

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**BARREIRAS NA QUALIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO  
EM EMPRESAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO  
SETOR METAL MECÂNICO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Guilherme de Oliveira da Silva**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**BARREIRAS NA QUALIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO EM  
EMPRESAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO SETOR  
METAL MECÂNICO**

**POR**

**Guilherme de Oliveira da Silva**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção.**

**Orientadora: Morgana Pizzolato**  
**Co-orientador: Lynceo Falavigna Braghirolli**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

# **BARREIRAS NA QUALIFICAÇÃO DA MANUTENÇÃO EM EMPRESAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO SETOR METAL MECÂNICO**

**GUILHERME DE OLIVEIRA DA SILVA (UFSM)**

guilhermeos.ep@gmail.com

**MORGANA PIZZOLATO (UFSM)**

morganapizzolato@ufsm.br

**LYNCEO FALAVIGNA BRAGHIROLI (UFSM)**

lynceo.braghirolli@ufsm.br

*A falha dos equipamentos é uma das causas do não atendimento às expectativas dos clientes. Em algumas situações, tais falhas decorrem de procedimentos inadequados na gestão da manutenção. Este trabalho objetivou descrever a situação da manutenção e identificar as barreiras para a qualificação dessa em empresas de pequeno e médio porte do setor metal mecânico da cidade de Santa Maria. Para isso, procurou-se compreender a realidade dessas empresas através de um conjunto de entrevistas, cujos resultados foram confrontados com estratégias difundidas na área de gestão da manutenção. A partir desse cruzamento, tornou-se possível identificar ações para a superação das dificuldades enfrentadas.*

**Palavras-chave:** GESTÃO DA MANUTENÇÃO; PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS;  
SETOR METAL MECÂNICO

*Equipment failure is one of the various reasons for not meeting customer expectations. In some instances, this stems from the wrong procedures being performed whilst undertaking their maintenance management. This study aimed to describe the flawed maintenance process and identify the qualification barriers in small and medium sized mechanical metal companies in Santa Maria city. To do this, the study first attempted to understand the true reality of these companies through conducting interviews, and then the results were contrasted with established and comprehensive strategies in the area of maintenance management. With the aid of these comparisons, it became possible to identify certain solutions to overcome the faced difficulties in this situation.*

**Keywords:** MAINTENANCE MANAGEMENT; SMALL AND MEDIUM COMPANIES;  
MECHANICAL METAL SECTOR

## 1. Introdução

A gestão da manutenção tornou-se uma área de importância estratégica, deixando de ser “um mal necessário” às empresas (FRASER; HVOLBY; TSENG, 2015), podendo, reconhecidamente, interferir no funcionamento de qualquer sistema produtivo, em seus custos e na satisfação do cliente. O atraso no prazo de entrega dos produtos, por exemplo, de uma determinada empresa, ocorre, muitas vezes, devido à indisponibilidade de suas máquinas. Conforme Takahashi e Osada (2013), a redução da disponibilidade das máquinas as torna incapazes de atingir suas devidas taxas de produção, o que, diretamente, resulta no atendimento parcial da demanda prevista para um dado período. Por consequência, se extrapola o tempo previsto de produção pelo fato de que se faz necessário mais horas de trabalho para se produzir a quantia total demandada, gerando, assim, atraso nas entregas.

Ireson, Coombs e Moss (1996) discutem a baixa qualidade dos produtos devido à má gestão da manutenção. Os autores apontam que, anualmente, *recalls* e reparos, que custam milhões às companhias, ocorrem devido à pouca ênfase dada à qualidade e confiabilidade do sistema produtivo. Sharma e Sharma (2013) reforçam tal ideia de ligação entre qualidade e confiabilidade ao enfatizar que um sistema não consegue ser confiável sem ter alta qualidade e não consegue ter alta qualidade sem ser confiável.

Conforme Hansen (2006), a adequada gestão da manutenção é capaz de diminuir efeitos de possíveis quebras ou falhas de máquinas. Tais eventualidades podem ser amenizadas caso se tenha um sistema estruturado que gerencie e, por conseguinte, esteja pronto para lidar e agilizar a solução de problemas desse tipo.

No cenário de empresas de pequeno e médio porte, Bartz (2010), Zaions (2003) e Nehls (2011) apontam, em seus respectivos trabalhos, a corriqueira ausência de boas práticas da manutenção nesse tipo de organização e, conjuntamente, as perturbações geradas por tal ausência. Embora enfrentem uma baixa qualificação da manutenção, as pequenas e médias empresas possuem uma reconhecida importância econômica, representando, em 2011, 27% do PIB nacional, além de 47% do PIB da indústria (SEBRAE, 2014).

O setor metal mecânico da região central do estado do Rio Grande do Sul é um exemplo dessa situação. Tal setor possui destacada importância para a região em termos de produtividade e geração de trabalho (COREDE CENTRAL, 2010), sendo composto por diversas empresas de pequeno e médio porte. Entretanto, poucos estudos tem abordado a necessidade de qualificar a

manutenção dessas empresas (BARTZ, 2010), visando melhorar sua competitividade e sua contribuição social e econômica.

Dessa maneira, o objetivo do trabalho é analisar as barreiras para qualificação da manutenção em empresas de pequeno e médio porte do setor metal mecânico da cidade de Santa Maria. Para isso, obteve-se um diagnóstico geral que retrata a situação atual dessas empresas em relação à manutenção, identificando quais as práticas inexistentes que são desejadas por essas empresas e quais as barreiras encontradas para sua incorporação na rotina. Assim, este trabalho estabelece uma referência concreta para a busca de medidas que efetivamente contribuam para a qualificação da manutenção nessas empresas.

Na próxima seção apresenta-se o embasamento teórico existente para desenvolvimento do estudo. O método de pesquisa é descrito na terceira seção, apresentando o cenário, a classificação e as etapas desta pesquisa. A quarta seção apresenta os resultados obtidos, acompanhados da discussão com a literatura existente. Por fim, a quinta seção contém as conclusões deste estudo.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1. MPT: Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*)**

A Manutenção Produtiva Total (MPT) é definida, segundo Davis (1995) apud Fogliatto e Ribeiro (2009), como um conjunto de práticas e técnicas, as quais visam alavancar a capacidade dos processos e equipamentos usados em uma dada empresa. Takashi e Osada (2010) definem MPT como um conjunto de esforços para se atingir o objetivo da utilização máxima dos equipamentos, envolvendo a todos colaboradores, com enfoque voltado para o gerenciamento orientado para o equipamento.

Segundo Pomorski (2004), a MPT, originalmente criada como um grupo de técnicas visando a melhoria da performance do equipamento, vem evoluindo como um esforço coletivo para aprimorar a produtividade de empresas. Ainda na visão de Pomorski (2004), a MPT possui duas grandes abordagens: a ocidental e a oriental. Ambas possuem uma estrutura muito semelhante, sendo a busca por uma eficiência maior de todos os equipamentos, a criação de um sistema de manutenção preventiva e a participação de todos os setores na implantação desta estratégia os pontos mais significantes e convergentes das duas abordagens.

A MPT apresenta uma estrutura, segundo Pomorski (2004), apoiada em quatro elementos básicos, os quais formam a estrutura da estratégia, ao mesmo tempo que apresentam alguns de seus princípios relacionados à sua implantação. Esses elementos serão explorados a seguir, conforme as definições traçadas por esse autor.

### **Elemento 1: Processo estruturado de melhoria contínua**

Este elemento está fortemente baseado na ideia trazida pelos oito pilares da MPT. A Figura 1 traz a organização dessa ideia, explicitando a noção de sustentação da MPT pelos pilares.

