

Barreiras na qualificação da manutenção em empresas de pequeno e médio porte do setor metal mecânico

Barriers to the qualification of maintenance in small and medium-sized companies of the metalworking industrial sector

Guilherme de Oliveira¹

Morgana Pizzolato²

Lynceo Falavigna Braghirolli³

¹Estudante de Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS [Brasil]
guilhermeos.ep@gmail.com

²Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS [Brasil]

³Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, RS [Brasil]

Resumo

A falha dos equipamentos é uma das causas do não atendimento às expectativas dos clientes. Em algumas situações, tal falha decorre de procedimentos inadequados na gestão da manutenção. Neste trabalho, objetivou-se descrever a situação da manutenção e identificar as barreiras para a qualificação dessa atividade 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 mediante 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.

Abstract

Equipment failure is one of various reasons for not meeting customer expectations. In some instances, this stems from the wrong procedures being performed whilst managing maintenance. This study aimed to describe flawed maintenance processes and identify barriers to qualification in small and medium-sized metalwork companies in the city of Santa Maria. To accomplish this, the study first attempted to understand the true reality of these companies by conducting interviews and comparing results with established and comprehensive strategies in the area of maintenance management. With the aid of these comparisons, it became possible to identify specific solutions to overcome the difficulties encountered.

Key words: Maintenance management. Metalworking sector. Small and medium-sized companies.

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 de uma determinada empresa, por exemplo, ocorre, muitas vezes, em razão da 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, extrapola-se o tempo previsto de produção pelo fato de que se fazem necessárias 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 por motivo da 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 gere 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 (2011), 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 produto interno bruto (PIB) nacional, além de 47% do PIB da indústria (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 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 (Conselho Regional de Desenvolvimento Central, 2010), sendo composto por diversas empresas de pequeno e médio porte. Entretanto, poucos estudos têm abordado a necessidade de qualificar a manutenção dessas empresas (Bartz, 2011), visando a melhorar sua competitividade e sua contribuição social e econômica.

Dessa maneira, o objetivo neste 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 organizações em relação à manutenção, identificando quais as práticas inexistentes que são desejadas por estas e quais as barreiras encontradas para sua incorporação na rotina. Assim, é estabelecida 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 investigação. A quarta seção contém os resultados obtidos, acompanhados da

discussão com a literatura existente. Por fim, a quinta seção mostra as conclusões deste estudo.

2 Referencial teórico

2.1 MPT: Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance)

Takashi e Osada (2013) definem MPT como um conjunto de esforços para se atingir o objetivo da utilização máxima dos equipamentos, envolvendo a todos os colaboradores, com enfoque voltado para o gerenciamento orientado para o equipamento. A MPT apresenta uma estrutura, segundo Pomorski (2004), apoiada em quatro elementos básicos, os quais compõem a estratégia, ao mesmo tempo em que apresentam alguns de seus princípios relacionados à sua implantação. Esses elementos serão explorados, a seguir, conforme as definições traçadas por esse autor.

2.1.1 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 Manutenção Produtiva Total pelos pilares. O modelo retratado na Figura 1 faz referência ao trabalhado pela abordagem oriental da MPT, o qual se baseia nos conceitos de

Nakajima (1988). Os pilares tratam das seguintes informações:

- 1) Melhoria focada: aumentar a eficácia do equipamento por meio da redução dos problemas encontrados neste, além de eliminar perdas encontradas no processo produtivo.
- 2) Manutenção autônoma: disseminar a ideia de que as pessoas que operam os equipamentos são as responsáveis pela manutenção destes. Nesta etapa, é também trabalhado o programa de gestão para qualidade total 5S.
- 3) Manutenção preventiva: focar no conceito de zero falhas; o pilar da manutenção preventiva enfoca a importância deste tipo de manutenção, visando a estabelecer e a 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 mediante a criação de um sistema eficaz, de forma a controlar suas condições para que se obtenha um índice de zero defeitos.



Figura 1: Os oito pilares da MPT
Fonte: Adaptado de Pomorski (2004, p. 17).

- 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 para evitar incidentes relacionados à segurança dos colaboradores e focos de poluição ao meio ambiente.

2.1.2 Elemento 2: eficiência otimizada do equipamento

Este elemento lida com a utilização do Índice de Rendimento Operacional Global (IROG), ou Overall Equipment Effectiveness (OEE). Este índice é o principal indicador no qual se baseia a MPT, sendo sua função primordial explicitar a eficácia ou produtividade do equipamento em questão. O cálculo do IROG é definido como a multiplicação dos parâmetros de disponibilidade, qualidade e performance.

2.1.3 Elemento 3: grupos baseados em atividades de melhoria

Este elemento conta com a criação de pequenos grupos formados por colaboradores, os ditos Small Group of Activity (SGA), que possuem enfoque nas possíveis melhorias de desempenho da planta produtiva. O objetivo da formação destes grupos é o envolvimento de todos os funcionários na estratégia MPT, de modo que lhes sejam despertadas as habilidades de perícia e a criatividade.

2.1.4 Elemento 4: participação dos funcionários de todos os níveis da hierarquia operacional

O elemento quatro visa à interligação dos grupos descritos no elemento anterior, de modo 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 por meio das ligações existentes entre os diferentes departamentos de uma fábrica.

Considerando-se a estrutura definida nos elementos acima, é importante ressaltar, de acordo com 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 Tabela 1 apresenta um apanhado geral com algumas das práticas explícitas na MPT e suas descrições.

Tabela 1: Práticas explícitas da MPT e suas descrições

Procedimento	Descrição
Metodologia 5S	Filosofia voltada para a mobilização dos colaboradores por meio 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, tais como lubrificação, aperto de parafusos, limpeza.
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 possam traçar metas de produção mínima para tal equipamento. É uma porcentagem que indica, de modo quantitativo, o rendimento da máquina observada.

