos através da redundância geral do modelo e  $f^2$  através das comunalidades, como mostra a Tabela 4.4.

**Tabela 4.4:** Valores de redundância e comunalidade gerais do modelo.

<b>Constructos</b>	<b>Redundância</b>	<b>Comunalidade</b>
<b>DI</b>	0,299781	0,437599
<b>DP</b>	0,233315	0,233315

Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.

Os valores obtidos do indicador  $Q^2$  demonstram que o modelo possui qualidade de predição ou acurácia e o quanto o modelo se aproxima do esperado enquanto que o indicador  $f^2$ , por sua vez, avalia o quanto um constructo é responsável na formação de outro constructo, verificando-se o quanto cada constructo é útil para o ajuste do modelo e nesse caso apresentou valores que podem ser considerados de médios a grandes (HAIR et al., 2014; RINGLE; DA SILVA; BIDO, 2014).

O coeficiente de caminho entre os constructos “Dificuldades associadas à fase de planejamento” e “Dificuldades observadas na fase de implantação” mostra a relação causal entre eles e possui valor igual a 0,741 e valores perto de 1 representam alta relação positiva

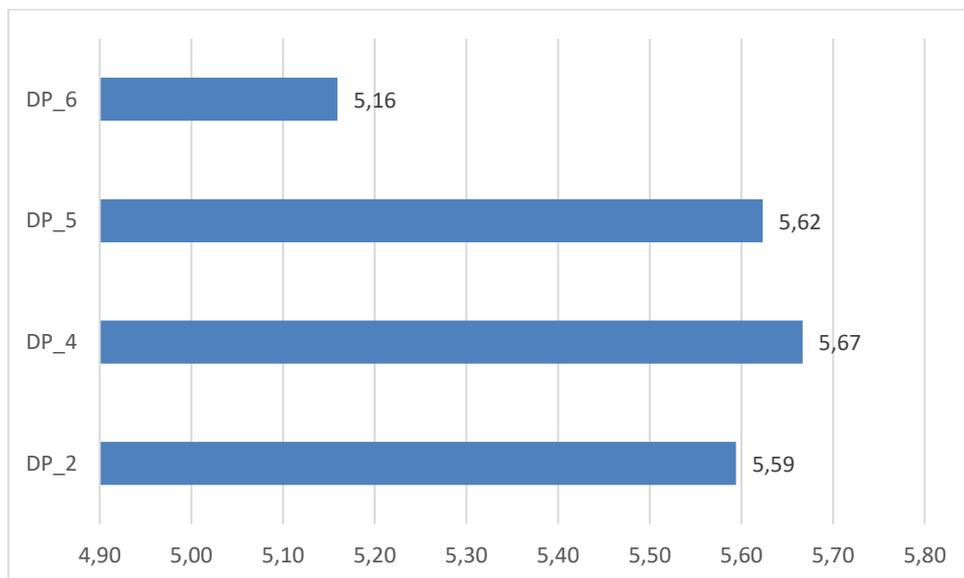
entre eles. Ao aumentar 1 ponto no constructo DP, haveria um aumento de 0,741 no constructo DI.

Como avaliado pelas etapas apresentadas anteriormente acima, o modelo proposto depois de exclusão de duas variáveis observáveis foi validado.

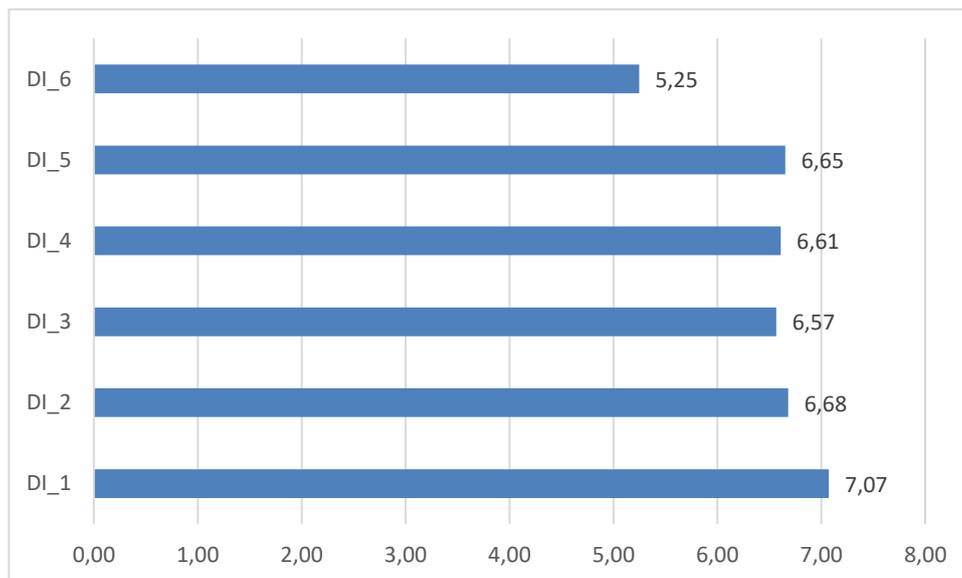
### 4.3.1 Intensidade das dificuldades

Através das 69 respostas adquiridas e considerando as variáveis validadas no modelo ajustado como foi mostrado, foi possível traçar gráficos de intensidade de observação das dificuldades nas respectivas empresas dos respondentes. Quanto à caracterização da amostra, houveram respostas de diferentes áreas de atuação, como empresas automobilísticas, alimentícias, farmacêuticas, metalomecânicas, consultorias, entre outras.

