



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



Victor Guimarães Vidal

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA GESTÃO DE FORNECEDORES NO
PCM DE EQUIPAMENTOS MÓVEIS DE UMA EMPRESA DE
MINERAÇÃO**

OURO PRETO - MG
2021

VICTOR GUIMARÃES VIDAL

victorvidal08@hotmail.com

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA GESTÃO DE FORNECEDORES NO
PCM DE EQUIPAMENTOS MÓVEIS DE UMA EMPRESA DE
MINERAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Professor orientador: DSc. Washington Luís Vieira da Silva

**OURO PRETO – MG
2021**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

V648e Vidal, Victor Guimaraes .
Estudo da influência da gestão de fornecedores no PCM de equipamentos móveis de uma empresa de mineração. [manuscrito] / Victor Guimaraes Vidal. - 2021.
68 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Washington Luís Vieira da Silva Silva.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Mecânica .

1. Equipamentos - Manutenção. 2. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). 3. Manutenção - Ordem de serviço. 4. Manutenção - Indicadores. 5. Manutenção - Gestão. I. Silva, Washington Luís Vieira da Silva. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

Victor Guimarães Vidal

Estudo da Influência da Gestão de Fornecedores do PCM de Equipamentos Móveis de uma empresa de mineração

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico

Aprovada em 11 de Agosto de 2021

Membros da banca

DSc. Washington Luis Vieira da Silva- Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)

DSc. Diogo Antônio de Sousa (Universidade Federal de Ouro Preto)

MSc. Sávio Sade Tayer (Universidade Federal de Ouro Preto)

Washington Luis Vieira da Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 17/08/2021



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/08/2021, às 10:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0211082** e o código CRC **84B79C8E**.

Dedico a Deus, Monsenhor Horta, minha família e a todos que de alguma forma me apoiaram nessa caminhada.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela graça da vida, e ao Monsenhor Horta pela amizade além dela.

A meu Pai e Mãe pelo suporte incondicional, sem vocês eu não teria chegado tão longe.

Agradeço também a meus familiares e demais pessoas especiais pela compreensão e apoio. A minha namorada pelo companheirismo, a meu afilhado Antônio por me transmitir tanta paz e tranquilidade e ao meu orientador pelo apoio e por compartilhar seu conhecimento.

A todos que de alguma forma contribuíram para minhas conquistas e acreditaram em meus planos e sonhos!

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre o ombro de gigantes”. (Isaac Newton)

“Somos o que repetidamente fazemos. A excelência, portanto, não é um feito, mas um hábito”.

Aristóteles

RESUMO

No cenário de competitividade a que as organizações estão submetidas na atualidade, oportunidades de melhorias nos processos industriais se tornam fundamentais para a continuidade das empresas. A manutenção, como parte fundamental dos processos industriais, é vista como área que em muito pode contribuir para o sucesso de uma organização. Neste contexto, o presente trabalho visa analisar a influência da gestão de fornecedores no PCM de equipamentos móveis de uma empresa de mineração. Assim, foi realizada uma pesquisa bibliográfica relacionada à manutenção e seus tipos, principais indicadores, Planejamento e Controle de Manutenção, gestão da rotina de manutenção e por fim, materiais e fornecedores para manutenção. Para a elaboração do trabalho, foi aplicada uma metodologia de natureza qualitativa, exploratória, bibliográfica e estudo de caso. Através da utilização de uma base de dados referente ao período de janeiro de 2016 a maio de 2017, foi possível determinar as características de fornecedores de materiais para a manutenção de equipamentos móveis no que diz respeito ao prazo de entrega e constatado que no período analisado, 37% dos itens adquiridos pela empresa foram entregues fora do prazo contratual. A análise se estendeu pelos tipos de Ordens de Manutenção mais representativos afim de investigar as consequências da morosidade de entrega de peças de reposição por fornecedores nas atividades relacionadas ao PCM de equipamentos móveis. Em Ordens de Manutenção para planos de manutenção, 39,2% dos materiais foram entregues fora do prazo, em Ordens de Manutenção condicionadas o atraso ocorreu em 34,3% dos casos, e em Ordens de caráter emergencial, o atraso foi de 27,7%. Sendo assim possível constatar a influência em fatores como custos, vida útil de equipamentos, reprogramação de atividades, necessidade de maiores estoques internos, menor disponibilidade física e impactos em demais indicadores de manutenção e produtividade da organização.

Palavras-chave: Manutenção de equipamentos móveis. Cadeia de suprimentos. Gestão de fornecedores. PCM – Planejamento e Controle de Manutenção. Ordem de Manutenção. Ordem de Serviço. Indicadores de Manutenção.

ABSTRACT

Within the competitive scenario in which organizations are currently inserted, improving opportunities in industrial processes is fundamental for long-term prosperity. Maintenance is a key area of industrial processes and is perceived as an important factor of organizational success. This study analyses the influence of Maintenance Planning and Control sector management suppliers of mobile equipments in a mining company. Therefore, a bibliographic research was made of key concepts within the maintenance research area: definition and types of maintenance, Maintenance Planning and Controlling, maintenance schedule management and materials and suppliers for maintenance. The methodology is qualitative, exploratory, bibliographic and case study. Through a data base from January 2016 to May 2017 analysis, material suppliers characteristics were determined regarding delivery time and it was verified that 37% of items bought by the company studied were not delivered within contracted schedule. The study also contemplates the types of maintenance orders that are more significant to the delivery delay of spare parts delivery problem by suppliers related to Maintenance Planning and Control. In maintenance orders related to maintenance plans, 39,2% of the material were delivered after the deadline, in conditional maintenance orders the delay occurred in 34,3% of the cases, and for emergency maintenance activities, about 27,7% of material were delivered after the deadline. In this context, this work was intended to demonstrate the influence of delay in parts delivery for maintenance purposes, such as costs, equipments lifespan, activity replanning, need of bigger inventories, lower physical availability and impacts in other indicators of maintenance and organizational productivity.