Fonte: Os autores.

Há alguns exemplos de práticas que podem ser utilizadas para o cumprimento dos objetivos da MPT, sendo essas não apresentadas de modo

direto no 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 ao 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 essa 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 ideias 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 Manutenção Produtiva Total (MPT) e a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), sendo esta última será tratada no item a seguir. Assim, a Tabela 2 apresenta algumas práticas provenientes do PCM, as quais podem ser interpretadas como decorrentes da compreensão das ideias e conceitos traçados, especialmente, na MPT.

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

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 sua restauração a um nível ideal de *performance* algo colocado de maneira secundária.

Tabela 2: Práticas decorrentes do PCM e suas descrições

Procedimento	Descrição
Monitoramento das máquinas	Trata-se da observação, registro e possíveis ações de melhoria relacionadas a aspectos, como produtividade, paradas, <i>set-up</i> e tempo de reparo das máquinas.
<i>Software</i> de manutenção	Sistema computacional responsável por todo o planejamento e controle da manutenção.
Lista de sobressalentes	Inventário de peças ou partes que são comumente trocadas ou repostas nos equipamentos.
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.
Plano de manutenção	Conjunto de informações e instruções que materializam a estratégia de manutenção adotada pela organização.
Ordem de manutenção	Instrução, geralmente enviada de um setor para outro, a qual traz as informações necessárias para realização de uma determinada 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.
Procedimento de manutenção	Processo que descreve toda a realização da manutenção, desde a detecção de sua necessidade até seu registro e posterior análise.
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.

Fonte: Os autores.

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 consequente parada de operação do equipamento. A viabilidade de prevenir uma falha é ilustrada na Figura 2, na qual se percebe que esta inicia-se antes da perda de funcionalidade do equipamento.

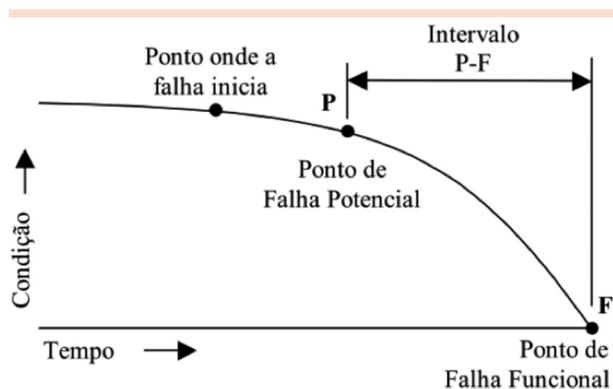


Figura 2: Aparecimento e ocorrência de falha
 Fonte: Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 9).

Conforme Fogliatto e Ribeiro (2009), 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 3 mostra a estrutura funcional da MCC e as questões referentes a esta estrutura.

Assim como na MPT, na MCC, têm-se algumas ferramentas e métodos associados a esta estratégia. Alguns deles são apresentados junto com os passos de implementação da MCC,

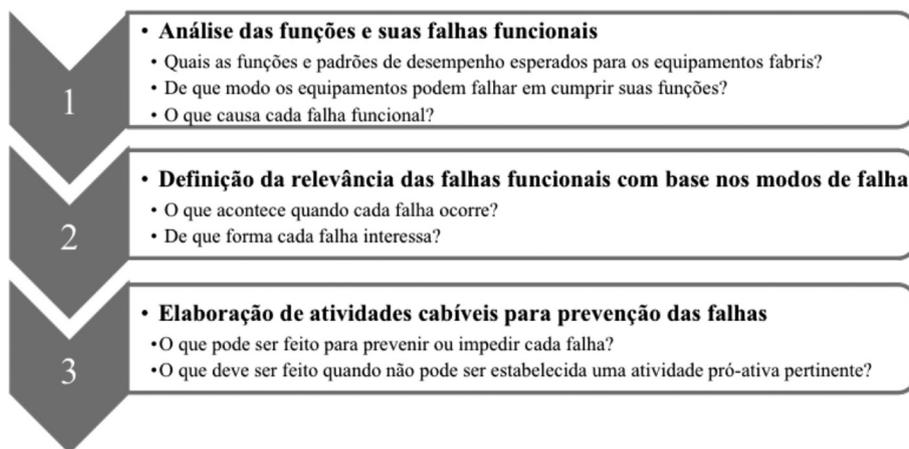


Figura 3: Estrutura funcional e questões básicas da MCC
 Fonte: Adaptado de Fogliatto e Ribeiro (2009, p. 218).

enquanto outros são elaborados visando a um complemento para essa. Como exemplo, pode-se citar a Análise dos Modos e Efeitos de Falha (Failure Mode and Effects Analysis – FMEA) que, conforme descreve Barbosa (2009) em seu trabalho, consiste em uma técnica voltada para avaliação das possíveis falhas e suas consequências em um componente. A Tabela 3 mostra mais exemplos de técnicas que mostram traços provenientes dos preceitos trabalhados na MCC.

Tabela 3: Técnicas provenientes da MCC e suas definições

Técnica	Definição
Análise de confiabilidade	Técnica que engloba a coleta e análise de dados relacionados à 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.
Gestão dos custos de manutenção	Análise dos custos necessários para manutenção, visando, por exemplo, a conhecer os impactos desses sobre o faturamento da empresa e a planejar os gastos com manutenção para um determinado horizonte de tempo.
FMEA de processo	Ferramenta que objetiva assegurar que os modos potenciais de falha no processo e seus possíveis efeitos sejam analisados e impedidos.

Fonte: Os autores.

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 implementar programas de melhoria da gestão da manutenção, as empresas devem observar alguns itens críticos. Com base em Pomorski (2004), a Tabela 4 apresenta uma lista com barreiras ligadas diretamente à qualificação da manutenção.