As Figuras 4.4 e 4.5 mostram as médias das intensidades observadas pelos respondentes sobre cada dificuldade nos constructos associados à fase de planejamento e de implantação, respectivamente.



**Figura 4.4:** Intensidade das dificuldades associadas à fase de planejamento  
Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.



**Figura 4.5:** Intensidade das dificuldades observadas na fase de implantação.  
Fonte: elaborado pela autora desta dissertação.

As dificuldades associadas à fase de planejamento variam em torno dos valores de 5,15 a 5,65, sendo DP\_4: “Planejamento deficiente em relação às metas e objetivos a serem alcançados pela implantação do programa TPM” a que apresentou maior média associada.

Em relação às dificuldades observadas na fase de implantação do programa TPM, a variação foi maior, entre os valores de 5,25 a 7,07. A dificuldade mais observada foi a DI\_1, referente à resistência por parte dos colaboradores em relação às mudanças culturais proporcionadas pela implantação do programa TPM.

#### 4.4 Discussão dos resultados à luz da literatura

Em relação ao nível de causalidade entre as dificuldades de planejamento e de implantação é possível observar uma forte relação entre os dois constructos, validado estatisticamente e que por seguinte poderá ser utilizado em estudos futuros.

Destaque deve ser dado para os resultados da variável DP\_6 em relação ao suporte da alta gestão. Na revisão da literatura, essa dificuldade apresentou-se como uma das mais citadas por diversos autores presentes nesta dissertação, em torno de 45% dos 28 artigos sobre dificuldades de adoção do TPM endereçam a falta de suporte da alta gestão como uma das

principais barreiras ao sucesso do TPM. Nota-se na modelagem estrutural que a variável DP\_6 não apresentou uma correlação tão significativa observada pelos respondentes quanto à esperada através dos dados da literatura. Porém, as variáveis que predominaram com significância relevante no constructo DI foram as seguintes: DI\_1: resistência dos colaboradores; DI\_2: entendimento deficitário sobre o TPM e DI\_3: comunicação deficiente e baixa sinergia. É possível destacar que a falta de suporte da alta gestão não é observada por muitas empresas durante a adoção do programa, ou seja, este suporte encontra-se presente nas organizações que adotam o TPM, mas a maior dificuldade encontra-se em conseguir repassar efetivamente os valores, benefícios, filosofia, princípios que englobam o TPM e de ter uma comunicação eficiente em todos os níveis da empresa a fim de garantir um total entendimento e participação colaborativa no programa.

Outro ponto a ser analisado é que a validação do modelo teórico anteriormente proposto pelo painel de especialista apresentou a eliminação de duas variáveis. As variáveis que apresentaram cargas fatoriais pequenas que interferiam no resultado da Variância Média Extraída do constructo DP, nesse caso DP\_1: “Dificuldade em vender o projeto de implantação para a direção da empresa, ou seja, justificar que melhorias nos indicadores dos sistemas produtivos serão decorrentes da implantação do programa TPM” e DP\_3: “Baixa priorização na alocação de recursos financeiros destinados à implantação do programa TPM por parte da empresa” puderam ser excluídas com base no princípio de intercambialidade entre as variáveis apresentadas pelo modelo. Pelo fato do modelo escolhido apresentar a característica de ser reflexivo, é pressuposto que as outras variáveis presentes no constructo são capazes de representar as que apresentaram carga fatorial pequena, uma vez que é a proporção de variação de um item explicada pelos fatores que formam o constructo (HAIR et al., 2014). A eliminação de uma variável não altera, então, o conceito representado pelo constructo.

Tanto a DP\_1, assim como a DP\_3, apresentam grande dependência com a falta de apoio e suporte por parte da alta direção para conscientizar toda a empresa sobre a importância do programa, representada como parâmetro DP\_6.

A relação entre as variáveis DP\_1 e DP\_6 pode ser explorada pelo fato de que a comunicação sobre a implantação do programa e posterior difusão a todos os níveis deveria ser iniciada na alta gestão e não ao contrário, em que níveis a baixo deveriam ter a responsabilidade de convencer a alta gestão em busca de apoio. A literatura corrobora essa relação ao afirmar que planos como a implantação do TPM devem ser comunicados de cima para baixo à todos

seus colaboradores e a alta gestão deve ser comprometida com todas as fases de planejamento e implantação, envolvendo todos os níveis no processo de tomada de decisão (AHUJA; KHAMBA, 2008a; HOOI; LEONG, 2017; PATTERSON; KENNEDY; FREDENDALL, 1995; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013). O fluxo de informação na fase de planejamento é essencial, assim como na fase de implantação. Durante todo o processo, além do suporte da alta gestão, deve haver a colaboração coletiva dos colaboradores das áreas de manutenção, engenharia e produção e a divulgação do progresso alcançado até o momento através do programa. Assim, torna-se necessária uma mudança maior na cultura empresarial, em que o fluxo de comunicação e informação deve ocorrer de maneira fluída tanto horizontal como vertical, transcendendo todos os níveis dentro de uma organização.