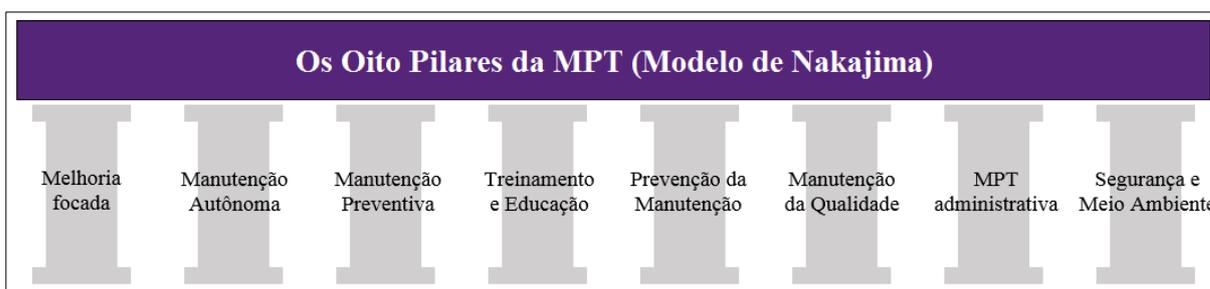


Figura 1 – Os oito pilares da MPT

Fonte: Adaptado de Pomorski (2004, p.17)

O modelo retratado na Figura 1 faz referência ao modelo trabalhado pela abordagem oriental da MPT, o qual se baseia nos conceitos de Nakajima (1988). Os pilares tratam das seguintes informações:

1. Melhoria focada: melhorar a eficácia do equipamento através da redução dos problemas encontrados neste, além de eliminar perdas encontradas no processo produtivo, visando a eficiência máxima dos equipamentos;
2. Manutenção autônoma: disseminar a ideia de que as pessoas que operam os equipamentos são as responsáveis pela manutenção dos mesmos. Nesta etapa é também trabalhado o programa de gestão para qualidade total 5S, visando a melhor utilização dos postos de trabalho por parte dos próprios operadores;
3. Manutenção preventiva: focar no conceito de zero falhas; o pilar da manutenção preventiva enfoca a importância deste tipo de manutenção, visando estabelecer e manter ótima a situação do equipamento e as condições do processo;
4. Treinamento e educação: preparar as pessoas; para que possam desempenhar as tarefas demandadas pela MPT, os colaboradores necessitam de um amplo treinamento a respeito do programa;

5. Prevenção da manutenção (controle de fluxo inicial): estabelecer um sistema que gerencie a chegada de novos projetos ou equipamentos;
6. Manutenção da qualidade: impedir a ocorrência de defeitos, através da criação de um sistema eficaz, de forma a controlar suas condições para que se obtenha um índice de zero defeitos;
7. MPT administrativa: criar um sistema de implantação da MPT nas áreas administrativas, objetivando uma maior eficácia do programa na organização;
8. Segurança e meio-ambiente: estabelecer um sistema que vise evitar incidentes relacionados à segurança dos colaboradores e focos de poluição ao meio ambiente.

### **Elemento 2: Eficiência otimizada do equipamento**

Este elemento lida com a utilização do Índice de Rendimento Operacional Global (IROG), ou ainda, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Este índice é o principal indicador no qual se baseia a MPT, sendo sua principal função explicitar a eficácia ou produtividade do equipamento em questão. Hansen (2006) descreve o IROG como um método que ajuda a quantificar e entender o desempenho do sistema produtivo e a verificar qual é o máximo nível de eficácia possível de ser atingido.

O cálculo do IROG é definido conforme a Equação 1:

$$IROG = Disponibilidade \times Qualidade \times Performance \quad (1)$$

### **Elemento 3: Grupos baseados em atividades de melhoria**

Este elemento conta com a criação de pequenos grupos formados por colaboradores, os ditos SGA (*Small Group of Activity*), que possuem enfoque nas possíveis melhorias de desempenho da planta produtiva, através da resolução de problemas ligados às máquinas ou áreas específicas da organização. O objetivo da formação destes grupos é o envolvimento de todos funcionários na estratégia MPT, de modo que seja despertado nestes funcionários habilidades de perícia e criatividade.

### **Elemento 4: Participação dos funcionários de todos os níveis da hierarquia operacional**

O elemento quatro visa a interligação dos grupos descritos no elemento anterior, visando o objetivo de que as atividades de MPT não sejam voluntárias, mas sim parte da rotina de trabalho dos colaboradores da organização. O intuito é que o método se espalhe da forma *top-*

*to-bottom* (“de cima para baixo”) e que o envolvimento de todas as pessoas aconteça de forma natural e através das ligações existentes entre os diferentes departamentos de uma fábrica.

Através da estrutura definida nos elementos acima, é importante ressaltar, visando os objetivos traçados para este artigo, alguns recursos importantes utilizados ao decorrer destes elementos. Esses recursos, ainda que nem todos explicitados na descrição da MPT, servem como exemplos de práticas decorrentes do entendimento da funcionalidade de tal estratégia. Assim, a Figura 2 apresenta um apanhado geral com algumas das práticas explícitas na MPT e suas descrições.

<b>Procedimento</b>	<b>Descrição</b>
Metodologia 5S	Filosofia voltada para a mobilização dos colaboradores através da implementação de mudanças no ambiente de trabalho, incluindo a eliminação de desperdícios, organização de salas e limpeza.
Manutenção autônoma	Manutenção realizada pelos próprios responsáveis pelos equipamentos, a qual engloba atividades acessíveis como lubrificação, aperto de parafusos, limpeza, etc.
Manutenção preventiva	Manutenção que diz respeito às atividades que devem ser realizadas em determinados períodos de tempo fixos, buscando uma diminuição de falhas para que se tenha uma maior disponibilidade e vida útil do equipamento.
Índice de Rendimento Operacional Global (IROG)	O IROG trata da mensuração do desempenho de uma máquina, a fim de que se possa traçar metas de produção mínima para tal equipamento. É uma porcentagem que indica, de modo quantitativo, o rendimento da máquina observada.

Figura 2 – Práticas explícitas da MPT e suas descrições

Fonte: Autor (2015)

Há alguns exemplos de práticas que podem ser utilizadas para o cumprimento dos objetivos da MPT, sendo essas não apresentadas de modo direto ao decorrer da estratégia, mas percebidas a partir da compreensão dela. Algumas destas práticas são mostradas por Viana (2006) no Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). Conforme o autor, o PCM é um programa que visa o incremento da manutenção no cotidiano industrial por meio de diversas técnicas e ferramentas gerenciais abordadas nesse. Tais técnicas e ferramentas possuem um significativo caráter prático associado a elas, de maneira que tal característica lhes garante certa facilidade de execução.

Esse programa não possui a abrangência de estratégias de manutenção, sendo algo mais direto e simplificado em comparação a essas. Em outras palavras, o PCM é um desdobramento das ideais traçadas em grandes estratégias de manutenção, servindo fortemente como base para elas, visto que algumas práticas apresentadas no programa são consideradas elementares para estratégias como a MPT e a MCC, sendo que esta última será tratada no item a seguir. Assim,

a Figura 3 apresenta algumas práticas provenientes do PCM, as quais podem ser interpretadas como decorrentes da compreensão das ideias e conceitos traçados, especialmente, na MPT.

<b>Procedimento</b>	<b>Descrição</b>
Monitoramento das máquinas	Este procedimento visa a redução das perdas do processo produtivo. Trata-se da observação, registro e possíveis ações de melhoria relacionadas a aspectos como produtividade, paradas, <i>setup</i> e tempo de reparo das máquinas.
<i>Software</i> de manutenção	Sistema computacional responsável por todo planejamento e controle da manutenção. Inclui o lançamento e fechamento de ordens, bem como todos registros relacionados a qualquer atividade mantenedora realizada.
Lista de sobressalentes	Inventário de peças ou partes que são comumente trocados ou repostos nos equipamentos. Essa prática visa agilizar o processo de manutenção em máquinas em que se tem o conhecimento de determinados itens críticos.
Estoque de peças de reposição	Reserva de peças passíveis de serem utilizadas para reposição de determinado equipamento.
Custos de manutenção	Este procedimento engloba o gerenciamento dos custos envolvidos na manutenção como, por exemplo, porcentagem do faturamento, previsão e alocação de recursos para serviços de manutenção, quantificação de custos com serviços terceirizados, quantificação de custos com peças de reposição, etc.
Plano de manutenção	Conjunto de informações e instruções que materializam a estratégia de manutenção adotada pela organização. Um plano de manutenção para um equipamento configura uma forma de orientação da atividade mantenedora ligada a ele.
Ordem de manutenção	Instrução, geralmente enviada de um setor para outro, a qual traz as informações necessárias para realização de uma determinada manutenção em uma máquina, visando um gerenciamento da manutenção.
Priorização de manutenção	Procedimento que leva em conta a urgência e a criticidade dos serviços de manutenção a serem realizados para que se possa escolher entre o mais relevante para o momento.
Histórico de manutenção	Documento que registra as informações concernentes aos serviços de manutenção realizados, buscando a formação de um banco de dados que contenha as intervenções e seus principais pontos. Leva em conta parâmetros como causa, sintoma e modo de intervenção.
Procedimento de manutenção	Processo que descreve toda a realização da manutenção, desde a detecção da necessidade até seu registro e posterior análise, delegando as respectivas funções dos envolvidos.
Codificação de máquinas	Refere-se a um endereçamento dos ativos existentes em uma fábrica, sendo dividido em cinco níveis que vão das gerências até a localização dos equipamentos. A codificação é importante para uma programação rápida e racional da manutenção.