Tabela 4: Manutenção e suas principais barreiras

Número	Dificuldades
1	Subestimação das tarefas.
2	Falta de consenso da administração.
3	Complexidade a qual "estrangula" a <i>performance</i> .
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.

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, de-

vem ser os responsáveis pela criação de um ambiente favorável a mudanças. Ainda conforme os autores, organizações 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 estabelecer metas a serem atingidas.

Algumas barreiras identificadas para viabilizar as estratégias de otimização da manutenção, como a MPT, são tratadas por Poduval, Pramod e Jagathy (2015). 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 à MPT e à manutenção em geral. A Tabela 5 apresenta algumas destas barreiras tratadas e o respectivo aspecto relacionado.

Tabela 5: Barreiras da manutenção e aspectos relacionados

Aspecto relacionado	Barreira
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 à 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.

Fonte: Adaptado de Poduval et al. (2015, p. 6).

Attri, Grover, Dev e Kumar (2013) destacam como uma grande barreira para implementação de programas de manutenção a falta de confiança de pessoas de áreas de produção em outras de área de manutenção e vice e versa. Os autores comentam o fato de que os indivíduos responsáveis

pela parte produtiva de uma fábrica julgam não ter tempo ou habilidades suficientes para realizar tarefas de manutenção, enquanto que os encarregados pela manutenção acreditam que não devem delegar tarefas à produção, pois temem que os funcionários não as realizem e acabem por gerar problemas que os próprios encarregados da manutenção terão de consertar.

Ng, Goh e Eze (2012) citam algumas barreiras para implementação da estratégia de manutenção TPM, dentre elas, falta de conhecimento sobre a implantação da estratégia, carência de experiência de quem coordena tal implementação, estrutura organizacional que não fornece suporte para o prosseguimento do programa, cultura de resistência à mudança. É dito, também por Ng *et al.* (2012), que o pouco ou quase inexistente treinamento sobre a TPM e suas práticas é a principal causa do insucesso de sua implantação, sendo o motivo para este baixo nível de treinamento o não investimento da alta gerência das empresas em educar e treinar seus funcionários.

Ahuja e Khamba (2008) comentam que a implantação de uma gestão da manutenção eficiente é um compromisso de longo prazo o qual não se atinge em pouco tempo e sem o comprometimento das pessoas envolvidas em tal tarefa. O baixo comprometimento para realização das tarefas irá guiar a empresa, inevitavelmente, a altos índices de quebras e, conseqüentemente, de baixas na produção, conforme destacam Rodrigues e Hatakeyama (2006).

3 Procedimentos metodológicos

Este estudo envolve empresas de pequeno e médio porte do setor metal mecânico da cidade de Santa Maria, sendo constituído de empresas as quais há anos desenvolvem máquinas e equi-

pamentos, implementos agrícolas, usinagem de componentes, entre outros. Conforme o projeto do Arranjo Produtivo Local Metal Mecânico da Região Central para a Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento – AGDI (Arranjo Produtivo Local Metal Mecânico da Região Central [APL Metal Centro], 2015), 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 da Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (2015), vinculado ao projeto APL Metal Centro (2015). Em tal documento é dito que as componentes deste arranjo produtivo buscam desenvolvimento com equidade e sustentabilidade, por meio de sistemas e metodologias participativas que propiciem tal progresso.

Conforme Turrioni e Mello (2012), quanto à natureza, uma pesquisa pode ser classificada como básica ou aplicada. A pesquisa básica é aquela que procura um crescimento científico sobre o assunto, um aumento dos conhecimentos teóricos, sem o objetivo de colocá-los em prática. Já a pesquisa aplicada consiste em uma investigação com carácter mais prático, em que se almeja que os resultados do trabalho possam ser utilizados de modo imediato para solucionar problemas reais. O atual estudo possui natureza aplicada, pois objetiva a obtenção de conhecimentos visando a uma situação prática.

Quanto a abordagem, Miguel (2012, p. 52) mencionam que na pesquisa qualitativa “[...] a característica distintiva, em contraste com a pesquisa quantitativa, é a ênfase na perspectiva do indivíduo que está sendo estudado [...]”. Desta forma, esta investigação é classificada como qualitativa, visto que não há construção em cima de variáveis numéricas, mas sim em cima de infor-

mações 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, Turrioni e Mello (2012) dizem que a pesquisa pode ser classificada como exploratória, descritiva, explicativa e normativa. A pesquisa descritiva mostra-se como aquela na qual se usa técnicas padronizadas de coleta de dados, como questionários e observações sistemáticas, buscando a descrição de determinado fenômeno. A explicativa deseja detectar os aspectos que causam (ou contribuem) a ocorrência de fenômenos, explicando o motivo de seus acontecimentos. Desta maneira, esta pesquisa é descritiva e também explicativa, devido ao fato de que há o uso de coleta de dados mediante uma ferramenta padronizada, ao mesmo tempo em que se busca identificar as razões para a ocorrência do evento em questão.

Conforme Miguel (2012), um estudo de caso pode ser classificado quanto ao número e ao tipo. Quanto ao tipo, ele pode ser retrospectivo, em que se analisam dados e observações do passado, visando a compreender acontecimentos do presente; ou longitudinal, em que se investiga o presente, ou seja, registros e elementos atuais. Já quanto ao número, esse pode ser de um caso único ou de múltiplos casos, tendo o primeiro mais profundidade no estudo ao passo que o segundo possui uma generalização maior dos resultados. Assim, o artigo se enquadra como um estudo de múltiplos casos e longitudinal, pois levará em conta a realidade de mais de uma organização, observando dados e informações atuais.