A relação entre as variáveis DP\_3 e DP\_6 é explicada pelo fato de não haver o suporte financeiro necessário para a adoção da do programa como um todo sem apoio por parte da alta gestão, responsável pela alocação e priorização de recursos em projetos da organização. A busca por um retorno de investimento rápido, a falsa noção de que o desprendimento inicial financeiro é maior do que o retorno potencial pelo programa e a mudança ou corte de recursos orçamentários ao longo do processo são fatores que encontram-se diretamente ligados ao suporte da alta gestão em lidar com a implantação desta nova ferramenta estratégica de manutenção (ATTRI *et al.*, 2013; BAGLEE; KNOWLES, 2010; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006). Uma alocação de recursos baixa faz com que a oferta de treinamentos, de recompensas e reconhecimentos, a definição de metas, objetivos e etapas anteriormente definidos sejam afetadas diretamente e prejudiquem, então, todo o processo de implantação do TPM.

Dentre as principais características e os principais objetivos do TPM, apresentados na revisão bibliográfica, os que são mais afetados e conseqüentemente colocados em risco quando as principais dificuldades aqui apresentadas englobam o ambiente, são os seguintes: o envolvimento de todos os departamentos relacionados à implantação do TPM, a promoção da gestão motivacional com atuação de grupos menores ao desenvolver determinadas tarefas de forma autônoma e o envolvimento ativo de todos os colaboradores desde a alta gestão até o chão da fábrica

É possível notar, que essas dificuldades presentes podem tanto levar ao insucesso por completo da adoção do TPM, como podem levar à uma adoção incompleta, não representada pelo significado da palavra “total” do termo *Total Productive Maintenance*.

A literatura apresenta o fato de o TPM ser um componente fundamental da manufatura de classe mundial (WCM) por ser vinculado à gestão da qualidade total (TQM) e aos conceitos de produção contínua (CHAND; SHIRVANI, 2000; CUA; MCKONE; SCHROEDER, 2001). Assim, a importância de uma implantação de sucesso do TPM torna-se maior pelo fato de ser base para desenvolvimento de projetos futuros.

A utilização de ferramentas para auxiliar a adoção do programa TPM não foi objetivo deste trabalho, mas pode-se citar uma ferramenta que permite auxiliar a empresa a alinhar seus processos de gestão e proporcionar o foco de toda a organização na implementação estratégica de longo prazo: o *Balanced Scorecard*. Em gestão estratégica, este tem sido utilizado para esclarecer e atualizar a estratégia, comunicar a estratégia em toda a empresa, alinhar metas individuais e de unidade com a estratégia, vincular objetivos estratégicos a metas de longo prazo e orçamentos anuais, identificar e alinhar iniciativas estratégicas e conduzir análises de desempenho periódicas para aprender e melhorar a estratégia (KAPLAN; NORTON, 2000).

Outro ponto importante é de que a relação de causalidade entre planejamento e implantação é abordada em outros assuntos, principalmente em gestão de projetos e desenvolvimento de produtos. Em nenhum artigo, porém, foi encontrada uma validação estatística sobre essa premissa na adoção do TPM, e muito menos uma especificação sobre quais as variáveis, respectivas dificuldades, que fazem parte de cada fase. Este enfoque serve como resumo e compilação de informações para futuros projetos e para empresas que desejam saber com o que podem se deparar ao implantar este programa e, assim, buscar contornar as principais dificuldades e focar recursos e energia em pontos importantes para o sucesso do TPM. Pontos estes que estão presentes na literatura e foram validados estatisticamente na prática de empresas brasileiras através deste trabalho.

## 5 CONCLUSÃO

Esta dissertação teve como objetivo comprovar a relação de causalidade entre dificuldades associadas à fase de planejamento e implantação na adoção do programa TPM em empresas brasileiras. Os resultados encontrados são condizentes e representam que esse objetivo foi alcançado.

Foi realizado uma revisão bibliográfica que possibilitou a listagem de 12 principais características observadas durante à adoção do programa TPM. Com base nessas dificuldades e através de um painel de especialistas elaborou-se a segregação em dois grupos e possibilitou a criação do modelo teórico inicial a ser testado através da Modelagem de Equações Estruturais com método dos mínimos quadrados parciais (PLS-SEM) com amostras provindas das respostas de pessoas que atuam ou atuaram com a ferramenta TPM.

Foi evidenciado que as dificuldades de implantação possuem alta relação causal com as dificuldades da fase de planejamento. A literatura reforça este resultado, ressaltando que o planejamento adequado são fatores cruciais para o sucesso da implantação total do TPM e que o TPM é um novo modelo de gestão que deve ser adotado pela organização como um todo, e não somente uma simples ferramenta de manutenção. Empresas devem investir, portanto, em planejamento e preparação do ambiente de modo a facilitar a implantação com sucesso do programa *Total Productive Maintenance*.

Os resultados que foram obtidos e validados nesta pesquisa são importantes como base de fontes de informações para futuras pesquisas relacionadas ao tema, principalmente de aprofundamento do tema, e também para a área corporativa e empresarial que visam obter informações sobre as principais dificuldades que suas organizações podem enfrentar na adoção do TPM, podendo levar à potencialização de resultados.

Este trabalho teve caráter exploratório e não teve como objetivo identificar as causas das dificuldades encontradas ou como solucioná-las, apenas familiarizar-se com o assunto tratado e a relação entre as duas fases durante a adoção do TPM. Os resultados aqui encontrados são resultantes da literatura, opinião de especialistas em TPM e observação de 69 profissionais em empresas diversos setores de atuação, diferentes anos de experiência com o assunto e cargos ocupados. O contato à outras fontes como, diferentes artigos, especialistas e profissionais podem gerar resultados ligeiramente diferentes.