Figura 3 – Práticas decorrentes do PCM e suas descrições

Fonte: Autor (2015)

## 2.2. MCC: Manutenção Centrada em Confiabilidade (*Reliability Centered Maintenance*)

A Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) consiste, segundo Viana (2006), em um processo empregado para que se possa determinar as condições de manutenção de um item físico, visando o seu conjunto operacional. Trata-se de uma técnica que objetiva detectar todas

possíveis falhas de um equipamento e apresentar as possíveis medidas a serem tomadas para que se evite tal possível situação de erro.

Fogliatto e Ribeiro (2009) definem MCC como um programa capaz de assegurar as funções essenciais dos equipamentos fabris, através de diversas técnicas de engenharia. Pelo seu caráter racional e sistemático, a MCC é considerada a forma mais eficiente de lidar com questões relacionadas a manutenção, ampliando a disponibilidade e reduzindo os custos envolvidos.

Para Lafraia (2001), a MCC enfatiza as tarefas preventivas as quais possam garantir o funcionamento do equipamento. Nesta estratégia, o propósito principal é definir o que se deve fazer para que um determinado ativo cumpra suas funções no seu conjunto operacional. Ainda conforme o autor, diferentemente da abordagem tradicional da manutenção, na MCC busca-se garantir que o equipamento seja capaz de desempenhar sua função principal, sendo a restauração do mesmo a um nível ideal de performance algo colocado de maneira secundária.

A MCC trabalha com ênfase na análise da prevenção da falha, ou ainda, nas medidas que podem ser tomadas para que se evite a ocorrência dela. Isto é, o enfoque desta estratégia gira em torno de antever o início de uma falha, de maneira a evitar um futuro desenvolvimento dessa e conseqüente parada de operação do equipamento. A viabilidade de prevenir uma falha é ilustrada na Figura 4, onde se percebe que a falha inicia antes da perda de funcionalidade do equipamento.

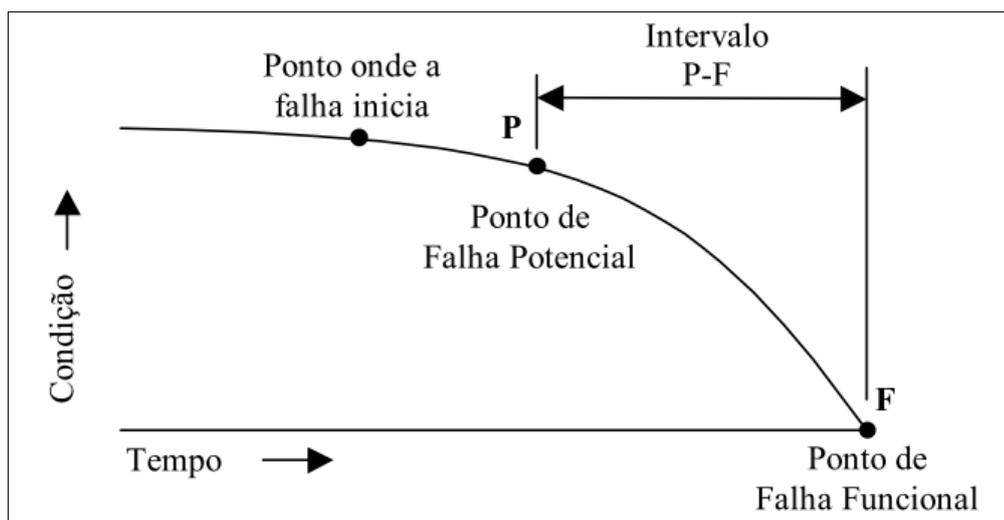


Figura 4 – Aparecimento e ocorrência de falha

Fonte: Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 9)

Conforme Fogliatto e Ribeiro (2009), a MCC possui alguns princípios que devem ser seguidos visando a eficácia do programa e uma boa gestão da manutenção. Estes princípios

envolvem a (i) criação de um ambiente de engenharia com amplo envolvimento das pessoas responsáveis; (ii) a relevância da análise das consequências das falhas; (iii) a dimensão dos estudos relacionados à segurança, meio ambiente, operação e custos; (iv) a ênfase de atividades preventivas e preditivas e (v) o ataque às falhas ocultas, que deterioram a confiabilidade do sistema.

A MCC possui uma estrutura funcional que pode ser, basicamente, dividida em três etapas. Para cada uma destas etapas existem questionamentos básicos que devem ser levados em conta por qualquer programa de MCC. A Figura 5 mostra a estrutura funcional da MCC e, a Figura 6, as questões referentes a esta estrutura.

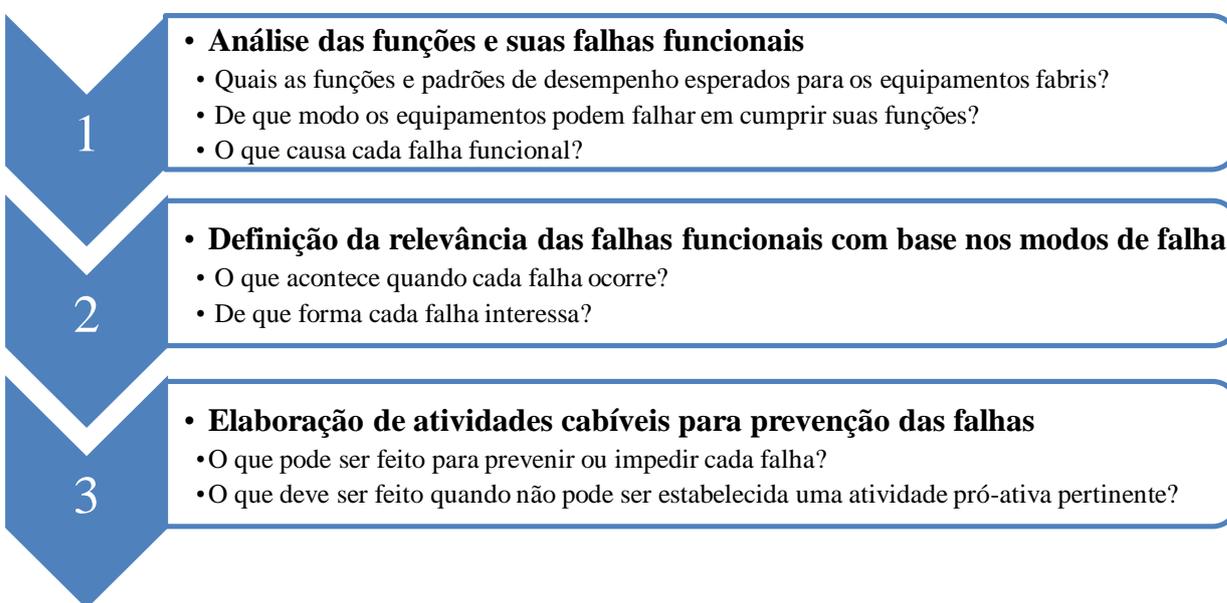


Figura 5 - Estrutura funcional e questões básicas da MCC

Fonte: Adaptado de Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 218)

Assim como na MPT, na MCC tem-se algumas ferramentas e métodos associados a esta estratégia. Alguns deles são apresentados junto com os passos de implementação da MCC, enquanto outros são elaborados visando um complemento para essa. Como exemplo, pode-se citar a técnicas de Análise dos Modos e Efeitos de Falha (FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis*) que, conforme descreve Barbosa (2009) em seu trabalho, consiste em uma técnica voltada para avaliação das possíveis falhas e suas consequências em um componente, de maneira a se identificar todos os aspectos que podem comprometer o desempenho do sistema analisado.

Além da FMEA, há outras técnicas que mostram traços provenientes dos preceitos trabalhados na MCC. Essas técnicas buscam, em suas diferentes formas e objetivos, lidar com

a manutenção seguindo a maneira sistemática e lógica proposta pela MCC. A Figura 6 mostra mais exemplos dessas técnicas e suas definições.

<b>Técnica</b>	<b>Definição</b>
Análise de confiabilidade	Técnica que engloba a coleta e análise de dados relacionados a confiabilidade do sistema, como por exemplo: tempo médio entre falhas, tempo médio de reparo, uso de distribuições de probabilidade para estimativas de parâmetros e tempos até falha, entre outros.
Gestão dos custos de manutenção	Análise dos custos necessários para manutenção, visando, por exemplo, conhecer o impactos desses sobre o faturamento da empresa e planejar os gastos com manutenção para um determinado horizonte de tempo.
FMEA de processo	Ferramenta que visa assegurar que os modos potenciais de falha no processo e seus possíveis efeitos sejam analisados e impedidos.