A Figura 4 apresenta as etapas que se seguiram para a realização desta investigação. Tais 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 dado à pesquisa.

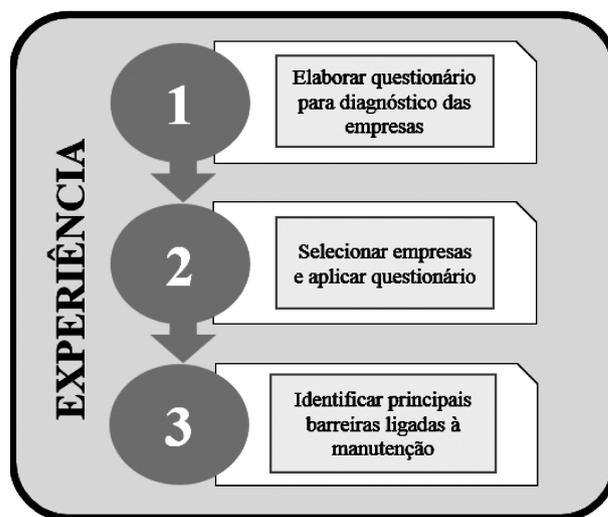


Figura 4: Etapas da pesquisa

Fonte: Os autores.

3.1 Etapa 1: elaborar questionário para diagnóstico das empresas

“O uso de múltiplas fontes de dados e a iteração com os constructos desenvolvidos a partir da literatura possibilitam que o pesquisador alcance maior validade construtiva da pesquisa.” (Miguel, 2012, p. 137). Attri *et al.* (2013) também mencionam a relevância do uso de questionários estruturados para coleta de dados em pesquisas, destacando a aproximação com a realidade obtida por meio do uso deste tipo de ferramenta de coleta de dados.

Assim, de acordo com as ideias descritas, a utilização de um instrumento de coleta de dados valida-se por assegurar um caráter verídico à pesquisa, legitimando as conclusões acerca dela. A ferramenta de coleta de dados elaborada para o estudo consiste em um questionário, o qual foi dividido, 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 nome da empresa, tempo de atuação

de mercado, tipo de produto. Além disso, esta primeira etapa indagava às companhias entrevistadas referente aos parâmetros gerais da gestão da manutenção, como as principais atividades de manutenção realizadas na empresa, nível de satisfação com relação à 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, e 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, e 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 esta construção relatada, a Figura 5 mostra um exem-

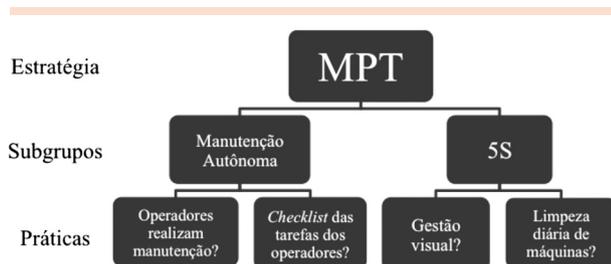


Figura 5: Exemplo ilustrativo do desdobramento das estratégias

Fonte: Os autores.

plo simplificado que contém uma estratégia, seus subgrupos e práticas. A lista com os subgrupos, os quais totalizaram 6 para a MCC, 11 para a MPT e 7 para o PCM, juntamente com as práticas associadas a cada um deles, é apresentada no Apêndice 1.

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

- a) Existência: se a prática era inexistente, parcialmente existente ou totalmente existente.
- b) Propósito: se a prática fosse inexistente na empresa, buscava-se saber se essa era desejada, não desejada ou se a companhia a desconhecia; caso a prática fosse parcialmente existente, desejava-se saber, então, se essa não possuía intenção de conclusão (ou seja, ela atendia as necessidades da empresa e seria, portanto, dificilmente modificada) ou se havia intenção de conclusão (em outras palavras, se precisava ser trabalhada visando a uma implantação total em um dado horizonte de tempo); e caso a prática fosse 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 faltava, especificamente, para implantação desta prática. Com a identificação dos elementos faltantes, esse questionamento foi aprofundado buscando-se identificar por que isso ainda não tinha sido feito, verificando-se o real motivo da não execução da prática tratada.

3.2 Etapa 2: selecionar as empresas e aplicar questionários

Após a realização 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 aplicação do questionário. Houve, então, certas adversidades na execução deste passo do estudo, tais como pouco entendimento de algumas organizações com relação ao assunto tratado, dificuldades para fechamento de horários para as entrevistas e, em determinados casos, a não adesão ou desistência de participação de algumas companhias. Desse modo, foram selecionadas cinco organizações a serem entrevistadas. Por motivo de confidencialidade, estas participantes são tratadas como empresas A, B, C, D e E. Os questionários foram aplicados em forma de entrevista individual, sendo debatidas as questões levantadas com os responsáveis nas empresas, e as informações registradas e tabuladas em planilhas eletrônicas.

3.3 Etapa 3: analisar os dados coletados para identificar as principais barreiras ligadas à manutenção

Por fim, a etapa de número três é a última das etapas metodológicas, e aquela em que se examinam os dados levantados na etapa anterior. O objetivo nesta fase do projeto é, por meio da análise dos dados reunidos, visualizar as adversidades encontradas nas empresas com relação à manutenção.

4 Resultados e discussão

Nesta seção, discutem-se os dados coletados nas empresas estudadas. Na seção 4.1, as organizações analisadas são caracterizadas, e apresenta-se um diagnóstico da situação da manutenção, em caráter geral, para cada uma delas. Na 4.2, faz-se a análise das práticas presentes nos questionários, relacionando-as com as estratégias de manutenção estudadas e discutindo-se 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, na seção 4.4, mencionam-se algumas relações e inconsistências com a bibliografia utilizada para este estudo.