Como conclusão, para trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de modelos de análises para a ferramenta TPM, como exemplo, modelos de adoção ou maturidade do referente programa, capazes de mensurar todas as etapas referentes às fases de planejamento e implantação. Fica como sugestão, também, o aprofundamento das causas das principais dificuldades e proposições de soluções.

## Referências Bibliográficas

AHMED, S.; HASSAN, M. H.; TAHA, Z. State of implementation of TPM in SMIs: a survey study in Malaysia. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 10, n. 2, p. 93–106, 2004.

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. Total productive maintenance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 7, p. 709–756, 2008a.

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. Assessment of contributions of successful TPM initiatives towards competitive manufacturing. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 14, n. 4, p. 356–374, 2008b.

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

AHUJA, I. P. S.; KUMAR, P. A case study of total productive maintenance implementation at precision tube mills. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 15, n. 3, p. 241–258, 2009.

ALSYOUF, I. Maintenance practices in Swedish industries: Survey results. **International Journal of Production Economics**, v. 121, n. 1, p. 212–223, 2009.

ANHOLON, R. **Método de Implantação de Práticas de Gestão da Qualidade para Microempresas**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2006.

ASPINWALL, E.; ELGHARIB, M. TPM implementation in large and medium size organisations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 24, n. 5, p. 688–710, 2013.

ATTRI, R. et al. Analysis of barriers of total productive maintenance (TPM). **International Journal of Systems Assurance Engineering and Management**, v. 4, n. 4, p. 365–377, 2013.

ATTRI, R.; GROVER, S.; DEV, N. A graph theoretic approach to evaluate the intensity of barriers in the implementation of total productive maintenance ( TPM ). **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 10, p. 3032–3051, 2014.

BAGLEE, D.; KNOWLES, M. Maintenance strategy development within SME's: The development of an integrated approach. **Control and Cybernetics**, v. 39, n. 1, p. 275–303, 2010.

BAKRI, A. et al. Boosting Lean Production via TPM. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 65, n. 65, p. 485–491, 2012.

BAMBER, C. J.; SHARP, J. M.; HIDES, M. T. Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: A UK manufacturing case study perspective. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 5, n. 3, p. 162–181, 1999.

BARTZ, T.; SILUK, J. C. M.; BARTZ, A. P. B. Manutenção Produtiva Total – TPM: dificuldades na implantação em empresa metal-mecânica. p. 1–12, 2012.

BARTZ, T.; SILUK, J. C. M.; BARTZ, A. P. B. Improvement of industrial performance with TPM implementation. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 20, n. 1, p. 2–19, 2014.

BELEKOUKIAS, I.; GARZA-REYES, J. A.; KUMAR, V. The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. **International Journal of Production Research**, v. 7543, n. July 2014, p. 1–21, 2014.

BEN-DAYA, M.; DUFFUAA, S. O. Maintenance and quality: the missing link. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 1, n. 1, p. 20–26, 1995.

BHAMU, J.; SINGH SANGWAN, K. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876–940, 2014.

BON, A. T.; LIM, M. Total Productive Maintenance in automotive industry: Issues and effectiveness. **2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)**, p. 1–6, 2015.

BRAH, S. A.; CHONG., W. K. Relationship between Total Productive Maintenance and Performance. **International Journal of Production Research**, v. 42, n. 12, p. 2383–2401, 2004.

CAMPOS, R. T. O. et al. Oficinas de construção de indicadores e dispositivos de avaliação: uma nova técnica de consenso. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 10, n. 1, p. 221–241, 2010.

**CEP - Comitê de Ética em Pesquisa | Pró Reitoria de Pesquisa.** Disponível em: <<https://www.prp.unicamp.br/pt-br/cep-comite-de-etica-em-pesquisa>>. Acesso em: 26 out. 2017.

CHAN, F. T. S. et al. Implementation of total productive maintenance: A case study. **International Journal of Production Economics**, v. 95, n. 1, p. 71–94, 2005.

CHAND, G.; SHIRVANI, B. Implementation of TPM in cellular manufacture. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 103, n. 1, p. 149–154, 2000.

CIGOLINI, R.; TURCO, F. Total productive maintenance practices : a survey in Italy. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 3, n. 4, p. 259–272, 1997.

COOKE, F. L. Implementing TPM in plant maintenance: some organisational barriers. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 9, p. 1003–1016, 2000.

CUA, K. O.; MCKONE, K. E.; SCHROEDER, R. G. Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 6, p. 675–694, 2001.

DA COSTA, R. et al. Desafios da Administração Eestratégica para a Implantação da TPM (Manutenção Produtiva Total) na Indústria de Embalagens de Latas de Alumínio para Bebidas no Brasil. **Sistemas & Gestão**, v. 10, n. 3, p. 370–383, 2015.

DAVIS, R.; WILLMOTT, P. **Total Productive Maintenance**. Ocford: Alden Press, 1999.

ESTANQUEIRO, R. F.; LIMA, C. R. C. **Discutindo as dificuldades na implementação do TPM**. XXVI ENEGEP. **Anais...**Fortaleza, CE: 2006

F. HAIR JR, J. et al. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). **European Business Review**, v. 26, n. 2, p. 106–121, 2014.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. [s.l.] Editora Atlas S.A, 2007.