Figura 6 – Técnicas provenientes da MCC e suas definições

Fonte: Autor (2015)

### 2.3. Dificuldades na manutenção

Embora os benefícios de implantar as estratégias descritas nas seções anteriores sejam evidentes, isso não é alcançado sem a superação de algumas barreiras. Na busca por implantar programas de melhoria da gestão da manutenção, as empresas devem observar alguns itens críticos. Com base em Pomorski (2004), a Figura 7 apresenta uma lista com barreiras ligadas diretamente à qualificação da manutenção.

<b>Número</b>	<b>Dificuldades</b>
1	Subestimação das tarefas
2	Falta de consenso da administração
3	Complexidade a qual “estrangula” a performance
4	Expectativas não claras e inconscientes
5	Pessoas erradas encarregadas pela área
6	Resistência à disciplina diária
7	Resistência à mudança
8	Não reconhecimento dos benefícios da gestão da manutenção
9	Prazos insuficientes para implantação de programas
10	Falta de engajamento de uma ou várias pessoas nos programas
11	Subestimação do conhecimento teórico
12	Recursos insuficientes para o sucesso de implantação de uma melhoria
13	Execução de um programa de manutenção dependente de apenas uma ou poucas pessoas
14	Maior foco nos <i>outputs</i> (saídas) dos processos do que nos <i>inputs</i> (entradas)
15	Melhorias de longo prazo tratadas como projetos mensais

Figura 7 - Manutenção e suas principais barreiras

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

Eti, Ogaji e Probert (2005) comentam em seu trabalho sobre a questão cultural e o aprendizado que envolve a gestão da manutenção. Segundo eles, os proprietários das

empresas são a principal influência sobre seus funcionários e, portanto, devem ser os responsáveis pela criação de um ambiente favorável a mudanças. Ainda conforme os autores, empresas que realmente se importam com a qualidade de seus sistemas de gestão da manutenção observam seus resultados e os comparam a números ótimos de outras empresas, a fim de se estabelecer metas a serem atingidas.

Algumas barreiras identificadas para viabilização de estratégias de otimização da manutenção como a MPT são tratadas por Poduval, Pramod e V.P. (2014). Os autores relacionam tais barreiras a aspectos como gestão, cultura, custo, conhecimento e habilidade e modificação da gestão da manutenção e trazem um amplo número de barreiras relacionadas a MPT e à manutenção em geral. A Figura 8 apresenta algumas destas barreiras tratadas e o respectivo aspecto relacionado.

<b>Aspecto relacionado</b>	<b>Barreira</b>
Gestão	Não implementação de um programa piloto da melhoria desejada
Cultura	Construção de equipes sempre com pessoas de mesmo setor ou com grande afinidade
	Baixo envolvimento de pessoas não ligadas a parte gerencial da empresa
Custo	Baixa ou nenhuma liberação de recursos financeiros necessários para implantação de melhorias
Conhecimento e habilidade	Falta de conhecimento de técnicas
Modificação da gestão da manutenção	Ausência de reavaliação dos procedimentos operacionais padrão

Figura 8 - Barreiras da manutenção e aspectos relacionados

Fonte: Adaptado de Poduval, Pramod e Raj (2013, p. 6)

### 3. Procedimentos metodológicos

#### 3.1. Cenário

Este estudo envolve empresas de pequeno e médio porte do setor metal mecânico da cidade de Santa Maria, sendo constituído de empresa as quais há anos desenvolvem máquinas e equipamentos, implementos agrícolas, usinagem de componentes, entre outros. Conforme o projeto do Arranjo Produtivo Local Metal Mecânico da Região Central para a AGDI - Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (APL METAL MECÂNICO DA REGIÃO CENTRAL, 2013), este APL possui uma forte representatividade nessa região, sendo de vital importância para a economia industrial local.

O ambiente favorável ao uso de técnicas que aprimorem a gestão dentro das empresas metal mecânicas é relatado no Programa de Fortalecimento das Cadeias e Arranjos Produtivos

Locais da AGDI para o APL Metal Centro (2015). Em tal documento é dito que as empresas componentes deste arranjo produtivo buscam desenvolvimento com equidade e sustentabilidade, através de sistemas e metodologias participativas que propiciem tal progresso.

### **3.2. Classificação da pesquisa**

O presente estudo possui natureza aplicada, pois objetiva a obtenção de conhecimentos visando uma situação prática (TURRIONI; MELLO, 2012). Pesquisas de natureza aplicada possuem a pretensão de esclarecer um fenômeno existente a partir do entendimento obtido com a pesquisa bibliográfica, situação encontrada neste artigo.

Quanto a abordagem, a definição de Miguel et al. (2012) classifica esta pesquisa como qualitativa, visto que não há construção em cima de variáveis numéricas, mas sim em cima de informações advindas de objetos (ou ainda, circunstâncias). A ênfase deste estudo está na ótica do indivíduo a ser estudado, de maneira a considerar a subjetividade desse.

Em relação aos objetivos do artigo, o conceito descrito por Turrioni e Mello (2012), considera a pesquisa como sendo do tipo descritiva e também do tipo explicativa. Isto se deve ao fato de que há o uso de coleta de dados através de uma ferramenta padronizada, ao mesmo tempo que busca identificar as razões para a ocorrência do evento em questão.

Conforme a definição traçada por Miguel et al. (2012), o artigo se enquadra como um estudo de múltiplos casos e transversal, pois levará em conta a realidade de mais de uma organização, observando dados e informações atuais. A opção por se analisar diferentes realidades, ao invés de se analisar uma situação particular de modo mais profundo, decorre da intenção de obter maior representatividade sobre a situação da manutenção nas empresas de pequeno e médio porte do setor metal mecânico da cidade de Santa Maria.

### **3.3. Etapas do trabalho**

Esta seção apresenta as etapas que se seguiram para a realização desta pesquisa, ilustradas na Figura 9. Estas etapas estão apoiadas não somente na revisão literária apresentada, mas, também, na experiência decorrente da vivência com a área de manutenção do autor, a qual suscitou o enfoque aplicado dado à pesquisa.

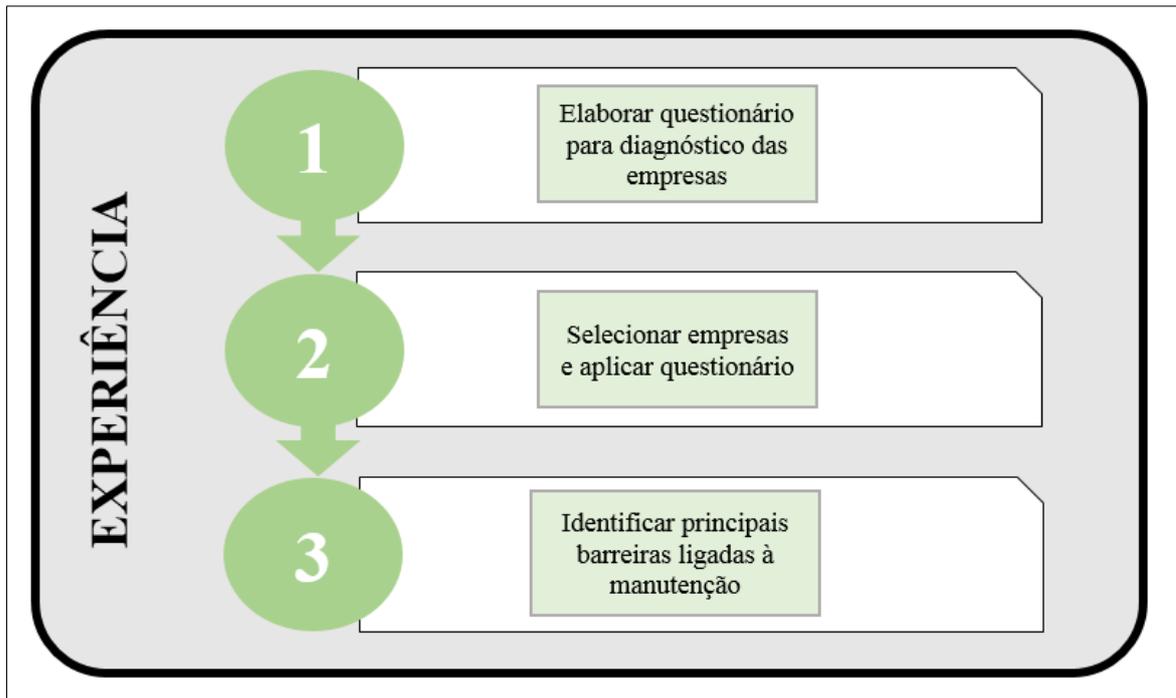


Figura 9 - Etapas da pesquisa

Fonte: Autor (2015)

#### Etapa 1: Elaborar questionário para diagnóstico das empresas

Conforme Miguel et al. (2012), o instrumento de coleta de dados valida-se por assegurar um caráter verídico à pesquisa, legitimando as conclusões acerca dela. Para este trabalho, em específico, esta ferramenta foi elaborada em forma de questionário, o qual teve sua construção embasada na literatura estudada. O questionário consiste, basicamente, em duas partes: (i) identificação da empresa e perguntas de caráter geral sobre gestão da manutenção e (ii) práticas de manutenção e seu uso (ou não) em cada organização entrevistada.