4.1 Análise das empresas

A Figura 6 apresenta as empresas com relação a dois parâmetros: o número de funcionários e o tempo de atuação no mercado; já a Tabela 6 mostra o nível de satisfação com a manutenção, variando entre muito ruim, ruim, médio, bom e excelente. A empresa A e a B são organizações de grande porte, com maior número de funcionários e com estruturas físicas igualmente maiores; já o restante é de menor porte e atua com estruturas reduzidas.

Tabela 6: Nível de satisfação com a manutenção

Empresas	Nível de satisfação com a manutenção
A	Médio
B	Bom
C	Médio
D	Médio
E	Médio

Fonte: Os autores.

O nível de implantação da manutenção nas empresas estudadas é apresentado em percentuais, na Figura 7, de modo que os dados obtidos demonstram diferenças entre as empresas entrevistadas. Percebe-se 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. Além disso, a empresa A se destaca como sendo a que apresenta maior índice de implantação (71,2%), bem como a que possui o menor índice de práticas inexistentes (19,2%), explicitando, assim, uma influência direta das características apresentadas anteriormente nos achados apontados de modo que a organiza-

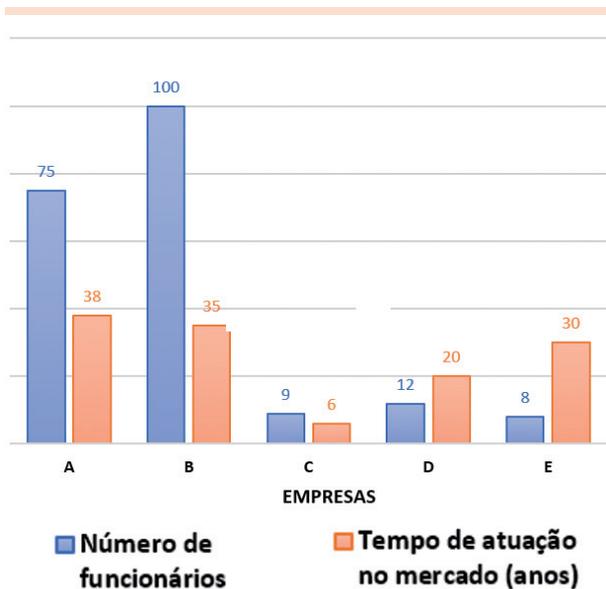


Figura 6: Tempo de atuação e número de funcionários

Fonte: Os autores.

ção com maior tamanho apresenta, também, o melhor resultado.

Considerando o percentual de práticas inexistentes apresentado, a Figura 8 mostra o percentual destas práticas que são ou desconhecidas, ou não desejadas ou desejadas. É importante ressaltar que a empresa B difere do restante por demonstrar maior intenção de implantação das práticas até então inexistentes na empresa. Somando o percentual de práticas realizadas (34,6%) com o percentual das 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. Em contraponto, ressalta-se a situação observada na empresa C, a qual apresenta o menor percentual de desejo em implantar técnicas atualmente inexistentes (5,8%).

A Figura 9 apresenta o percentual de práticas realizadas parcialmente, aquelas que as empresas desejam ou não implantar. Destacam-se, aqui, alguns pontos: a empresa C, a qual possui o

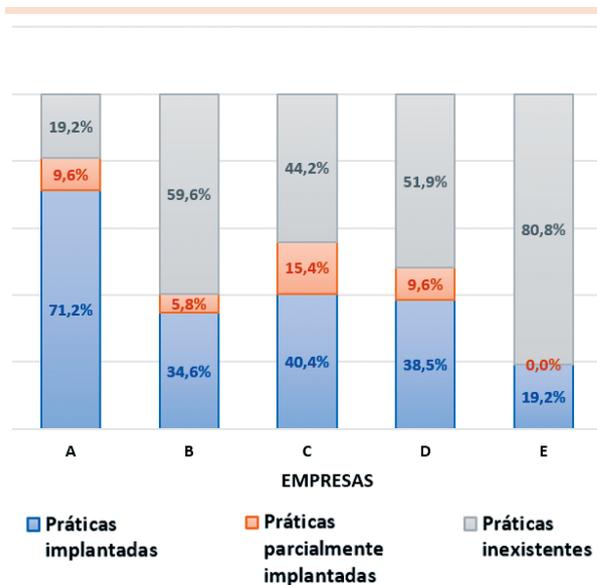


Figura 7: Situação geral das empresas em relação às práticas

Fonte: Os autores.

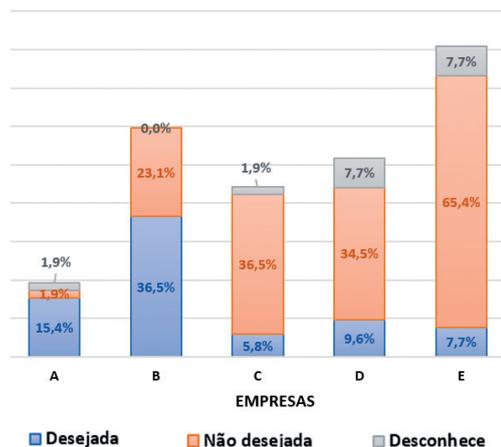


Figura 8: Práticas inexistentes

Fonte: Os autores.

interesse em completar a implementação de práticas parcialmente existentes (11,5%), as empresas D e E, as quais possuem baixa intenção de conclusão das práticas realizadas parcialmente (1,9% e 0,0%, respectivamente) e a empresa A que, apesar de ter o maior índice de práticas implantadas, ainda sim possui uma boa projeção de implantação para práticas feitas parcialmente (3,8%). Isso sugere que a empresa reconhece