GOSLING, M.; GONÇALVES, C. A. **Modelagem por Equações Estruturais: Conceitos e Aplicações**FACES R. Adm., 2003.

GRAISA, M.; AL-HABAIBEH, A. An investigation into current production challenges facing

the Libyan cement industry and the need for innovative total productive maintenance (TPM) strategy. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 4, p. 541–558, 2011.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. [s.l.] Artmed Editora S.A, 2012.

GUPTA, P.; VARDHAN, S.; AL HAQUE, M. S. Study of success factors of TPM implementation in Indian industry towards operational excellence: An overview. **5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, IEOM 2015**, 2015.

HAIR, J. F. J. et al. **A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)**. [s.l: s.n.]. v. 46

HANGED, W. S.; KUMAR, S. TPM-a key strategy for productivity improvement in medium scale industry. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v. 3, n. 6, p. 485–492., 2013.

HARVEY, N.; HOLMES, C. A. Nominal group technique: An effective method for obtaining group consensus. **International Journal of Nursing Practice**, v. 18, n. 2, p. 188–194, 2012.

HASLE, P. et al. Lean and the working environment: a review of the literature. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n. 7, p. 829–849, 2012.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 10, p. 994–1011, 2004.

HOOI, L. W.; LEONG, T. Y. Total productive maintenance and manufacturing performance improvement. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 23, n. 1, p. 2–21, 2017.

JAIN, A.; BHATTI, R. S.; SINGH, H. OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: a TPM concept. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 32, n. 5, p. 503–516, 2015.

JAIN, A.; BHATTI, R.; SINGH, H. Total productive maintenance (TPM) implementation practice. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 3, p. 293–323, 2014.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. **Harvard Business Review On Point**, p. 14, 2000.

KELLY, A. 13 - Total productive maintenance: its uses and limitations. In: **Managing Maintenance Resources**. [s.l: s.n.], p. 247–265.

KOT, S.; GRONDYS, K. Total productive maintenance in enterprise operations support processes. **Applied Mechanics and Materials**, v. 309, p. 324–331, 2013.

LABIB, A. W. A framework for benchmarking appropriate productive maintenance. **Management Decision**, v. 37, n. 10, p. 792–799, 1999.

LAWRENCE, J. J. Use mathematical modeling to give your TPM implementation effort an extra boost. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 5, n. 1, p. 62–69, 1999.

LAZIM, H. M.; RAMAYAH, T. Maintenance strategy in Malaysian manufacturing companies: a total productive maintenance (TPM) approach. **Business Strategy Series**, v. 11, n. 6, p. 387–396, 2010.

MAGGARD, B. N.; RHYNE, D. M. Total productive maintenance. A timely integration of production and maintenance. **Production and Inventory Management Journal**, v. 33, n. 4, p. 6–10, 1992.

MARTINS, R. A. **Sistema de Medição de Desempenho: um modelo para a estruturação do uso**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 1999.

MCKONE, K. E.; SCHROEDER, R. G.; CUA, K. O. Impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 1, p. 39–58, 2001.

MCKONE, K. E.; WEISS, E. N. TPM: Planned and autonomous maintenance: Bridging the gap between practice and research. **Production and Operations Management**, v. 7, n. 4, p. 335–350, 1998.

MELTON, T. THE BENEFITS OF LEAN MANUFACTURING What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 83, n. A6, p. 662–673, 2005.

MONDEN, Y. **Toyota Production Systems Practical Approach to Production Management**. 1. ed. Atlanta: Industrial Engineering and Management Press, 1983.

NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)**. [s.l: s.n.].

NETTO, A. A. DE O.; MELO, C. DE. **Metodologia da Pesquisa Científica: Guia Prático para a Apresentação de Trabalhos Acadêmicos**. 3. ed. [s.l.] Visual Books, 2008.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 2, p. 1–16, 2008.

PANNEERSELVAM, M. K. TPM implementation to invigorate manufacturing performance: an Indian industrial rubric. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 3, n. 6, p. 1–10, 2012.

PARIDA, A. Study and analysis of maintenance performance indicators (MPIs) for LKAB: a case study. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 13, n. 4, p. 325–337, 2007.

PARK, K. S.; HAN, S. W. TPM - Total productive maintenance: Impact on competitiveness and a framework for successful implementation. **Human Factors and Ergonomics In Manufacturing**, v. 11, n. 4, p. 321–338, 2001.

PATTERSON, J. W.; KENNEDY, W. J.; FREDENDALL, L. D. Total productive maintenance is not for this company. **Production and Inventory Management Journal**, v. 36, n. 2, p. 61–64, 1995.

PHUSAVAT, K.; R., K. Future competitiveness: viewpoints from manufacturers and service providers. **Industrial Management & Data Systems**, v. 108, n. 2, p. 191–207, 2008.

PIECHNICKI, A. S.; SOLA, A. V. H.; TROJAN, F. Decision-making towards achieving world-class total productive maintenance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 35, n. 12, p. 1594–1621, 2015.

PINHEIRO, J. DE Q.; FARIAS, T. M.; ABE-LIMA, J. Y. Painel de Especialistas e Estratégia Multimétodos: Reflexões, Exemplos, Perspectivas. **Psico**, v. 44, n. 2, p. 184–192, 2013.