Key-words: *Planning and Controlling of Maintenance. Supply Chain. Supplier management. Maintenance Order. Service Order. Maintenance Indicators.*

LISTA DE SIGLAS

- CMPF – Custo de Manutenção Por Faturamento;
- CPMV – Custo de Manutenção por Valor de Reposição;
- CTMN – Custo Total de Manutenção;
- DF – Disponibilidade Física;
- FTEP – Faturamento da Empresa no Período;
- HD – Horas Disponíveis;
- HT – Horas Trabalhadas;
- MTBF – *Mean Time Between Failures*. Traduzido como TMEF – Tempo Médio Entre Falhas;
- MTTR - *Mean Time To Repair*. Traduzido como TMR – Tempo Médio de Reparo;
- OM – Ordem de Manutenção;
- PCM – Planejamento e Controle de Manutenção;
- SAP – *Systeme, Anwendungen und Produkte*, Traduzido como Sistemas, Aplicativos e Produtos;
- TMPF – Tempo Médio Para Falha;
- YCM – Ordens de Manutenção Condicionadas (abertas a partir de inspeções);
- YEM – Ordens de Manutenção Emergenciais corretivas, para equipamentos fora de condições operacionais;
- YPM – Ordens de Manutenção Preventivas (abertas automaticamente pelo sistema);
- YRR – Ordens de Manutenção para Reformas e Recuperação;
- YSS – Ordens de Manutenção para melhoria de equipamentos (do termo inglês *Improvement*).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organograma de organização de uma fábrica.....	11
Figura 2: Fontes dos serviços de manutenção.....	13
Figura 3: Calendário de Manutenção Preventiva.....	17
Figura 4: Exemplo de Ordem de Manutenção preventiva no sistema SAP.....	18
Figura 5: Lista de Materiais dentro da Ordem de Manutenção no sistema SAP.....	25
Figura 6: Fluxograma etapas de metodologia de pesquisa.....	33
Figura 7: PCM de equipamentos móveis no organograma da empresa.....	38
Figura 8: Organograma interno PCM de equipamentos móveis.....	38
Figura 9: Ciclo de transporte por caminhões.....	40
Figura 10: Carregadeira de grande porte, Caminhão fora de estrada, Perfuratriz e Motoniveladora	41
Figura 11: Somatório de gastos por fornecedor.....	42
Figura 12: Percentual de Linhas de pedido entregues com atraso.....	43
Figura 13: Dispersão dos atrasos de entrega para fornecedores mais representativos.....	44
Figura 14: Distribuição dos atrasos de entrega.....	45
Figura 15: Atrasos em linhas de pedido em função do tempo.....	46
Figura 16: Atraso por Centro.....	47
Figura 17: Pedidos atrasados por tipo de Ordem de Manutenção.....	49
Figura 18: Atrasos em linhas de pedidos para Ordens corretivas.....	50
Figura 19: Distribuição dos atrasos de entrega.....	51
Figura 20: Atrasos em linhas de pedidos para Ordens corretivas.....	52
Figura 21: Anel de vedação 4J0527.....	52
Figura 22: Atrasos de linhas de pedidos para planos de manutenção.....	53
Figura 23: Distribuição dos atrasos de entrega.....	54
Figura 24: Atraso para Itens adquiridos para Planos de Manutenção.....	55
Figura 25: Atrasos de linhas de pedidos para Ordens de Manutenção Emergenciais.....	57
Figura 26: Distribuição dos atrasos de entrega.....	58
Figura 27: Itens mais representativos para Ordens de Manutenção Emergenciais.....	59
Figura 28: Atraso para Itens adquiridos para Ordens de Manutenção Emergenciais.....	60
Figura 29: Filtros armazenados para Manutenção Emergenciais.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Critérios de avaliação e seleção de fornecedores de Dickson.....	30
Tabela 2: Variáveis e Indicadores.....	35
Tabela 3: Planilha utilizada para análise de dados.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Formulação do Problema	1
1.2	Justificativa	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Geral	3
1.3.2	Específicos	3
1.4	Estrutura do Trabalho	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Manutenção	5
2.2	Gestão Estratégica da Manutenção	10
2.3	PCM – Planejamento e Controle de Manutenção	11
2.3.1	A Ordem de Manutenção	13
2.3.2	Cadastros e Dados necessários para o PCM	15
2.3.3	Os Planos de Manutenção	16
2.3.4	Planejando e Programando a manutenção	20
2.3.5	Os Índices da Manutenção	21
2.3.6	Materiais para Manutenção	24
2.4	Gestão de Fornecedores	27
3	METODOLOGIA	31
3.1	Tipo de Pesquisa	31
3.2	Materiais e Métodos	33
3.3	Variáveis e Indicadores	33
3.4	Instrumentos de Coleta de Dados	35
3.5	Tabulação de Dados	36
3.6	Considerações Finais do Capítulo	36
4	RESULTADOS	37
4.1	Características da Empresa/Setor	37
4.2	Equipamentos Móveis	39
4.3	Diagnóstico do processo de Gestão de Fornecedores para manutenção	41

4.4	Análise da influência dos atrasos de entrega de fornecedores no PCM de equipamentos móveis.....	47
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	63
5.1	Conclusão.....	63
5.2	Recomendações	64
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	66

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

Para que as empresas consigam produzir à um custo competitivo e de maneira sustentável se faz necessária uma estrutura organizacional definida, em que cada parte da organização se torna responsável por realizar atividades que vão do planejamento, produção, marketing, manutenção e gestão de pessoas até a obtenção do serviço ou produto final.

A manutenção é uma das áreas que em muito contribui para o sucesso e produtividade da organização. Por ser fator determinante no custo e no ciclo de vida dos equipamentos, tem um impacto profundo em todas as ações produtivas (LOURIVAL TAVARES 2005).

A norma NBR-5462 (1994) define manutenção como a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Dentro da organização das empresas, o setor responsável por gerir a manutenção dos equipamentos é o PCM - Planejamento e Controle de Manutenção. Para Branco Filho (2008, p. 5), PCM é o:

Conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores pré-estabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, usando os meios disponíveis.

Segundo Viana (2002) o sucesso do acompanhamento de peças de reposição e materiais necessários à manutenção dos equipamentos depende da troca de informações entre o PCM e a equipe de compras. Sendo assim, uma das principais necessidades para o sucesso do PCM é adquirir materiais e insumos de maneira eficiente, e para isso deve-se selecionar e gerir os fornecedores adequados para não atrasar nem a produção nem a manutenção.

Martin *apud* Viana e Alencar (2012) pontuam que no cenário atual das indústrias, o desempenho dos fornecedores passa a exercer um papel muito importante na qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelo seu contratante. Assim, a gestão de fornecedores é atividade que a partir de critérios como credibilidade, confiabilidade, prazo de entrega, preço e qualidade, dentre outros, busca garantir a eficiência dos processos de manutenção.

Para efeitos de aplicação do estudo, foi selecionada uma empresa de mineração, que trata da gestão de fornecedores como um dos pré-requisitos que são centrais para a aplicação do PCM. Além disto, observa-se que a capacidade produtiva dos equipamentos está

diretamente ligada ao tempo de permanência em operação e, por influir no processo de manutenção a gestão de fornecedores reflete na produção e conseqüentemente nos processos de manutenção e produção.