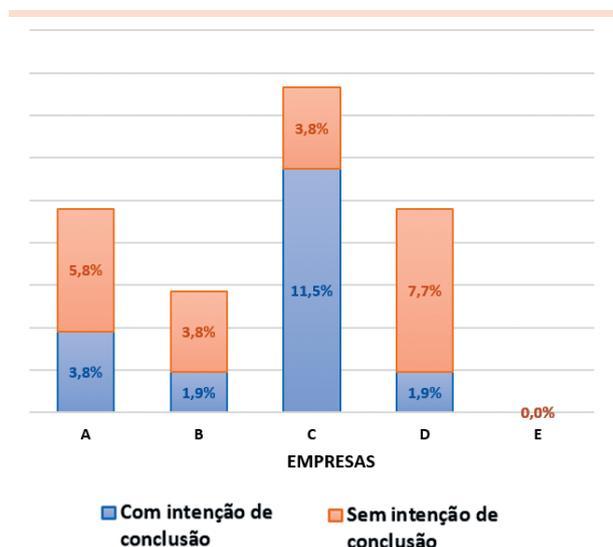


Figura 9: Práticas parcialmente implantadas

Fonte: Os autores.

os benefícios trazidos pela manutenção, uma vez que, após ter incorporado diferentes práticas, ela ainda apresenta elevados percentuais para a implantação de novas práticas.

Partindo do princípio de que a organização com mais procedimentos ligados à manutenção ou que mais apresenta intenção em possuí-los é aquela com maior disseminação da manutenção, tem-se que as empresas A e B são as que apresentam os melhores resultados. Isso sugere que o porte das estudadas influencia na qualidade de sua manutenção, sendo as duas de maior tamanho as que melhor se apresentam quanto aos parâmetros analisados.

4.2 Análise das práticas

Com base na situação das cinco empresas analisadas, obteve-se uma estimativa do grau de

implantação de cada estratégia, por meio do número de práticas implantadas de cada uma, conforme apresentado na Tabela 7, 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 implementação 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 da MPT; e 42,0%, para as 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 pouco utilizada pelas organizações, sendo, também, a que menos se deseja implementar e a que tem menor previsão de implantação para as práticas feitas parcialmente, como mostrado na Tabela 7.

De maneira resumida, a MCC é a estratégia que possui a maior quantidade de práticas implantadas; porém, de modo singular, também é a que apresenta a maior quantia de práticas desconhecidas (11,1%). Nessa estratégia, todas as práticas parcialmente implementadas possuem intenção de conclusão. Entretanto, a MPT tem o conjunto de práticas mais conhecidas; contudo, está associada ao maior percentual das consideradas indesejadas e o maior percentual das parcialmente implantadas sem intenção de conclusão. Por fim, as práticas do PCM apresentam os maiores percentuais

Tabela 7: 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: Os autores.

de práticas desejadas (24,0%) e das parcialmente implantadas com intenção de conclusão (8,0%).

A Tabela 8 apresenta os subgrupos que revelaram comportamentos uniformes entre as empresas, pois alguns mostram grande utilização em todas, ao passo que outros não são utilizados e nem conhecidos, igualmente, em todas elas. Como exemplo, temos o subgrupo de análise de confiabilidade, o qual se mostrou totalmente inexistente e desconhecido nas empresas, ainda que seja o único dentre todos os subgrupos da MCC que apresentaram tal comportamento. O restante dos subgrupos identificados não apresentou homogeneidade nos resultados, pois estes são implantados em algumas organizações, enquanto não os são em outras, além de serem parcialmente executados em algumas.

Tabela 8: Subgrupos e cenários

Estratégia	Subgrupo	Cenário
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 as empresas, mas reconhecido como necessário.

Fonte: Os autores.

4.3 Análise das barreiras

Após as análises das práticas por empresa e do grau de implantação das estratégias, cabe a avaliação das barreiras identificadas ligadas a este contexto. Assim, a Tabela 9 mostra, além das bar-

reiras identificadas (alocadas conforme estratégia), as práticas que foram impossibilitadas de serem implementadas pela existência dessas barreiras. Observa-se, na Tabela 9, 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 a ela.

Na Tabela 9, as quatro primeiras barreiras das estratégias MCC e MPT merecem destaque e um maior detalhamento acerca de seu significado pelo fato de serem comuns em ambas as estratégias e aparecerem 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 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.

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

Tabela 9: Estratégias e barreiras identificadas

Estratégias	Barreiras (causas)	Práticas inexistentes (consequências)
MCC	Estrutura da empresa Ausência de pessoas específicas para realizar tarefas de manutenção Obstáculo financeiro Baixa prioridade para a área de manutenção	Análise de confiabilidade e procedimento padrão de manutenção. Identificação de modos de falha no processo. Gestão de custos.
MPT	Estrutura da empresa Ausência de pessoas específicas para realizar tarefas de manutenção Obstáculo financeiro Baixa prioridade para a área de manutenção Sobrecarga da equipe de manutenção por essa executar serviços não ligados à área Falta de organização que culminam na não execução de práticas Falta de conhecimento das práticas Práticas em andamento que não foram concluídas	Monitoramento da produtividade das máquinas, das suas paradas, do tempo de <i>set-up</i> e do tempo de reparo. Gestão visual de dados. <i>Checklist</i> de tarefas de operadores. Técnicas de manutenção preditiva. Planos de manutenção e de treinamentos para mantenedores. <i>Software</i> de manutenção. Uso de dispositivos a prova de erro e de segurança para as máquinas. Monitoramento de vida útil de máquinas, de velocidade de produção e disponibilidade.
PCM	Hábitos incorretos que resultam em um baixo desempenho da manutenção em geral Ausência de pessoas específicas para realizar tarefas de manutenção	Critério para priorização de manutenção. Registros de manutenção. Lista de peças sobressalentes. Monitoramento dos custos de manutenção sobre o faturamento.