PODUVAL, P. S.; PRAMOD, V. R.; JAGATHY RAJ, V. P. Barriers In TPM Implementation In Industries. **International Journal of Scientific Research and Reviews**, v. 2, n. 5, p. 28–33, 2013.

PODUVAL, P. S.; PRAMOD, V. R.; JAGATHY RAJ, V. P. Interpretive structural modeling (ISM) and its application in analyzing factors inhibiting implementation of total productive maintenance (TPM). **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 32, n. 3, p. 308–331, 2015.

RINGLE, C. M.; DA SILVA, D.; BIDO, D. D. S. Structural Equation Modeling with the Smartpls. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 13, n. 02, p. 56–73, 2014.

RODRIGUES, M.; HATAKEYAMA, K. Analysis of the fall of TPM in companies. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 179, n. 1–3, p. 276–279, 2006.

RUY, M. **Aprendizagem organizacional no processo de desenvolvimento de produtos: estudo exploratório em três empresas manufatureiras. Dissertação.** [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2002.

SHAABAN, M. S.; AWNI, A. H. Critical success factors for total productive manufacturing (TPM) deployment at Egyptian FMCG companies. **Journal of Manufacturing Technology**, v. 25, n. 3, p. 393–414, 2014.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, p. 129–149, 2003a.

SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, p. 129–149, 2003b.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785–805, 2007.

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** 4. ed. [s.l.: s.n.].

SINGH, B. et al. Lean implementation and its benefits to production industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 2, p. 157–168, 2010.

SINGH, R. et al. Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. **Procedia Engineering**, v. 51, n. NUiCONE 2012, p. 592–599, 2013.

SINGH, R. K. et al. Ranking of barriers for effective maintenance by using TOPSIS approach. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 22, n. 1, p. 18–34, 2016.

SIVARAM, N. M. et al. Synergising total productive maintenance elements with ISO 9001:2008 standard based quality management system. **TQM Journal**, v. 26, n. 6, p. 534, 2014.

STONE, K. B. Four decades of lean: a systematic literature review. **International Journal of**

**Lean Six Sigma**, v. 3, n. 2, p. 112–132, 2012.

STREUKENS, S.; LEROI-WERELDS, S. Bootstrapping and PLS-SEM: A step-by-step guide to get more out of your bootstrap results. **European Management Journal**, v. 34, n. 6, p. 618–632, 2016.

SUN, H. Y.; YAM, R.; WAI-KEUNG, N. The implementation and evaluation of Total Productive Maintenance (TPM) - an action case study in a Hong Kong manufacturing company. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 22, n. 3–4, p. 224–228, 2003.

SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance. **International Journal of Production Economics**, v. 70, p. 237–244, 2001.

TORRES, J. Critical Success Factors Related to the Implementation of TPM in Ciudad Juarez Industry. In: **Lean Manufacturing in the Developing World: Methodology, Case Studies and Trends from Latin America**. [s.l: s.n.]. p. 179–206.

TSANG, A. H. C.; CHAN, P. K. TPM implementation in China: a case study. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 2, p. 144–157, 2000.

WANG, F.-K.; LEE, W. Learning curve analysis in total productive maintenance. **Omega - The International Journal of Management Science**, v. 29, n. 6, p. 491–499, 2001.

WICKRAMASINGHE, G.; PERERA, A. Effect of total productive maintenance practices on manufacturing performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 27, n. 5, p. 713–729, 2016.

WOMACK, J.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The Machine that Changed the World**. New York, NY: [s.n.].

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York: Free Press, 1996.

WONG, K. K. Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Techniques Using SmartPLS. **Marketing Bulletin**, v. 24, n. 1, p. 1–32, 2013.

YAMASHINA, H. Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 1, n. 1, p. 27–38, 1995.



## Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estudo das dificuldades observadas na adoção do programa Manutenção Produtiva Total (TPM)<sup>1</sup>

Nome dos responsáveis: Iara Franchi Arromba e Prof. Dr. Rosley Anholon

Número do CAAE: 73171517.0.0000.5404

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

Há na literatura uma quantidade razoável de estudos acerca da implantação do programa TPM, a maioria deles utilizando como estratégia de pesquisa estudos de casos. Poucos são os trabalhos que utilizam ferramentas estatísticas e se propõem a realizar uma análise mais ampla sobre o tema. O objetivo desta pesquisa se caracteriza pela tentativa de comprovar que as dificuldades associadas à adoção do programa TPM se dividem em dois grupos, sendo eles dificuldades associadas à fase de planejamento e dificuldades associadas à fase de implantação.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a participar de uma *survey*. Para tal solicitamos o preenchimento de algumas informações. Inicialmente, assinale a opção declarando que recebeu e leu o TCLE e deseja participar desta pesquisa como voluntário. Em seguida, insira seus dados e o segmento de atuação de sua empresa. Caso deseje receber os

---

<sup>1</sup> Título original ligeiramente modificado após sugestões no Exame de Qualificação da autora.

resultados finais desta pesquisa, insira também seu *e-mail*. Na segunda parte do questionário, avalie cada uma das dificuldades apresentadas tomando por base sua experiência em relação ao programa TPM. As dificuldades são apresentadas para os grupos planejamento e implantação. Avalie cada uma delas por meio de uma escala de 0 a 10, na qual a nota 0 indica a não observação da referida dificuldade e a nota 10 indica a observação intensa da referida dificuldade. Sinta-se à vontade para escolher qualquer nota dentro deste intervalo.