Logo, o estudo está direcionado ao departamento de Planejamento e Controle da Manutenção de equipamentos móveis de uma empresa mineradora no intuito de analisar a influência da gestão de fornecedores no Planejamento e Controle da Manutenção.

Diante do contexto relatado, tem-se a seguinte problemática:

Qual a influência da gestão de fornecedores no PCM de equipamentos móveis de uma empresa de mineração?

1.2 Justificativa

Segundo Tavares (2005, p.5) “nos custos de manutenção das indústrias brasileiras, a maior parcela é com mão-de-obra própria (36%), seguida por material (31%) e por serviços terceirizados (23%)”.

Nas empresas, os fornecedores de materiais são vistos como parceiros comerciais, uma vez que afetam diretamente a competência interna da organização. Na manutenção não é diferente, uma vez que a qualidade dos serviços prestados pelo fornecedor de peças de reposição impacta diretamente na qualidade da manutenção.

Neste contexto, este trabalho visa analisar a gestão de fornecedores de materiais necessários à manutenção dos equipamentos e comparar com a base teórica, afim de identificar possíveis melhorias ao processo de manutenção, fazendo com que o planejamento possa ser cumprido e trazer os resultados desejados na qualidade do processo industrial como um todo.

Para Xenos (1998) a aquisição de materiais é uma função de apoio à manutenção de equipamentos, fazendo com que seja uma das atividades desenvolvidas em um PCM. Neste contexto, a gestão de fornecedores de peças de reposição é uma atividade que influencia diretamente na qualidade final dos serviços prestados pela manutenção.

Xenos (1998, p.234) afirma que:

O bom relacionamento entre os departamentos de manutenção e de compras é decisivo na redução de custo de manutenção. As equipes de manutenção devem dar apoio às equipes de compras, assegurando que estas tenham todas as informações necessárias para realizar boas compras em termos de

qualidade, custo e entrega, atendendo plenamente aos requisitos da manutenção.

Assim, é possível observar que a qualidade dos serviços e atividades realizadas pela manutenção de equipamentos está ligada a características dos fornecedores, sendo necessária a comunicação entre a equipe de compras e a de manutenção, aumentando assim a competitividade da empresa como um todo.

Em indústrias mineradoras, do processo de lavra do minério até a entrega ao cliente final existe uma grande necessidade do uso de equipamentos de grande porte. Neste trabalho o foco será na gestão de fornecedores, aplicada à rotina de manutenção de equipamentos móveis, tais como carregadeiras, caminhões fora de estrada e perfuratrizes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Analisar a influência da gestão de fornecedores no PCM de equipamentos móveis de uma empresa de mineração.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre: manutenção, Planejamento e Controle da Manutenção e gestão de fornecedores;
- Elaborar um procedimento metodológico para verificar como o planejamento e controle de manutenção da empresa em estudo trabalha com a gestão de fornecedores;
- Levantar dados que auxiliem na tomada de decisões no que tange suprimentos necessários à manutenção de equipamentos móveis de mineração;
- Comparar a base teórica com os dados obtidos para analisar a influência da gestão de fornecedores no PCM de equipamentos móveis da empresa em estudo.

1.3.2.1 Estrutura do Trabalho

O primeiro capítulo trata da formulação do problema, da justificativa e dos objetivos propostos para a realização do estudo;

No segundo capítulo é realizada a revisão bibliográfica, que trata as considerações relevantes ao estudo, tais como conceitos manutenção, Planejamento e Controle da Manutenção e gestão de fornecedores;

Já no terceiro capítulo é descrito toda a metodologia relacionada a pesquisa e estudo da seguinte forma: tipo de pesquisa, materiais e métodos, variáveis e indicadores e considerações finais do capítulo;

O quarto capítulo, a partir dos dados obtidos no estudo de caso apresenta o diagnóstico e análise do processo de gestão de fornecedores no PCM, assim como os impactos decorrentes de atrasos de entrega na rotina de manutenção.

Finalmente, o quinto capítulo apresenta as conclusões do estudo no intuito responder a problemática apresentada na formulação do problema. Nesta etapa do trabalho também são apresentadas sugestões e recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo contempla o embasamento teórico do estudo. São apresentados os conceitos e métodos de manutenção necessários para a compreensão dos impactos decorrentes da gestão de fornecedores.

2.1 Manutenção

As atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e instalações, causada pelo seu desgaste natural e pelo uso (XENOS 1998).

Xenos (1998) entende por manter, fazer tudo o que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido. Viana (2002, p.1) define a origem do termo manutenção como derivado do latim “*manus tenere*, que significa manter o que se tem”. Ainda segundo o autor, o uso do termo manutenção existe na história humana desde o início do uso de instrumentos de produção, e foi amplamente disseminado a partir da revolução industrial no fim do século XVIII.

Tavares (2005, p.5) relata que “as organizações industriais existem em função do lucro, utilizando-se de equipamentos e de mão de obra para transformar materiais brutos em produtos acabados de maior valor”. Sendo assim, a manutenção, por estar diretamente ligada a capacidade de produção e custo operacional dos equipamentos influencia diretamente a rentabilidade da empresa.

Viana (2002) destaca que devido ao aperfeiçoamento dos instrumentos de produção, é essencial para a sobrevivência das empresas que os seus meios de produção utilizem de tecnologia de ponta em seus processos, se fazendo necessários produtos competitivos, excelentes recursos humanos, programas de qualidade e um eficaz plano de manutenção dos instrumentos de produção.

O desenvolvimento tecnológico fez com que a utilização de equipamentos cada vez mais sofisticados se tornasse usual, tanto para fins produtivos quanto na rotina das pessoas à exemplo dos automóveis, fazendo com que a manutenção se torna cada vez mais presente. Para Xenos (1998), a manutenção deixou de ser uma atividade exclusivamente de reparo, e se tornou essencial para que as organizações possam atingir seus objetivos.

Para Mendes (2002), as operações e processos de manutenção tem papel fundamental no valor total produzido pelas organizações. Para o autor, a performance das atividades de manutenção afeta diretamente a produtividade dos equipamentos, assim, a participação dos custos de manutenção e de perdas de produção decorrentes de intervenções nos equipamentos contribuem significativamente na lucratividade e performance dos sistemas de manufatura.

Nascif e Kardec (2009) destacam a importância da manutenção na qualidade da organização. Para os autores, a competitividade da organização depende da interligação de vários subsistemas, e neste contexto, a manutenção precisa atuar como ligação entre subsistemas como a inspeção de equipamentos, suprimentos, engenharia, dentre outros. Com o objetivo de atender ao cliente interno que é a operação.