Fonte: Os autores.

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 à manutenção. Porém, a bibliografia aborda casos de empresas que têm uma estrutura mais complexa em relação à encontrada nas organizações da região analisada no atual artigo. Logo, ainda que haja semelhança, é de se esperar que os achados 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 pelas 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 Tabela 10 traz as barreiras identificadas pelo estudo que possuem similaridade com as apresentadas pela bibliografia, enquanto a Tabela 11 mostra as que não têm relação com as trazidas pela literatura. Já a Tabela 12 apresenta as que estão presentes na literatura, mas que não foram apontadas pelos resultados da pesquisa.

Outro ponto a ser ressaltado em relação aos resultados obtidos no estudo é a inconsistência com o nível de implantação da MPT e da MCC. A MPT, ainda que seja uma estratégia a qual demanda um envolvimento de toda a organização, possui influência da manufatura enxuta em suas

Tabela 10: Confronto das barreiras

Barreiras identificadas no estudo	Barreiras identificadas na literatura
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.

Fonte: Os autores.

Tabela 11: Barreiras do estudo

Número	Barreiras particulares do estudo
1	Estrutura limitada 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.

Fonte: Os autores.

definições e técnicas, apresentando práticas fáceis de serem executadas pelo seu caráter inteligível (Lazim, Ramayah, & Ahmad, 2008). Em outras palavras, a MPT é mais abrangente e custosa para as empresas do que a MCC; porém, levando em conta o escopo deste trabalho, o qual trata as práticas isoladamente, pode-se dizer que a MPT possui um lado mais acessível para implantação visto

Tabela 12: Barreiras da literatura

Número	Barreiras particulares da literatura
1	Falta de consenso da administração quanto à execução ou não de ações de melhoria.
2	Expectativas não claras e inconsistentes com relação às estratégias traçadas.
3	Prazos insuficientes para implantação de programas.
4	Execução de um programa extenso de manutenção ligado a poucas pessoas.
5	Maior foco nos <i>outputs</i> (saídas) dos processos do que nos <i>inputs</i> (entradas).
6	Melhorias de longo prazo tratadas como projetos mensais.
7	Não implementação de um programa-piloto da melhoria desejada.
8	Construção de equipes sempre com pessoas de mesmo setor ou com grande afinidade.
9	Ausência de reavaliação dos procedimentos operacionais-padrão.
10	Falta de confiança dos setores de produção nos setores de manutenção e vice e versa.

Fonte: Os autores.

a maior praticidade e simplicidade de sua ideia-base em relação à ideia-base traçada na MCC. A estratégia MCC, por sua vez, 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 a fim de que as empresas melhorem 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 indivíduos específicos para realizar tarefas de manutenção.

5 Conclusão

Neste trabalho, visou-se, 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 organizações, particularmente, nas de pequeno e médio porte. Desta perspectiva, buscou-se 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, em que se desejava saber se essas eram inexistentes, parcialmente existentes ou totalmente existentes nas empresas participantes da pesquisa. Após, as organizações foram contatadas para aplicação do questionário, e, depois de selecionadas, os dados e as informações coletadas foram tabulados em planilhas eletrônicas e, por fim, analisaram-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 ampliação da utilização de procedimentos e ferramentas descritas nas estratégias visando ao aumento do percentual de disseminação da MPT e MCC para que, assim, as empresas possam qualificar suas gestões da manutenção por meio do uso de técnicas que tenham embasamento científico. O diagnóstico feito neste artigo mostra que os problemas enfrentados na área da manutenção possuem conexão com o comportamento das organizações, de forma que a empresa que mais apresenta práticas de manutenção implantadas possui, também, elevados índices de intenção de conclusão ou implantação de outras práticas.

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

Referências

- Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento. (2015). *Programa de Fortalecimento das Cadeias e Arranjos Produtivos Locais da AGDI para o APL Metal Centro*. Porto Alegre: Autor.
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25, 709-756.
- Arranjo Produtivo Local Metal Mecânico da Região Central. (2015). *Projeto da Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento*. Santa Maria: Autor.