Primeiramente, em (i), desejava-se saber dados como o nome da empresa, tempo de atuação de mercado, tipo de produto, etc. Além disso, esta primeira etapa indagava as companhias entrevistadas com relação a aspectos gerais da gestão da manutenção, como as principais atividades de manutenção realizadas na empresa, nível de satisfação com relação a manutenção, existência de equipe de manutenção, entre outros. O objetivo desta etapa inicial do questionário é, além de uma identificação prévia e básica sobre os estabelecimentos, a obtenção de uma visão geral do funcionamento da manutenção nesses.

Em (ii), o objetivo voltava-se para o nível de disseminação da gestão da manutenção nas fábricas entrevistadas. Desta forma, foi elaborada uma lista com várias práticas decorrentes das estratégias de manutenção estudadas, sendo que tais práticas foram alocadas, conforme a abordagem de cada uma delas, em uma das três estratégias (MCC, MPT e PCM). Além disso,

MCC, MPT e PCM foram desdobrados em subgrupos, que representam, em sua maior parte, ferramentas ou métodos de pequena amplitude, estando contidos na execução ou estrutura de cada uma dessas estratégias. As práticas foram, então, realocadas por subgrupo, sendo que alguns destes resultam diretamente em apenas uma prática a ser executada que, normalmente, leva o seu próprio nome (exemplo: análise de confiabilidade); outros, são desdobrados em diferentes práticas, que podem variar, em número, entre uma e seis, conforme o subgrupo em questão. A fim de elucidar toda esta construção relatada, a Figura 10 mostra um exemplo simplificado contendo uma estratégia, seus subgrupos e práticas. A lista com os subgrupos, os quais totalizaram seis para a MCC, onze para a MPT e sete para o PCM, juntamente com as práticas associadas a cada um deles, é apresentada no Apêndice I.

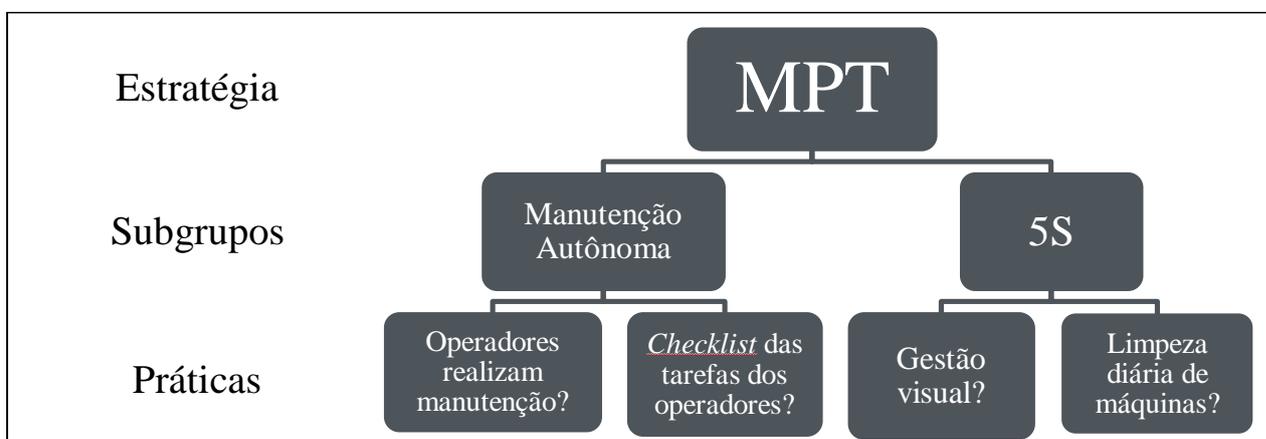


Figura 10 - Exemplo ilustrativo do desdobramento das estratégias

Fonte: Autor (2015)

Assim, para cada prática abordada pelo questionário, desejava-se saber os seguintes pontos:

- a) Existência: a prática é inexistente, parcialmente existente ou totalmente existente?
- b) Propósito: dado que a prática é inexistente na empresa, buscava-se saber se essa é desejada, não desejada ou se a empresa desconhece a prática em questão; caso a prática seja parcialmente existente, desejava-se saber, então, se essa não possui intenção de conclusão (ou seja, atende as necessidades da empresa e dificilmente será modificada) ou se há intenção de conclusão (em outras palavras, precisa ser trabalhada visando uma implantação total em um dado horizonte de tempo); e caso a prática seja totalmente implantada e executada, dava-se continuidade ao questionário, passando-se para a próxima prática, realizando as mesmas questões.
- c) Barreiras: sendo a prática inexistente e desejada ou parcialmente existente e com intenção de conclusão, a questão colocada era com relação ao que falta,

especificamente, para implantação desta prática. A partir da identificação dos elementos faltantes, esse questionamento foi aprofundado buscando identificar por que isso ainda não foi feito, identificando o real motivo da não execução da prática tratada.

Ao término da aplicação do questionário, era ainda perguntado se havia alguma colocação que a empresa gostaria de fazer em relação à pesquisa. Os resultados obtidos com tal ferramenta são apresentados e discutidos na próxima seção.

#### Etapa 2: Selecionar as empresas e aplicar questionários

Após contato através de uma reunião do Arranjo Produtivo Local Metal Mecânico da Região Central (APL Metal Centro), as empresas interessadas em participar do projeto foram contatadas para realização do questionário. Estas empresas precisavam, necessariamente, possuir um perfil que vá ao encontro do que foi traçado anteriormente, isso significa que, deveriam fazer parte do setor metal mecânico da cidade de Santa Maria, bem como ser de pequeno ou médio porte.

Dessa forma, foram selecionadas cinco empresas a serem entrevistadas, de maneira que, devido a fins de confidencialidade, estas organizações são tratadas como empresas A, B, C, D e E. Os questionários foram aplicados em forma de entrevista individual, onde se debatia as questões levantadas com os responsáveis nas empresas, sendo tais informações registradas e tabuladas em planilhas eletrônicas.

#### Etapa 3: Analisar os dados coletados para identificar as principais barreiras ligadas à manutenção

Por fim, a etapa de número três fecha as etapas metodológicas examinando os dados levantados na etapa anterior. O objetivo nesta etapa do projeto é, através da análise dos dados reunidos, visualizar as adversidades encontradas nas empresas com relação à manutenção.

## **4. Resultados e discussão**

Esta seção discute os dados coletados nas empresas estudadas. Na seção 4.1 as organizações estudadas são caracterizadas, e apresenta-se um diagnóstico da situação da manutenção, em caráter geral, para cada uma delas. Na seção 4.2 apresenta-se a análise das práticas presentes nos questionários, relacionando-as com as estratégias de manutenção estudadas e discutindo seu grau de disseminação nas empresas observadas. A análise das barreiras identificadas para a manutenção e sua relação com o entrave de melhorias nesta área é abordada na seção 4.3.

Por fim, a seção 4.4 discute algumas relações e inconsistências com a bibliografia utilizada para este estudo.

#### 4.1. Análise das empresas

A Tabela 1 apresenta as empresas com relação a três parâmetros: o número de funcionários, o tempo de atuação no mercado e o nível de satisfação com a manutenção, este último variando entre muito ruim, ruim, médio, bom e excelente. A empresa A e a empresa B são empresas de maior porte, com maior número de funcionários e com estruturas físicas igualmente maiores; já o restante, são de menor porte, que atuam com estruturas reduzidas.

Tabela 1 - Características das empresas

<b>Empresas</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Número de funcionários	75	100	9	12	8
Tempo de atuação no mercado (anos)	38	35	6	20	30
Nível de satisfação com a manutenção	Médio	Bom	Médio	Médio	Médio

Fonte: Autor (2015)

O nível de implantação da manutenção nas empresas estudadas é apresentado, em percentuais, na Tabela 2, de modo que os resultados obtidos demonstram diferenças entre as empresas entrevistadas. É importante ressaltar que as empresas A e B diferem do restante, respectivamente, pelo percentual de práticas implantadas e pelo desejo de implantar práticas inexistentes. Nota-se, assim, uma influência direta das características apresentadas anteriormente nos resultados a seguir apontados, de modo que as organizações com maior tamanho apresentaram melhores resultados. Percebe-se, também, certa incoerência entre o nível de satisfação da manutenção e os resultados das empresas C, D e E, pois essas apresentam piores resultados, porém mostram um nível médio de contentamento com suas manutenções.