Neste contexto, o estudo da manutenção e seus métodos permite que a manutenção acompanhe o desenvolvimento tecnológico dos meios produtivos, afim de garantir a compatibilidade de eficiência entre os processos das organizações.

Viana (2002) retrata que os autores abordam de diferentes maneiras os vários tipos de manutenção possíveis, de acordo com as formas com que são realizadas as intervenções nos instrumentos de produção, e que os tipos de manutenção são variações dos seguintes: Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva e Manutenção Autônoma.

Conforme mencionado por Xenos (1998), aquelas atividades com o intuito de manter os equipamentos em condições originais de operação são chamadas de atividades de manutenção. Já as ações que visam melhorar determinadas características dos equipamentos em relação as condições originais são chamadas de atividades de melhoria.

Tavares (2005) divide a manutenção em duas famílias: corretiva e preventiva, sendo as demais categorias desdobramentos qualitativos e quantitativos destes dois grandes grupos de atividades praticadas pelos mantenedores.

Xenos (1998) também cita as diversas maneiras de se referir aos diversos tipos de manutenção, e em seu livro divide os métodos de manutenção em Manutenção Corretiva; Manutenção Preventiva; Manutenção Preditiva; Melhoria dos Equipamentos e Prevenção de Manutenção.

A norma NBR-5462 (1994) define a manutenção corretiva como “a manutenção efetuada após uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”.

Para Xenos (1998), do ponto de vista da manutenção, a manutenção corretiva é um método de manutenção mais barato que a prevenção de falhas, pois utiliza os componentes dos equipamentos na totalidade de sua vida útil. No entanto, os custos causados por interrupções na produção podem ser grandes.

Kardec e Nascif (2009) dividem a manutenção corretiva em duas, a manutenção corretiva planejada e a não planejada. Na manutenção corretiva planejada, o fato de deixar que o equipamento funcione sem intervenções até a falha ocorre por decisão gerencial. Alguns dos critérios utilizados para esta tomada de decisão são a garantia de existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental para consertar o equipamento rapidamente, além da certeza de que a falha não irá impactar aspectos de segurança.

A decisão por este tipo de manutenção parte do princípio de que quando ocorrer a falha, os custos causados pela interrupção do processo produtivo não superarão a economia gerada ao se utilizar a vida útil de um componente do equipamento até o fim, trazendo uma vantagem econômica à organização como um todo.

A manutenção Corretiva não planejada ou não programada é tratada como de caráter emergencial. Este método de manutenção busca devolver ao equipamento condições de operação após apresentada a falha ou perda de desempenho. A falha é aleatória, e não se tem controle sobre a sua ocorrência. (NASCIF e KARDEC, 2009).

A manutenção corretiva não planejada é uma prática muito comum nas empresas, mesmo na atualidade. Apesar disso, diversos autores, dentre eles Xenos (1998), Nascif e Kardec (2009), Viana (2002) alertam para o possível aumento nos custos totais das organizações, com perda de competitividade empresarial causada pela redução de lucros ou até mesmo prejuízos decorrentes das paradas de produção prolongadas ou em momentos críticos.

Para Xenos (1998, p.24), a manutenção preventiva “deve ser a atividade principal da manutenção em qualquer empresa”. Ainda segundo o autor, a manutenção preventiva envolve tarefas sistemáticas, afim de evitar com que as falhas ocorram.

Para Viana (2002), as atividades preventivas são definidas previamente pela equipe de manutenção, o que reduz o fator de improvisação na indústria, possibilitando alcançar uma qualidade superior de serviço do que em um ambiente baseado em ações corretivas.

A norma NBR-5462 (p.7, 1994) define a manutenção preventiva como a “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Viana (2002) aborda os serviços de manutenção preventiva como aqueles efetuados em intervalos predeterminados, de forma planejada, destinados a reduzir a probabilidade de falha e assim conferir um bom andamento nas atividades produtivas. O autor ainda destaca que, com um plano de preventivas bem elaborado e consolidado, se torna possível ter uma ideia dos itens necessários para manter os itens de produção em condições operacionais, otimizando as quantidades dos itens necessários à manutenção presentes nos almoxarifados.

Conforme mencionado por Xenos (1998), geralmente, a manutenção preventiva tende a ser mais cara, pois as peças dos equipamentos são trocadas antes de atingirem seus limites de vida. A redução nos custos totais da empresa, no entanto, se dá devido ao aumento da confiabilidade nos equipamentos causada pela redução nas falhas. Assim a produção tem menos paradas inesperadas, fazendo com que o plano de produção possa ser cumprido.

Para os autores Kardec e Nascif (2009, p.29):

A Manutenção Preventiva, de uso exagerado no passado e sem uma análise adequada do custo x benefício só deve ser realizada quando:

- Não é possível a Preventiva;
- Quando estão envolvidas segurança pessoal, operacional e do meio ambiente;
- Quando há oportunidade em equipamentos críticos e de difícil liberação;
- Em sistemas complexos e de operações contínuas, à exemplo de petroquímicas, automobilísticas e siderúrgicas.

Para Branco Filho *apud* Lima *et.al* (2015), a manutenção preventiva deve ser adotada para situações em que o custo da falha é grande, pois por predizer as condições dos equipamentos, muitas vezes com eles em funcionamento, traz um aumento de disponibilidade e conseqüentemente vantagens ao processo.

Xenos (1998) contextualiza que a Manutenção Autônoma constitui de uma parcela das atividades realizadas na manutenção preventiva. O autor entende esta estratégia de manutenção como aquela que envolve os operadores em atividades tais como limpeza, lubrificações simples e inspeções visuais, muitas vezes permitindo que a manutenção ocorra antes da ocorrência de falhas.

Viana (2002) destaca que serviços executados na manutenção autônoma vão desde a limpeza até a realização de atividades simples de manutenção, e mesmo que realizados pelo operador são planejados pela equipe de manutenção.

Xenos (1998) cita os efeitos positivos causados pela adoção eficaz da manutenção autônoma, dentre eles estão a melhor interação e cooperação entre as equipes de operação e manutenção, além dos ganhos obtidos pelos relatos dos operadores baseados em sentidos humanos, tais como vibração anormal, a percepção de odores e temperatura.

Kardec e Nascif (2009) caracterizam o objetivo da manutenção preditiva como a prevenção de falhas através do acompanhamento de diferentes parâmetros dos equipamentos. O termo “preditiva” vem de prever as condições dos equipamentos através de medições e verificações com o uso de aparelhos.