- Attri, R., Grover, S., Dev, N., & Kumar, D. (2013). Analysis of barriers of total productive maintenance (TPM). *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, 4(4), 365-377.
- Barbosa, A. C. (2009). *Aplicação da manutenção centrada em confiabilidade na função transmissão a fim de reduzir o tempo de indisponibilidade*. Trabalho de Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Bartz, T. (2011). *Avaliação do desempenho organizacional através da implantação da manutenção produtiva total*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.
- Conselho Regional de Desenvolvimento Central. (2010) *Relatório de planejamento regional*. Santa Maria: Autor.
- Eti, M. C., Ogaji, S. O. T., & Probert, S. D. (2005). Strategic maintenance-management in Nigerian industries. *Applied Energy*, 83, 211-217.
- Fogliatto, F. S., & Ribeiro, J. L. D. (2009). *Confiabilidade e manutenção industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Fraser, K., Hvolby, H-H., & Tseng, T-L. (2015). Maintenance management models: a study of the published literature to identify empirical evidence. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32, 635-664.
- Hansen, R. C. (2006). *Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros*. Porto Alegre: Bookman.
- Ireson, W. G., Coombs, C. F., & Moss, R. Y. (1996). *Handbook of reliability engineering and management* (2nd ed.). Nova York: McGraw-Hill.
- Lafraia, J. R. B. (2001) *Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Lazim, H., Ramayah, T., & Ahmad, N. (2008). Total productive maintenance and performance: a Malaysian SME experience. *International Review of Business Research Papers*, 4, 237-250.
- Miguel, P. A. C. (Org.). (2012). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações* (2a ed.). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Minneapolis: Productivity Press.
- Nehls, E. (2011) *Proposta de implantação de um programa de manutenção em uma empresa de usinagem*. Trabalho de Graduação, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC, Brasil.
- Ng, K. C., Goh, G. G. G., & Eze, U. C. (2012, December). Barriers in total productive maintenance implementation in a semiconductor manufacturing firm: a case study. *Proceedings of the IEEE – International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Hong Kong, China.
- Poduval, P. S., Pramod, V. R., & Jagathy, R. V. P. (2015). Interpretive Structural Modeling (ISM) and its application in analyzing factors inhibiting implementation of Total Productive Maintenance (TPM). *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32, 308-331.
- Pomorski, T. (2004). *Total Productive Maintenance: concepts and literature review*. Recuperado em 5 junho, 2015, de <http://zoomin.idt.mdh.se/course/KPP202/HT2010/Le12ASn101012/Pomorski2004.pdf>
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *J Mater Process Technol*, 179, 276-279.
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2014). *Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira*. Brasília: Autor.
- Sharma, R. K., & Sharma, R. G. (2013). Integrating Six Sigma Culture and TPM Framework to Improve Manufacturing Performance in SMEs. *Quality and Reliability Engineering International*, 30, 745-765.
- Takahashi, Y., & Osada, T. (2013). *TPM/MPT: manutenção produtiva total* (5a ed.). São Paulo: Instituto IMAN.
- Turrioni, J. B., & Mello, C. H. P. (2012). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção* [Apostila]. UNIFEI. Recuperado em 21 maio, 2015, de http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Apostila-Mestrado/Apostila_Metodologia_Completa_2012.pdf
- Viana, H. R. G. (2006). *PCM – Planejamento e controle da manutenção*. Rio de Janeiro: Quality Ed..
- Zaions, D. R. (2003). *Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose e papel*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

	Subgrupo	Prática
MPT	Pilar de melhoria focada	Há monitoramento da produtividade das máquinas? Há monitoramento das paradas das máquinas? Há monitoramento do <i>set-up</i> das máquinas? Há monitoramento do tempo de reparo das máquinas?
	5S	A empresa realiza a gestão visual dos dados monitorados? Há gestão visual das tarefas dos mantenedores? É feita a limpeza diária e semanal das máquinas? As fontes de sujeira das máquinas são eliminadas constantemente? O posto de trabalho é organizado diariamente? O setor de manutenção é organizado diariamente?
	Pilar da manutenção autônoma	Há <i>checklist</i> das tarefas dos operadores? Os operadores realizam algum tipo de manutenção? É feita a lubrificação das máquinas? O estado de aperto dos parafusos e outros componentes são verificados?
	Manutenção preditiva	Análise de vibrações Análise de óleos Análise do estado das superfícies Análise estrutural Análise por termografia
	Elemento-chave	Há planos de manutenção das máquinas?
	Pilar de treinamento e educação	Há treinamento dos mantenedores (interno e externo)? Há um plano de treinamento para mantenedores? Há treinamento dos operadores das máquinas para realização de limpeza e pequenos ajustes? Há um plano de treinamento para os operadores das máquinas?
	Pilar de segurança e meio ambiente	As máquinas possuem dispositivos e proteções para evitar acidentes de trabalho com operadores? Há monitoramento dos resíduos gerados pelas máquinas? Dispositivos à prova de erro (<i>poka yoke</i>) para segurança do operador e para qualidade do produto são utilizados?
	IROG	Há monitoramento da disponibilidade das máquinas? Há monitoramento da velocidade de produção da máquina? Há monitoramento do número de defeitos gerados nos produtos fabricados por cada máquina?
	Pilar da MPT administrativa	A empresa faz uso de algum <i>software</i> de manutenção?
	Verificação	São realizados testes com a máquina antes de disponibilizá-la para a produção?
Custos	Há algum monitoramento da vida útil das máquinas?	
MCC	Subgrupo	Prática
	Elemento-chave	Há um procedimento padrão de manutenção? Há uma maior preocupação com a função que a máquina deve desempenhar e não com a operação? Há substituição de peças antes da falha/parada ou apenas ocorre troca após o acontecimento da falha?
	FMEA de projeto	A empresa analisa as causas das falhas/paradas das máquinas? Há identificação dos modos de falha potencial das máquinas?
	FMEA de processo	Há identificação dos modos de falha no processo produtivo e ações que previnam tais falhas?
	Resultado	Há preocupação com a motivação da equipe de manutenção (caso exista) e dos operadores das máquinas?
	Custos	A empresa realiza a gestão dos custos de manutenção?
Análise de confiabilidade	A empresa realiza análise de confiabilidade?	
PCM	Subgrupo	Prática
	Priorização	Há critérios claros para definição de qual máquina vai para a manutenção primeiro?
	Histórico de manutenção	Há registro de qual máquina foi reparada, bem como do procedimento de manutenção feito nessa? Há registro de data, hora e duração das manutenções feitas? Há registro do responsável por uma manutenção? Há registros de possíveis peças substituídas e de um custo estimado de uma manutenção feita?
	Ordem de manutenção	A empresa usa algum tipo de ordem de manutenção?
	Codificação de máquinas	As máquinas possuem um código que as identifica?
	Estoques	Há um estoque de peças de reposição?
	Sobressalentes	Há uma lista de peças ou ferramentas sobressalentes?
Custos	Há monitoramento dos custos de manutenção sobre o faturamento?	

Apêndice 1: Lista de subgrupos e práticas

Recebido em 4 abr. 2016 / aprovado em 9 ago. 2016

Para referenciar este texto

Oliveira, G.; Pizzolato, M.; Braghirolli, L.F. Barreiras na qualificação da manutenção em empresas de pequeno e médio porte do setor metal mecânico. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 203-221, 2017.