#### Desconfortos e riscos:

Não há riscos previsíveis nesta pesquisa. Você não deve participar deste estudo se sentir qualquer desconforto em fornecer as informações solicitadas.

#### Benefícios:

O grande benefício indireto associado a esta pesquisa está relacionado à contribuição para o conhecimento científico na área de manufatura, mais precisamente manutenção industrial e também ao fato do respondente poder receber, caso deseje, os resultados tabulados e tratados estatisticamente. Tais resultados podem ser muito úteis em futuras implantações do programa TPM.

#### Acompanhamento e assistência:

A todo o momento, os responsáveis por essa pesquisa estarão disponíveis via meios eletrônicos (*e-mail*, telefone, entre outros) ou pessoalmente (se possível) para prestar assistência e acompanhamento. Tais contatos são apresentados posteriormente.

#### Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

#### Ressarcimento e Indenização:

Não há custos relacionados a esta pesquisa. Você terá a garantia ao direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

#### Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores:

1) Iara Franchi Arromba, Curso: Engenharia Mecânica, Alameda Cairu, nº 121, Valinhos, São Paulo, telefone (19) 98111-1080, *e-mail* iarafarromba@gmail.com.

2) Professor Doutor Rosley Anholon, Rua Mendeleev, 200, Departamento de Engenharia de Manufatura e Materiais (DEMM), Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), Universidade Estadual de Campinas, telefone (19) 3521-3312, *e-mail* rosley@fem.unicamp.br, sala EE207

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs as 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; *e-mail*: [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br).

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento. O consentimento se dará de forma eletrônica.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.



## Apêndice B – Questionário

### Estudo das dificuldades observadas na adoção do programa Manutenção Produtiva Total (TPM)

Pesquisa PICC/Mestrado Acadêmico FEM / UNICAMP - Iara Franchi Arromba

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome dos responsáveis: Iara Franchi Arromba e Prof. Dr. Rosley Anholon

Número do CAAE: 73171517.0.0000.5404

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

#### Justificativa e objetivos:

Há na literatura uma quantidade razoável de estudos acerca da implantação do programa TPM, a maioria deles utilizando como estratégia de pesquisa estudos de casos. Poucos são os trabalhos que utilizam ferramentas estatísticas e se propõem a realizar uma análise mais ampla sobre o tema. O objetivo desta pesquisa se caracteriza pela tentativa de comprovar que as dificuldades associadas à adoção do programa TPM se dividem em dois grupos, sendo eles dificuldades associadas à fase de planejamento e dificuldades associadas à fase de implantação.

#### Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a participar de uma survey. Para tal solicitamos o preenchimento de algumas informações. Inicialmente, assinale a opção declarando que recebeu e leu o TCLE e deseja participar desta pesquisa como voluntário. Em seguida, insira seus dados e o segmento de atuação de sua empresa. Caso deseje receber os resultados finais desta pesquisa, insira também seu e-mail. Na segunda parte do questionário, avalie cada uma das dificuldades apresentadas tomando por base sua experiência em relação ao programa TPM. As dificuldades são apresentadas para os grupos planejamento e implantação. Avalie cada uma delas por meio de uma escala de 0 a 10, na qual a nota 0 indica a não observação da referida dificuldade e a nota 10 indica a observação intensa da referida dificuldade. Sinta-se à vontade para escolher qualquer nota dentro deste intervalo. O tempo estimado para o preenchimento deste questionário é dez minutos. Você possui liberdade para escolher o melhor horário para realizar esta atividade.

#### Desconfortos e riscos:

Não há riscos previsíveis nesta pesquisa. Você não deve participar deste estudo se sentir qualquer desconforto em fornecer as informações solicitadas.

#### Benefícios:

O grande benefício indireto associado a esta pesquisa está relacionado à contribuição para o conhecimento científico na área de manufatura, mais precisamente manutenção industrial e também ao fato do respondente poder receber, caso deseje, os resultados tabulados e tratados estatisticamente.

Tais resultados podem ser muito úteis em futuras implantações do programa TPM.

#### Acompanhamento e assistência:

A todo o momento, os responsáveis por essa pesquisa estarão disponíveis via meios eletrônicos (e-mail, telefone, entre outros) ou pessoalmente (se possível) para prestar assistência e acompanhamento. Tais contatos são apresentados posteriormente.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores:

1) Iara Franchi Arromba, Curso: Engenharia Mecânica, Alameda Cairu, nº 121, Valinhos, São Paulo, telefone (19) 98111-1080, e-mail [iarafarromba@gmail.com](mailto:iarafarromba@gmail.com).

2) Professor Doutor Rosley Anholon, Rua Mendelejev, 200, Departamento de Engenharia de Manufatura e Materiais (DEMM), Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), Universidade Estadual de Campinas, telefone (19) 3521-3312, e-mail [rosley@fem.unicamp.br](mailto:rosley@fem.unicamp.br), sala EE207

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP das 08:30hs às 11:30hs e das 13:00hs às 17:00hs na Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail: [cep@fcm.unicamp.br](mailto:cep@fcm.unicamp.br).

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento. O consentimento se dará de forma eletrônica.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

**\*Obrigatório**

1. **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** \* *Marque todas que se aplicam.*

Declaro que li TCLE e estou disposto a participar desta pesquisa como voluntário.