A manutenção preditiva e suas tarefas dentro do plano de manutenção preventiva. “A manutenção preditiva é uma maneira a mais de se inspecionar os equipamentos” (XENOS, 1998, p.25).

Para Viana (2002), o objetivo da manutenção preditiva é determinar o tempo correto da intervenção no equipamento, utilizando o componente até o mais próximo possível do fim de sua vida útil, evitando desmontagens para inspeções.

A manutenção preditiva, com suas atividades inseridas dentro dos planos de manutenção preventiva, é vista positivamente dentro da manutenção, pois tende a utilizar os componentes dos equipamentos até próximo ao fim de sua vida útil, e ainda evitar falhas.

Xenos (1998) menciona que a manutenção preditiva costuma ser tratada como um assunto “avançado” dentro da manutenção, devido ao uso de tecnologia exigido pelos aparelhos de medição. Não é incomum que uma equipe independente, com qualificação diferenciada, seja designada para a realização das atividades da manutenção preditiva.

Osada *apud* Souza R.D. (2008) veem a manutenção preditiva como uma filosofia de manutenção baseada em pesquisas de engenharia e recursos tecnológicos que otimizam os ciclos de manutenção dos componentes. Os autores citam como metas da manutenção a definição do melhor ciclo de manutenção, a redução do volume de avarias abruptas, o aumento de vida útil dos componentes e peças, a redução dos custos de manutenção e, por se basear nas condições, melhora a precisão dos intervalos das intervenções realizadas pela manutenção.

No contexto da manutenção a melhoria dos equipamentos significa modificar os equipamentos em relação às suas características originais de maneira contínua, alterando quando necessário o seu projeto assim como características de manutenção e operação a fim de se obter melhores resultados. São exemplos de objetivos de melhorias: o aumento da capacidade de produção, a redução dos custos de manutenção, a melhor qualidade dos produtos, aumento de vida útil de componente ou do equipamento, a redução de ocorrência de falhas, dentre outros (XENOS 1998).

Fogliatto (2011) defende que a melhoria nos equipamentos deve ser feita após análise do papel do equipamento no ambiente produtivo, se tornando benéfico ao processo melhorias que reduzam gargalos nos processos no que tange qualidade, disponibilidade, velocidade, dentre outros.

Xenos (1998) pontua ainda que o método de manutenção denominado melhoria dos equipamentos consiste no contato com o fabricante do equipamento desde a fase de projeto, a fim de reduzir a quantidade de falhas e os serviços de manutenção exigidos durante sua vida útil.

2.2 Gestão Estratégica da Manutenção

Para Kardec e Nascif (2009, p.11) “a manutenção, para ser estratégica, precisa ser voltada para os resultados empresariais da organização”.

Amaral *apud* Sanitá (2020) abordam o objetivo da gestão da manutenção como a busca pela excelência das empresas, através do estabelecimento de padrões nas atividades relacionadas à manutenção.

No raciocínio de Kardec e Nascif (2009), não é suficiente para a manutenção ser eficiente, é preciso ser eficaz. Não basta apenas reparar o equipamento tão rápido quanto possível, é necessária a busca por uma qualidade intrínseca nos produtos e serviços de uma organização. Para que isso ocorra, observa-se resultados positivos no que diz respeito à parceria entre as empresas e suas contratadas na área de manutenção.

Para Mendes (2002), a gestão dos serviços de manutenção deve ser realizada considerando as especificidades das operações de serviços da empresa como um todo. Além disso, devem ser analisadas também as contribuições dos serviços prestados pela manutenção no que diz respeito ao valor agregado ao processo no intuito de alavancar a vantagem competitiva para a organização.

Sobre a gestão da manutenção e a tarefa dos gestores da manutenção, Souza (2008, p.66) pontua:

A gestão deve estar relacionada a todo conjunto de ações, decisões e definições sobre tudo o que tem que se realizar, possuir, utilizar, coordenar e controlar para gerir os recursos fornecidos para a função manutenção e fornecer assim os serviços que são aguardados pela função manutenção.

Viana (2002) e Tavares (2005) citam o PCM como um órgão de “*staff*”, dando suporte à manutenção, sendo ligado diretamente à gerência do departamento de manutenção conforme organograma.

A figura 1 ilustra a posição do PCM no organograma de organização de uma fábrica:

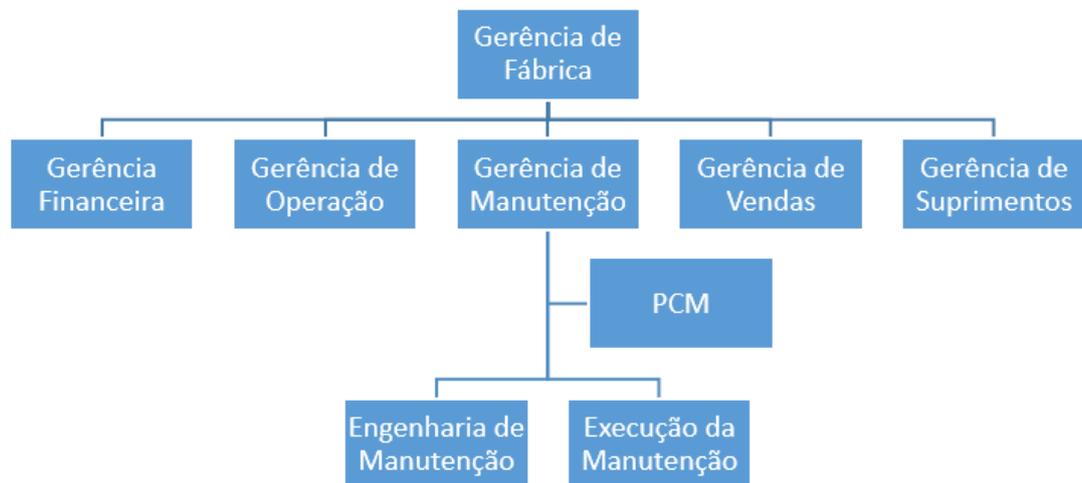


Figura 1: Organograma de organização de uma fábrica.
Fonte: Adaptado de Viana (2002).

Na figura 1 pode ser observado que dentro de uma organização, o PCM é subordinado à gerência de manutenção e tem a função de dar suporte ao executante de manutenção e a engenharia de manutenção através do planejamento e controle das atividades necessárias para se manter os equipamentos em condição operacional.