É relevante destacar que a empresa A, a qual apresenta maior índice de implantação (71,2%), possui, também, o menor índice de práticas inexistentes (19,2%). A empresa apresenta, ainda, o segundo maior índice de práticas desejadas (15,4%) além de ser a segunda, dentre as cinco empresas, que mais possui projeção de implantação para práticas feitas parcialmente (3,8%). Isso sugere que a empresa reconhece os benefícios trazidos pela manutenção, pois, após ter incorporado diferentes práticas, a empresa ainda possui elevados percentuais para a implantação de novas práticas.

Tabela 2 – Situação geral das empresas em relação às práticas

<b>Empresas</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Práticas implantadas	71,2%	34,6%	40,4%	38,5%	19,2%
Práticas parcialmente implantadas	9,6%	5,8%	15,4%	9,6%	0,00%
Com intenção de conclusão	3,8%	1,9%	11,5%	1,9%	0,0%
Sem intenção de conclusão	5,8%	3,8%	3,8%	7,7%	0,0%
Práticas inexistentes	19,2%	59,6%	44,2%	51,9%	80,8%
Desejada	15,4%	36,5%	5,8%	9,6%	7,7%
Não desejada	1,9%	23,1%	36,5%	34,5%	65,4%
Desconhece	1,9%	0,0%	1,9%	7,7%	7,7%

Fonte: Autor (2015)

Na empresa B, o ponto principal a ser destacado é o desejo de implantar práticas até então não utilizadas pela empresa. Somando o percentual de práticas realizadas (34,6%) com o percentual de práticas desejadas (36,5%) tem-se um número em torno dos 70%, o que demonstra a compreensão da organização com relação às vantagens provenientes de boas práticas de manutenção, ainda que essa não realize grande parte delas.

Já empresa C possui como característica o interesse em completar a implementação de práticas parcialmente existentes (11,5%), associado com o menor percentual de desejo em implantar técnicas atualmente inexistentes (5,8%). Assim, essa empresa caracteriza-se por uma estagnação a longo prazo na qualificação da sua manutenção.

As empresas D e E possuem baixa intenção de conclusão das práticas realizadas parcialmente (1,9% e 0,0%, respectivamente), e também possuem pouco interesse em implantar técnicas novas (9,6% e 7,7%, respectivamente). O que diferencia as empresas é o percentual de práticas implantadas: a empresa D encontra-se em uma situação de maior difusão de práticas de manutenção (38,5%) em relação à empresa E (19,2%).

#### **4.2. Análise das práticas**

Com base na situação das cinco empresas analisadas, obteve-se uma estimativa do grau de implantação de cada estratégia, através do número de práticas implantadas de cada uma, conforme apresentado na Tabela 3, ficando explícito o baixo nível de uso de práticas relacionadas à manutenção nas empresas metal mecânicas estudadas. Observando os percentuais, nota-se que a MCC, com 57,8%, é a única estratégia cuja implantação supera os 50%, indicando moderado grau de implantação. Para as outras estratégias, a presença de

práticas da manutenção é ainda menor, com 35,8% para as práticas da MPT e 42,0% para as práticas do PCM, sugerindo um estágio inicial de implantação.

Tabela 3 - Percentual de implantação das estratégias

Estratégia	Prática inexistente			Prática parcial		Prática implantada
	Desejada?			Com intenção de conclusão	Sem intenção de conclusão	
	Sim	Não	Desconhece			
MCC	6,7%	17,8%	11,1%	6,7%	0,0%	57,8%
MPT	14,5%	40,6%	1,8%	2,4%	4,8%	35,8%
PCM	24,0%	18,0%	4,0%	8,0%	4,0%	42,0%

Fonte: Autor (2015)

Os dados da Tabela 3 mostram o baixo nível de uso de práticas relacionadas à manutenção nas empresas metal mecânicas estudadas. Observando os percentuais, nota-se que a MCC, com 57,8%, é a única estratégia cuja implantação supera os 50%, indicando moderado grau de implantação. Para as outras estratégias, a presença de práticas da manutenção é ainda menor, com 35,8% para as práticas da MPT e 42,0% para as práticas do PCM, sugerindo um estágio inicial de implantação.

Os resultados apontam que a estratégia que apresenta maior número de práticas inexistentes nas empresas é a MPT, seguida pelo PCM e pela MCC. Desta forma, infere-se que a MPT é a estratégia menos utilizada pelas empresas, sendo, também, a que menos se deseja implementar e a que menos se tem previsão de implantação para as práticas feitas parcialmente, conforme exibido na Tabela 3.

De forma resumida, a MCC é a estratégia que possui a maior quantidade de práticas implantadas, porém, de modo singular, também é a estratégia que possui a maior quantidade de práticas desconhecidas (11,1%). Nessa estratégia, todas as práticas parcialmente implementadas possuem intenção de conclusão. Por outro lado, a MPT possui o conjunto de práticas mais conhecidas, porém está associada ao maior percentual de práticas consideradas indesejadas e o maior percentual de práticas parcialmente implantadas sem intenção de conclusão. Finalmente, as práticas do PCM possuem os maiores percentuais de práticas desejadas (24,0%) e de práticas parcialmente implantadas com intenção de conclusão (8,0%)

A Figura 11 apresenta os subgrupos que revelaram comportamentos uniformes entre as empresas, pois alguns possuem grande utilização em todas, ao passo que outros não possuem utilização e não são conhecidos, igualmente, em todas elas (por exemplo, análise de confiabilidade: plenamente inexistente e desconhecido nas empresas). O restante dos subgrupos identificados não apresentaram homogeneidade nos resultados, pois são

implantados em algumas organizações, enquanto não são implantados em outras, além de serem parcialmente executados em algumas.

<b>Estratégia</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Cenário</b>
MCC	FMEA de processo	Procedimento realizado nas empresas mas que, normalmente, não é documentado.
	Análise de confiabilidade	Técnica totalmente inexistente e desconhecida em todas as organizações.
MPT	Manutenção Autônoma	Método muito disseminado entre as empresas, além de bastante priorizado.
	Manutenção Preditiva	Método inexistente e não desejado em todas as organizações.
PCM	Custos de manutenção	Mecanismo ainda não utilizado em todas empresas, mas reconhecido como necessário.

Figura 11 - Subgrupos e cenários

Fonte: Autor (2015)

### 4.3. Análise das barreiras

Após a análise das práticas por empresa e do grau de implantação das estratégias, cabe a análise das barreiras identificadas ligadas a este contexto. Assim, a Figura 12 mostra, além das barreiras identificadas (alocadas conforme estratégia), as práticas as quais foram impossibilitadas pela existência dessas barreiras. Observa-se, através da Figura 11, que o grau de disseminação das estratégias nas empresas é proporcional ao número de barreiras existentes para essas, pois a MPT, estratégia de menor difusão nas organizações participantes do projeto, mostrou-se, também, a que mais possui barreiras ligadas à ela.

Na Figura 12, as quatro primeiras barreiras das estratégias MCC e MPT merecem destaque e um maior detalhamento acerca de seu significado pelo fato de serem comuns a ambas estratégias e aparecem com maior frequência nas empresas estudadas. A barreira de “Estrutura da empresa” diz respeito àquelas empresas nas quais o funcionamento interno é simples a ponto de tornar inviável ou inapropriada a implantação de determinadas práticas nas quais se tem uma maior complexidade de implantação e execução, de modo a torná-las inadequadas a empresa. A “Ausência de pessoas específicas para realizar tarefas de manutenção” é o fato de que em algumas empresas não se tem pessoal específico para tal atividade, não há uma equipe ou setor da empresa encarregado de exercer exclusivamente o papel de mantenedores. O “Obstáculo financeiro” é o entrave de recursos monetários os quais a empresa não tem ou não pretende disponibilizar para realizar uma determinada prática de manutenção, impedindo, assim, sua execução. A “Baixa prioridade para a área da manutenção” é quando as empresas priorizam outras questões não relacionadas à manutenção e acabam por postergar possíveis ações de melhoria para a área, tornando-a, assim, um assunto a ser tratado sem grande urgência e relevância.