2. **Nome do responsável pelo preenchimento do questionário**

\_\_\_\_\_

**3. Atuação profissional/Cargo ocupado na empresa**

---

**4. Tempo de atuação na área**

---

**5. Escolaridade e formação**

**6 Relação que possui com o tema "Implantação do TPM"**

---



---



---



---



---

**7. Coloque aqui seu e- mail caso queira receber os resultados associados a esta pesquisa.**

---

## PRINCIPAIS DIFICULDADES OBSERVADAS DURANTE A FASE DE PLANEJAMENTO

---

Para esta etapa atribua uma nota entre 0 e 10 para cada dificuldade, levando em consideração o grau de observação durante a fase de planejamento do programa TPM.

**8. Dificuldade em vender o projeto de implantação para a direção da empresa, ou seja, justificar que melhorias nos indicadores dos sistemas produtivos serão decorrentes da implantação do programa TPM \***

Referências: AHUJA; KUMAR, 2009; AHUJA; SINGH, 2008; BAGLEE; KNOWLES, 2010; BARTZ; SILUK; BARTZ, 2012; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; GRAISA; AL-HABAIBEH, 2011; SINGH et al., 2016; TORRES, 2014 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

---

**9. Problemas na implantação de estudos pilotos pontuais desenvolvidos pela empresa como embrião para posterior difusão do programa por toda a empresa \***

Referências: ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI et al., 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015, 2013; SINGH et al., 2016 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

**10. Baixa priorização na alocação de recursos financeiros destinados à implantação do programa TPM por parte da empresa \***

Referências: AHUJA; SINGH, 2008; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI et al., 2013; BAGLEE; KNOWLES, 2010; COOKE, 2000; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015, 2013; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006; TORRES, 2014 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

**11. Planejamento deficiente em relação às metas e objetivos a serem alcançados pela implantação do programa TPM \***

Referências: AHUJA; KHAMBA, 2008a; AHUJA; SINGH, 2008; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; GRAISA; AL-HABAIBEH, 2011; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; MILARA GUEDES, 2009; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015; SINGH et al., 2016 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

**12. Planejamento deficiente acerca das necessidades de treinamentos aos colaboradores \***

Referências: AHUJA; KHAMBA, 2008a; AHUJA; SINGH, 2008; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI et al., 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAGLEE; KNOWLES, 2010; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; DA COSTA et al., 2015; GRAISA; AL-HABAIBEH, 2011; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015; SINGH et al., 2016 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

**13. Falta de apoio e suporte por parte da alta direção para conscientizar toda a empresa sobre a importância do programa \***

Referências: AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI et al., 2013; ATTRI;

GROVER; DEV, 2014; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; CARRIJO, 2008; COOKE, 2000; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; KELLY, 2006; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2013, 2015; SINGH et al., 2016; TORRES, 2014 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

## PRINCIPAIS DIFICULDADES OBSERVADAS DURANTE A FASE DE IMPLANTAÇÃO

Para esta etapa atribua uma nota entre 0 e 10 para cada dificuldade, levando em consideração o grau de observação durante a fase de implantação do programa TPM.

### 14 Resistência por parte dos colaboradores em relação às mudanças culturais proporcionadas pela implantação do programa TPM \*

Referências: AHUJA; KHAMBA, 2008a; AHUJA; KUMAR, 2009; AHUJA; SINGH, 2008; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI et al., 2013; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; BARTZ; SILUK; BARTZ, 2012; CARRIJO, 2008; CIGOLINI; TURCO, 1997; COOKE, 2000; DA COSTA et al., 2015; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; LAWRENCE, 1999; MILARA GUEDES, 2009; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015, 2013; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006

*Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

### 15. Entendimento deficitário por parte dos colaboradores da filosofia, princípios e ferramentas que compõem o programa TPM \*

Referências: AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI et al., 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAGLEE; KNOWLES, 2010; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; CARRIJO, 2008; DA COSTA et al., 2015; GUPTA; VARDHAN; AL HAQUE, 2015; LAWRENCE, 1999; MILARA GUEDES, 2009; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006; SINGH et al., 2016 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

### 16. Comunicação deficiente e baixa sinergia entre áreas envolvidas na implantação do programa TPM \*

Referências: AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI et al., 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAGLEE; KNOWLES, 2010; COOKE, 2000; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006; SINGH et al., 2016 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

**17. Dificuldade na atribuição de maior responsabilidade e autonomia aos colaboradores \***

Referências: AHUJA; KHAMBA, 2008a; ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; COOKE, 2000; LAWRENCE, 1999; MILARA GUEDES, 2009; SINGH et al., 2016 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

**18 Não cumprimento de todas as etapas sequenciais inicialmente planejadas \***

Referências: ASPINWALL; ELGHARIB, 2013; ATTRI; GROVER; DEV, 2014; BAMBER; SHARP; HIDES, 1999; ESTANQUEIRO; LIMA, 2006; MILARA GUEDES, 2009; RODRIGUES; HATAKEYAMA, 2006; SINGH et al., 2016; TORRES, 2014 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										

**19. Falta de uma linguagem comum a ser utilizada por todos os colaboradores da empresa na implantação das atividades do programa \***

Referências: ATTRI; GROVER; DEV, 2014; DA COSTA et al., 2015; GRAISA; AL-HABAIBEH, 2011; PODUVAL; PRAMOD; JAGATHY RAJ, 2015, 2013; TORRES, 2014 *Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dificuldade não observada	<input type="radio"/>	Dificuldade observada de forma intensa										