2.3 PCM – Planejamento e Controle de Manutenção

Viana (2002) apresenta o PCM como uma das formas de organização e técnicas para se obter a melhoria constante, fazendo com que a manutenção não se limite a apenas corrigir os problemas cotidianos no ambiente industrial.

Tavares (2005) destaca o PCM como área fundamental nas organizações, e afirma que em algumas empresas o Planejamento e Controle de Manutenção tem influência até mesmo

em outras áreas como a operação. Ainda segundo Tavares (2005, p.75), o resultado do planejamento “deverá ser uma série coerente de estratégias de manutenção continuamente monitoradas e ajustadas visando minimizar os custos totais”.

Tavares (2005, p.10) cita como funções do PCM:

1. Assessorar a gerência em tudo que se refira à programação e controle;
2. Assessorar o órgão competente na seleção e administração de contratos de serviços de terceiros;
3. Assessorar o órgão competente na manutenção do patrimônio técnico da gerência;
4. Assessorar o órgão competente na avaliação e definição das necessidades de treinamento do pessoal pesquisando cursos mais adequados;
5. Revisar as programações e instruções de manutenção;
6. Avaliar pontos de perda de produtividade emitindo sugestões.

Para Tavares (2005) uma das principais finalidades de um PCM é desenvolver e implementar uma base de dados confiável e consistente para geração de relatórios, afim de viabilizar estudos. Assim, através do manejo de informações e análise de resultados o PCM passou a desempenhar funções estratégicas ao auxiliar gerentes (Produção, Operação e Manutenção) na tomada de decisão.

No contexto da organização da manutenção, é essencial que o equipamento tenha o devido acompanhamento durante a sua vida útil. Viana (2002) cita a importância de codificar, criar um registro para cada equipamento com o objetivo de individualizá-lo, facilitando o controle de informações como histórico de quebras e intervenções, assim como acompanhamento de performance e custos.

Xenos (1998) pontua, entretanto, que quanto maior a variedade de equipamentos com que a manutenção tem que lidar, maior é a complexidade do trabalho de manutenção. Isso ocorre devido ao aumento de diversificação nas atividades necessárias para manter os diferentes tipos de equipamentos em condições de operação. Neste contexto, quanto maior a variedade de equipamentos, mais necessária se torna a organização.

Para Viana (2002), a codificação, como item de identificação do equipamento, deve ficar anexada ao equipamento de forma visível e resistente afim de garantir a rastreabilidade. O autor ainda defende a padronização deste registro através do uso da *Tag*.

Dutra *apud* Lima *et.al* (2015), apresentam a tradução do termo inglês *Tag* para português como etiqueta. O recurso da aplicação das *Tags* nos equipamentos pode ser útil,

pois facilita a identificação de itens e a sua localização, além de facilitar a reunião de informações referentes ao material referente à *Tag*.

Xenos (1998) cita o planejamento e a padronização como bases para o gerenciamento eficiente da manutenção, melhorando a previsibilidade dos recursos necessários, efetividade das ações preventivas e corretivas além da redução de erros e perdas.

Após a devida padronização na identificação dos equipamentos, é necessário definir o fluxo dos serviços de manutenção a partir de regras organizacionais eficientes, que permitam o controle das atividades executadas pela manutenção (VIANA, 2002).

No contexto de organização da manutenção, a Ordem de Manutenção ou Ordem de Serviço é um documento essencial para o controle do fluxo dos serviços de manutenção.

2.3.1 A Ordem de Manutenção

Para Pereira *apud* Lima *et.al* (2015), o PCM é o setor responsável pela gestão das Ordens de Manutenção, também chamadas de Ordem de Serviço. Ainda para os autores, faz parte da gestão das Ordens de Manutenção o planejamento preventivo, elaboração de relatórios gerenciais e controle de indicadores.

Viana (2002, p.8) define OM, Ordem de Manutenção como “Instrução escrita enviada mediante documento eletrônico ou em papel, que define um trabalho a ser executado pela manutenção”. O autor define quatro modalidades que poderão gerar uma Ordem de Manutenção conforme ilustra a figura 2.

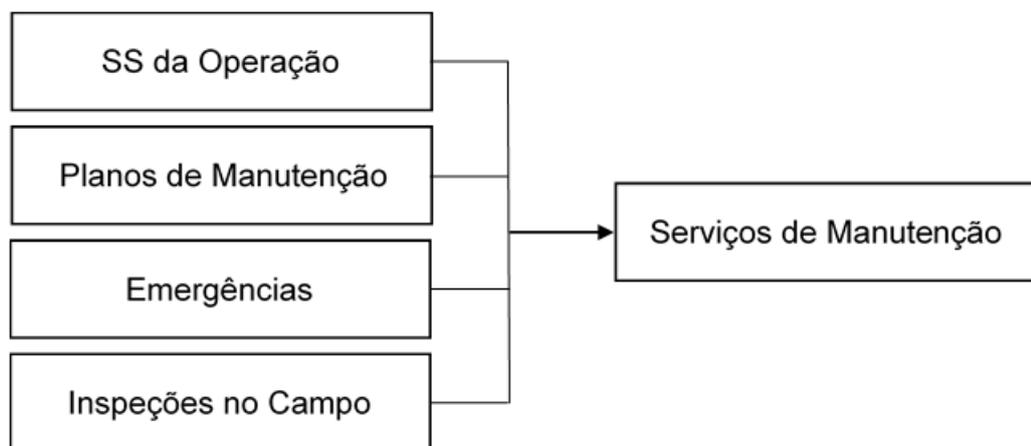


Figura 2: Fontes dos serviços de manutenção.
Fonte: Adaptado de Viana (2002).

Na figura 2 pode-se observar as quatro origens de serviços de manutenção, cada uma destas origens gera diferentes tipos de Ordem de Manutenção, assim como atividades com diferentes características. Os tipos de Serviços são os seguintes: SS como Solicitação de Serviços da operação, OM geradas a partir de planos de manutenção, OM aberta pelo executante do serviço de manutenção e OM via inspeção de campo.

Silva *apud* Faria (2018) pontuam que o PCM necessita de um responsável pela gestão das Ordens de Manutenção (também chamadas de Ordem de Serviço), esta figura na equipe do PCM geralmente é o Planejador de Manutenção.

Para Viana (2002), nas solicitações de serviços da operação o cadastro da OM será motivado pela percepção de falha de determinado equipamento por um operador, seja por inspeção visual ou pela observação de mal funcionamento durante a jornada de trabalho. Diante da constatação da falha, o operador irá cadastrar uma solicitação de serviço, onde informará a *Tag* do equipamento e informações sobre a natureza da falha descritas com o máximo de informações o possível, afim de auxiliar a equipe de manutenção. As Ordens de Manutenção geradas por plano de manutenção são geradas automaticamente, de acordo com a última data de realização daquele serviço e a periodicidade prevista no próprio plano de manutenção. Este tipo de Ordem de Manutenção tem caráter preventivo.