<b>Estratégias</b>	<b>Barreiras (causas)</b>	<b>Práticas inexistentes (consequências)</b>
MCC	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Estrutura da empresa</li> <li>2) Ausência de pessoas específicas para realizar tarefas de manutenção</li> <li>3) Obstáculo financeiro</li> <li>4) Baixa prioridade para a área de manutenção</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Análise de confiabilidade e procedimento padrão de manutenção</li> <li>– Identificação de modos de falha no processo</li> <li>– Gestão de custos</li> </ul>
MPT	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Estrutura da empresa</li> <li>2) Ausência de pessoas específicas para realizar tarefas de manutenção</li> <li>3) Obstáculo financeiro</li> <li>4) Baixa prioridade para a área de manutenção</li> <li>5) Sobrecarga da equipe de manutenção por essa executar serviços não ligados à área</li> <li>6) Falta de organização que culminam na não execução de práticas</li> <li>7) Falta de conhecimento das práticas</li> <li>8) Práticas em andamento que não foram concluídas</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Monitoramento da produtividade das máquinas, das suas paradas, do tempo de <i>setup</i> e do tempo de reparo</li> <li>– Gestão visual de dados</li> <li>– <i>Checklist</i> de tarefas de operadores</li> <li>– Técnicas de manutenção preditiva</li> <li>– Planos de manutenção e de treinamentos para mantenedores</li> <li>– <i>Software</i> de manutenção</li> <li>– Uso de dispositivos a prova de erro e de segurança para as máquinas</li> <li>– Monitoramento de vida útil de máquinas, de velocidade de produção e disponibilidade</li> </ul>
PCM	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Hábitos incorretos que resultam em um baixo desempenho da manutenção em geral</li> <li>2) Ausência de pessoas específicas para realizar tarefas de manutenção</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Critério para priorização de manutenção</li> <li>– Registros de manutenção</li> <li>– Lista de peças sobressalentes</li> <li>– Monitoramento dos custos de manutenção sobre o faturamento</li> </ul>

Figura 12 - Estratégias e barreiras identificadas

Fonte: Autor (2015)

Uma barreira de caráter geral e não ligada especificamente a uma ou outra estratégia é a questão do direcionamento e conscientização das organizações em relação ao tema tratado neste estudo. Em outras palavras, foi detectado, via análise dos registros das entrevistas, que algumas empresas participantes necessitam de maior orientação técnica e teórica em relação à manutenção, pois o não conhecimento de alguns aspectos ligados à área acaba por limitá-las na busca pela melhoria na gestão da manutenção.

#### 4.4. Discussão com a literatura

Os resultados obtidos nesta pesquisa apresentam certa similaridade com o que é dito na literatura relacionada a manutenção. Porém, a bibliografia aborda casos de empresas onde se tem uma estrutura mais complexa em relação a estrutura encontrada nas empresas da região em que se insere o presente artigo. Logo, ainda que haja semelhança, é de se esperar que os resultados trazidos pela literatura não se assemelhem totalmente aos resultados revelados pelo estudo, sendo algumas barreiras enfrentadas por empresas de maior complexidade de funcionamento diferentes das enfrentadas por empresas de funcionamento mais simples.

Possivelmente, algumas das barreiras descritas na literatura serão encontradas pelas empresas estudadas nesta pesquisa após essas aprimorarem suas gestões e, por consequência, suas

manutenções e passarem, assim, a enfrentar “novas” barreiras. Desta maneira, infere-se que algumas barreiras estão relacionadas ao porte das empresas analisadas, e são características do estágio de maturidade da organização como um todo e não apenas relacionadas à área de manutenção.

A Figura 13 traz as barreiras identificadas pelo estudo que possuem similaridade com as apresentadas pela bibliografia, enquanto a Figura 14 mostra as barreiras identificadas no estudo que não possuem relação com as trazidas pela literatura. Já a Figura 15 apresenta as barreiras as quais estão presentes na literatura, mas que não foram apontadas pelos resultados da pesquisa.

<b>Barreiras identificadas no estudo</b>	<b>Barreiras identificadas na literatura</b>
Falta de organização que culminam na não execução de práticas	Resistência à disciplina diária
	Resistência à mudança
Hábitos incorretos que resultam em um baixo desempenho da manutenção em geral	Falta de engajamento de uma ou várias pessoas nos programas
Obstáculo financeiro	Recursos insuficientes para o sucesso de implantação de uma melhoria
	Baixa ou nenhuma liberação de recursos financeiros necessários para implantação de melhorias
Falta de conhecimento das práticas	Subestimação do conhecimento teórico
	Falta de conhecimento de técnicas
	Não reconhecimento dos benefícios da gestão da manutenção

Figura 13 - Confronto das barreiras

Fonte: Autor (2015)

<b>Número</b>	<b>Barreiras exclusivas do estudo</b>
1	Estrutura da empresa
2	Ausência de pessoas específicas para realizar tarefas de manutenção
3	Baixa prioridade para área da manutenção
4	Sobrecarga da equipe de manutenção por essa executar serviços não ligados à área
5	Práticas em andamento que não foram concluídas

Figura 14 - Barreiras do estudo

Fonte: Autor (2015)

<b>Número</b>	<b>Barreiras exclusivas da literatura</b>
1	Subestimação das tarefas
2	Falta de consenso da administração
3	Expectativas não claras e inconsistentes
4	Pessoas erradas encarregadas pela área
5	Prazos insuficientes para implantação de programas
6	Execução de um programa de manutenção dependente de apenas uma ou poucas pessoas
7	Maior foco nos outputs (saídas) dos processos do que nos inputs (entradas)
8	Melhorias de longo prazo tratadas como projetos mensais
9	Não implementação de um programa piloto da melhoria desejada
10	Construção de equipes sempre com pessoas de mesmo setor ou com grande afinidade
11	Baixo envolvimento de pessoas não ligadas a parte gerencial da empresa
12	Ausência de reavaliação dos procedimentos operacionais padrão

Figura 15 - Barreiras da literatura

Fonte: Autor (2015)

Outro ponto a ser ressaltado em relação aos resultados atingidos no estudo é a inconsistência com o nível de implantação da MPT e da MCC. A MPT, estratégia a qual possui influência da manufatura enxuta em suas definições e técnicas, apresenta um lado mais acessível para implantação, com práticas fáceis de serem executadas pelo seu caráter inteligível (LAZIM; RAMAYAH; AHMAD, 2008). Em contraste, a MCC traz uma perspectiva mais baseada no lado quantitativo, com práticas e procedimentos de maior complexidade que demandam a existência de uma estrutura prévia de manutenção nas empresas. No entanto, os percentuais de implantação destas estratégias mostraram a MCC com uma disseminação (57,8%) maior do que a MPT (35,8%), explicitando, assim, uma incoerência, levando em conta o grau de dificuldade relacionado a práticas pertencentes às estratégias.

Como possíveis ações passíveis de serem executadas para as empresas melhorarem suas gestões da manutenção, pode-se dizer que as práticas relacionadas ao PCM possuem um caráter prático o qual facilita o começo por uma busca de melhorias na área da manutenção. Da mesma forma, ferramentas provenientes da MPT, como o 5S, propiciam a criação de um ambiente mais organizado e ágil e, por consequência, um melhor funcionamento geral, rompendo com barreiras como a de hábitos incorretos que resultam em um baixo desempenho da manutenção. Treinamentos ou criação de uma equipe de manutenção são práticas que podem, respectivamente, formar ou alocar pessoas com habilidades específicas para desempenhar atividades de manutenção, anulando barreiras como a de ausência de pessoas específicas para realizar tarefas de manutenção.

## 5. Conclusão

O presente trabalho visou, por meio do diagnóstico da situação atual da manutenção em empresas do setor metal mecânico da cidade de Santa Maria, identificar as barreiras para qualificação da manutenção nestas empresas, particularmente, nas de pequeno e médio porte. Desta perspectiva, o artigo buscou compor um registro que ofereça um respaldo que, de fato, auxilie na evolução das empresas do setor citado na busca por melhores procedimentos de manutenção.

Para tal fim, elaborou-se uma ferramenta de coleta de dados, a qual assumiu a forma de um questionário, que foi constituído por práticas de manutenção, onde se desejava saber se essas eram inexistentes, parcialmente existentes ou totalmente existentes nas empresas participantes da pesquisa. Após, as organizações foram contatadas e selecionadas para aplicação do questionário, gerando dados e informações que foram tabulados em planilhas eletrônicas. Por fim, analisou-se as empresas e as barreiras identificadas nelas, confrontando-as com o conhecimento teórico exposto no trabalho.