As Ordens de Manutenção abertas pelo executante, por ter caráter emergencial, são abertas quando há a necessidade de solução rápida para a falha afim de não impactar a produção. Este tipo de OM não passa pelo processo de planejamento, porém, a sua existência é fundamental para o controle de mão de obra, materiais e informações sobre histórico de falhas. As Ordens de Manutenção abertas via inspeção no campo tem origem a partir planejamento, que periodicamente liberará OM para atividades de inspeções. Ao realizar uma inspeção, caso o mantenedor identifique um mal funcionamento, é dada a origem a uma Ordem de Manutenção que será executada quando o planejamento definir como a melhor oportunidade segundo sua estratégia de manutenção (VIANA 2002).

Tavares (2005, p.33) define *Backlog* como a “relação entre a taxa de chegada das Ordens de Serviço e a taxa de atendimento das respectivas Ordens de Serviço”. Neste caso, a taxa de chegada corresponde ao volume de Ordens Abertas no período e a taxa de atendimento reflete as Ordens cujas atividades foram realizadas pela manutenção.

2.3.2 Cadastros e Dados necessários para o PCM

Para Xenos (1998), devem ser estabelecidos padrões para a manutenção, contendo informações como instruções de inspeção, reforma e troca, além da frequência com que estas atividades devem ser executadas. Com base nestas informações, são elaborados os planos de manutenção, definindo as datas para as execuções de cada tarefa.

Viana (2002, p.43) diz que “o planejamento deverá possuir, vinculado a cada equipamento, um arquivo com suas características técnicas, especificações, desenhos, etc.” O autor destaca ainda os ganhos com eficiência, organização e confiabilidade obtidos com um acervo técnico para consulta. O autor complementa que devido ao grande volume de informações presentes nestes arquivos, para a organização e facilidade de consulta se torna interessante o agrupamento de equipamentos de acordo com características comuns ou execução de tarefas similares dentro da empresa, criando grupos de equipamentos.

Kardec e Nascif (2009) cita que a adoção de um banco de dados para a manutenção que pode ser acessado por todas as áreas envolvidas nos processos da empresa, tais como manutenção, operação e inspeção, criando assim uma memória pertencente à empresa que minimiza os efeitos da rotatividade de pessoal e facilita a modificação e adaptação de sistemas e equipamentos.

Xenos (1998) também aborda a importância do histórico de manutenção dos equipamentos. Para o autor, o histórico é a ferramenta que permitirá identificar as partes dos equipamentos e a frequência com que as falhas ocorrem, permitindo o ajuste na periodicidade das ações.

Para a sistematizar e operacionalizar o banco de dados, Viana (2002) recomenda a inserção de campos na Ordem de Manutenção, informando a causa, o sintoma e a intervenção realizada de maneira padronizada afim de facilitar consultas futuras. Ainda segundo o autor, o acervo técnico-bibliográfico da empresa deverá ser gerenciado por um técnico ligado ao PCM por questões de praticidade e eficiência.

Patton *apud* Melo (2015) defendem o uso de dados e arquivos históricos buscando-se determinar o tempo provável em que ocorrerá a falha. Conhecendo-se o histórico do equipamento, a tendência é que ocorra a redução de ocorrência de falhas, pois a manutenção pode ser programada com antecedência. Ainda para Melo, a base de dados da empresa é ferramenta fundamental para a orientação do mantenedor no processo de tomada de decisão quanto a periodicidade das atividades mantenedoras.

De posse deste conjunto de informações, se torna possível a elaboração do plano de manutenção, que segundo Viana (2002, p.87) “representa na prática, o detalhamento da estratégia de manutenção assumida pela empresa”. Ainda segundo o autor, a qualidade das instruções descritas nos planos de manutenção determinará os resultados e comportamentos da manutenção com suas ações preventivas.

Beilke *apud* Faria (2018) relatam que a base do gerenciamento do departamento de manutenção consiste na elaboração e execução de um plano de manutenção. Este plano servirá como guia para as atividades realizadas pelos mantenedores.

2.3.3 Os Planos de Manutenção

Xenos (1998, p.172) afirma que “um plano de manutenção consiste em um conjunto de ações preventivas e datas para sua execução. Em outras palavras, um plano de manutenção é simplesmente um calendário de ações preventivas”. Xenos ainda complementa que a principal vantagem da elaboração de um plano de manutenção é a previsibilidade de disponibilidade obtida pela empresa, que usa esta informação para traçar uma melhor estratégia de produção alinhada com a manutenção.

Souza R. D. (2008), para a elaboração do plano de manutenção devem ser analisados fatores restritivos como a capacidade de mão de obra da equipe de manutenção, e fatores produtivos como a necessidade de produção de determinado equipamento e a sua disponibilidade para manutenções.

Os Planos de Manutenção possuem ampla aplicação na indústria moderna. A Figura 3 foi retirada do *Blog* Manutenção em Foco, em que os usuários compartilham as boas práticas e experiências obtidos com a aplicação dos planos de manutenção em indústrias brasileiras.

fez com que fossem desenvolvidos dispositivos e instrumentos afim de otimizar os resultados das atividades de inspeção.

A figura 4 retrata uma Ordem de Manutenção preventiva gerada de forma automaticamente de forma periódica pelo sistema SAP, nela é possível observar descrições de atividades de verificação ou inspeção em determinado equipamento.