A pesquisa mostrou um cenário suscetível a melhorias e mudanças na área da manutenção. As barreiras identificadas compõe um conjunto de dificuldades comum às organizações participantes do projeto, de maneira que a superação destas envolve, prioritariamente, uma mudança de hábitos e, conseqüentemente, de cultura. O diagnóstico feito neste artigo mostra que os problemas enfrentados na área da manutenção possuem conexão com o comportamento das empresas, de forma que a empresa que mais possui práticas de manutenção implantadas possui, também, elevados índices de intenção de conclusão ou implantação de outras práticas.

Como sugestão de pesquisas futuras, destaca-se a pouca disseminação da MPT frente a MCC, gerando um ponto a ser discutido e estudado por trabalhos futuros, a fim de melhor compreender o resultado contra intuitivo observado nos resultados desta pesquisa. Ampliar a amostra desta pesquisa buscando investigar tal ponto controverso seria uma opção que revelaria se tal realidade se repete de maneira geral, esclarecendo, assim, tal situação.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GAÚCHA DE DESENVOLVIMENTO E PROMOÇÃO DO INVESTIMENTO. **Programa de Fortalecimento das Cadeias e Arranjos Produtivos Locais da AGDI para o APL Metal Centro, 2015.** Porto Alegre, 2015. 11 p.

APL METAL MECÂNICO DA REGIÃO CENTRAL. **Projeto da Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento, 2013.** Santa Maria, 2015. 28 p.

BARBOSA, A. C. **Aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade na função transmissão a fim de reduzir o tempo de indisponibilidade.** 2009. 72 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BARTZ, Teonas. **Avaliação do desempenho organizacional através da implantação da manutenção produtiva total.** 2011. 99 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO CENTRAL. **Relatório de planejamento regional, 2010.** Santa Maria, 2015. 133 p.

ETI, Mark C.; OGAJI, S.O.T.; PROBERT, S.D. **Strategic maintenance-management in Nigerian industries.** Applied Energy, v. 83, p. 211-217, jun. 2005.

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

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

HANSEN, Robert C. **Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros.** Porto Alegre: Bookman, 2006

IRESO, W. Grant; COOMBS, Clyde F.; MOSS, Richard Y. **Handbook of reliability engineering and management.** 2. ed. Nova York: McGraw – Hill, 1996.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, Manutenibilidade e disponibilidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LAZIM, Halim; RAMAYAH, T; AHMAD, Norzieiriani. **Total Productive Maintenance And Performance: A Malaysian SME Experience.** International Review of Business Research Papers, v. 4, p. 237-250, ago – set 2008.

MIGUEL, P.A.C. (Org.) **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.** Minneapolis: Productivity Press, 1988.

NEHLS, Elton. **Proposta de implantação de um programa de manutenção em uma empresa de usinagem.** 2011. 58 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville.

PODUVAL, Prasanth S.; PRAMOD, V.R; V.P., Jagathy Raj. **Interpretive Structural Modeling (ISM) and its application in analyzing factors inhibiting implementation of Total Productive Maintenance (TPM).** International Journal of Quality & Reliability Management, v. 32, p. 308-331, out. 2014.

POMORSKI, Thomas. **Total Productive Maintenance: concepts and literature review**. 2004. Disponível em: <<http://zoomin.idt.mdh.se/course/KPP202/HT2010/Le12ASn101012/Pomorski2004.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

SANTOS, Valdir Aparecido. **Manual prático da manutenção industrial**. 3. ed. São Paulo: Ícone, 2010.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira, 2014**. Brasília, 2015. 108 p.

SHARMA, Rajiv Kumar; SHARMA, Rajan Gopal. **Integrating Six Sigma Culture and TPM Framework to Improve Manufacturing Performance in SMEs**. Quality and Reliability Engineering International, Nova York, v. 30, p. 745-765, jul. 2013.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **TPM/MPT: manutenção produtiva total**. 5. Ed. São Paulo: Instituto IMAN, 2013

TURRIONI, J.B.; MELLO, C.H.P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. UNIFEI, 2012. Disponível em: <[http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Apostila-Mestrado/Apostila\\_Metodologia\\_Completa\\_2012.pdf](http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Apostila-Mestrado/Apostila_Metodologia_Completa_2012.pdf)>. Acesso em: 21 mai. 2015.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM - Planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Quality Ed., 2006.

ZAIONS, Douglas Roberto. **Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose e papel**. 2003. 219 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

## APÊNDICE

MPT	
Subgrupo	Prática
Pilar de melhoria focada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há monitoramento da produtividade das máquina?</li> <li>• Há monitoramento das paradas das máquinas?</li> <li>• Há monitoramento do setup das máquinas?</li> <li>• Há monitoramento do tempo de reparo das máquinas?</li> </ul>
5S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A empresa realiza a gestão visual dos dados monitorados?</li> <li>• Há gestão visual das tarefas dos mantenedores?</li> <li>• É feita a limpeza diária e semanal das máquinas?</li> <li>• As fontes de sujeira das máquinas são eliminadas constantemente?</li> <li>• O posto de trabalho é organizado diariamente?</li> <li>• O setor de manutenção é organizado diariamente?</li> </ul>
Pilar da manutenção autônoma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há Checklist das tarefas dos operadores?</li> <li>• Os operadores realizam algum tipo de manutenção?</li> <li>• É feita a lubrificação das máquinas?</li> <li>• O estado de aperto dos parafusos e outros componentes são verificados?</li> </ul>
Manutenção preditiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise de vibrações</li> <li>• Análise de óleos</li> <li>• Análise do estado das superfícies</li> <li>• Análise estrutural</li> <li>• Análise por Termografia</li> </ul>
Elemento chave	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há planos de manutenção das máquinas?</li> </ul>
Pilar de treinamento e educação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há treinamento dos mantenedores (interno e externo)?</li> <li>• Há um plano de treinamento para mantenedores?</li> <li>• Há treinamento dos operadores das máquinas para realização de limpeza e pequenos ajustes?</li> <li>• Há um plano de treinamento para os operadores das máquinas?</li> </ul>
Pilar de segurança e meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As máquinas possuem dispositivos e proteções para evitar acidentes de trabalho com operadores?</li> <li>• Há monitoramento dos resíduos gerados pelas máquinas?</li> <li>• Dispositivos à prova de erro (poka yoke) para segurança do operador e para qualidade do produto são utilizados?</li> </ul>
IROG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há monitoramento da disponibilidade das máquinas?</li> <li>• Há monitoramento da velocidade de produção da máquina?</li> <li>• Há monitoramento do número de defeitos gerados nos produtos fabricados por cada máquina?</li> </ul>
Pilar da MPT administrativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A empresa faz uso de algum <i>software</i> de manutenção?</li> </ul>
Verificação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São realizados testes com a máquina antes de disponibilizar para a produção?</li> </ul>
Custos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há algum monitoramento da vida útil das máquinas?</li> </ul>

Apêndice I – Lista de subgrupos e práticas

<b>MCC</b>	
<b>Subgrupo</b>	<b>Prática</b>
Elemento Chave	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há um procedimento padrão de manutenção?</li> <li>• Há uma maior preocupação com a função que a máquina deve desempenhar e não com a operação?</li> <li>• Há substituição de peças antes da falha/parada o apenas ocorre troca após o acontecimento da falha?</li> </ul>
FMEA de Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A empresa analisa as causas das falhas/paradas das máquinas?</li> <li>• Há identificação dos modos de falha potencial das máquinas?</li> </ul>
FMEA de Processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há identificação dos modos de falha no processo produtivo e ações que previnam tais falhas?</li> </ul>
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há preocupação com a motivação com a equipe de manutenção (caso exista) e dos operadores das máquinas?</li> </ul>
Custos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A empresa realiza a gestão dos custos de manutenção?</li> </ul>
Análise de confiabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A empresa realiza empresa de confiabilidade?</li> </ul>

<b>PCM</b>	
<b>Subgrupo</b>	<b>Prática</b>
Priorização	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há critérios claros para definição de qual máquina vai para a manutenção primeiro?</li> </ul>
Histórico de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há registro de qual máquina foi reparada, bem como do procedimento de manutenção feito nessa?</li> <li>• Há registro de data, hora e duração das manutenções feitas?</li> <li>• Há registro do responsável por uma manutenção?</li> <li>• Há registros de possíveis peças substituídas e de um custo estimado de uma manutenção feita?</li> </ul>
Ordem de manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A empresa usa algum tipo de ordem de manutenção?</li> </ul>
Codificação de máquinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As máquinas possuem um código que as identifica?</li> </ul>
Estoques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há um estoque de peças de reposição?</li> </ul>
Sobressalentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há uma lista de peças ou ferramentas sobressalentes?</li> </ul>
Custos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há monitoramento dos custos de manutenção sobre o faturamento?</li> </ul>