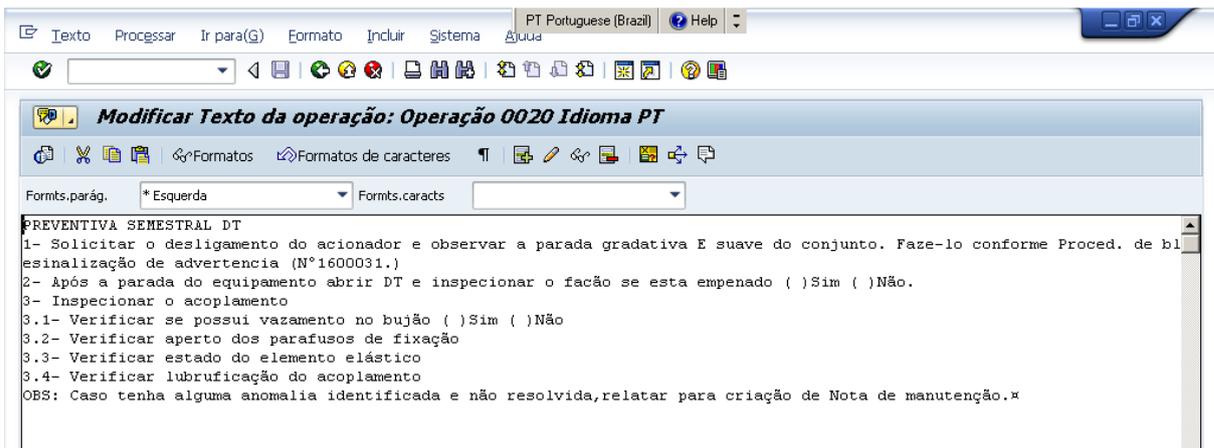


Figura 4: Exemplo de Ordem de Manutenção preventiva no sistema SAP.
Fonte: Melo (2015).

A figura 4 exibe o texto descritivo de uma Ordem de Manutenção gerada para plano de inspeção dos equipamentos. Nela é possível observar a descrição dos itens que devem ser verificados pelo colaborador responsável pela realização da inspeção no equipamento. Na descrição da Ordem de Manutenção também é possível perceber que se trata de uma atividade realizada semestralmente.

Xenos (1998) cita padrão de inspeção como um documento com informações sobre a frequência e os itens que devem ser inspecionados em cada equipamento, assim como os métodos e critérios de inspeção utilizados.

Para Viana (2002), a lubrificação por reduzir o atrito entre as superfícies, evitando desgaste e aumento de temperatura assume um papel de grande importância para a conservação de elementos mecânicos.

Belinneli *et.al* (2009) destacam a importância da gestão da lubrificação e de lubrificantes no meio industrial. Para os autores, a lubrificação deve ser usada como ferramenta para redução de custos e maximização de resultados da empresa, pois o controle dos procedimentos, tipos de lubrificantes, identificação de equipamentos e as periodicidades das atividades de lubrificação no maquinário reduz o desgaste, quebras, aquecimentos e gasto energético.

O plano de lubrificação tem como objetivo sistematizar através de Ordens de Manutenção as atividades de lubrificação, identificando na planta todos os equipamentos e componentes que necessitam de lubrificação periódica, e reunindo informações como o tipo de lubrificante, o modo de lubrificar e a frequência, afim de garantir que não ocorram falhas por deficiência de lubrificação (VIANA, 2002).

Kardec e Nascif (2009) destacam também a importância da detecção de vazamentos na manutenção. Para os autores, os vazamentos constituem grandes problemas nas indústrias, instalações prediais, e transportes. A detecção e o reparo de vazamentos contribuem em aspectos de meio ambiente, custos e preservação de energia.

Para Mobley *apud* Belinneli *et.al* (2009), é um fator importante na elaboração dos planos de manutenção o nível de conhecimento dos equipamentos por parte dos elaboradores e dos demais envolvidos nas atividades, tais como mecânicos, lubrificadores, o planejamento de manutenção, fabricante do equipamento e fornecedor de lubrificantes. Os autores complementam que programas de lubrificação eficientes envolvem desde a administração, até o chão de fábrica, agregando as experiências e informações de maneira produtiva.

No monitoramento de características dos equipamentos, similarmente ao plano de inspeções visuais, são realizadas inspeções nos equipamentos de forma periódica. A diferença é que neste plano inspeções podem ser utilizados aparelhos que auxiliem na percepção de anomalias nos parâmetros de funcionamento do equipamento.

Viana (2002), retrata que em grande parte das máquinas existem itens de sacrifício, componentes estes feitos para se desgastarem ao longo do funcionamento do conjunto. São exemplos gaxetas, correias de transmissão e lonas de embreagem. Para o autor, a manutenção deve se atentar a este tipo de elemento, definindo a periodicidade de troca e fazendo com que o plano de manutenção gere Ordens de Manutenção de forma automática para a sua substituição dos elementos nos intervalos de tempo definidos.

Viana (2002, p.97) destaca que o plano de intervenção preventivo “consiste em um conjunto de atividades (tarefas), regularmente executadas com o objetivo de manter o equipamento em seu melhor estado operacional”. Ainda segundo o autor, a ideia de um plano preventivo é a geração de Ordens de Manutenção de forma automática e periódica.

Xenos (1998) pontua que no caso de equipamentos novos, desconhecidos, ou na inexistência de um histórico de informações e padrões de manutenção, devem ser seguidas as informações fornecidas pelo fabricante para a elaboração do plano de manutenção. Para

equipamentos conhecidos, sempre será possível ajustar os planos de manutenção conforme experiência prática da equipe de manutenção.

No contexto dos planos de manutenção, se torna essencial a organização destas informações de maneira contínua, tarefa que no PCM será realizada pela equipe de manutenção.

2.3.4 Planejando e Programando a manutenção

Para Xenos (1998), o alinhamento dos recursos necessários à manutenção dos equipamentos, tais como mão de obra e materiais, são essenciais para que os planos de manutenção possam ser colocados em prática. O autor ainda afirma que na ausência de um plano de manutenção, se tornam proeminentes as dificuldades de dimensionamento adequado das equipes de manutenção e peças de reposição, causando hora insuficiência e por outras vezes o desperdício gerado por superdimensionamento.

Gonçalves *apud* Saddi *et.al* (2018) relatam que o planejamento e a programação são processos correlacionados, sendo o planejamento a parte teórica que envolve os detalhes de um projeto que faz parte de uma estratégia, e a programação atribui datas, previsões e horários para cada etapa ou atividade específica.

Xenos (1998) divide as atividades de manutenção em atividades de execução e de gerenciamento. As atividades de gerenciamento incluem o planejamento da manutenção, a solicitação de compras de materiais, revisões no plano de manutenção, dentre outros. Já as atividades de execução consistem em seguir o que foi planejado, com a quantidade de pessoal necessário, com qualidade e dentro do cronograma.

Para Beilke *apud* Faria (2018), o planejamento estratégico das atividades relacionadas à manutenção é essencial para a produtividade das empresas. Os autores pontuam, entretanto, que a gestão das atividades de manutenção exige planejamento e programação, seguindo uma estratégia pré-definida afim de garantir a máxima utilização dos equipamentos, é necessário também a criação de registros destes equipamentos.

Viana (2002) aborda que é uma prática comum que o planejador de manutenção possua uma carteira de serviços, afim de facilitar o seu controle sobre as informações e pendências de cada equipamento sob sua responsabilidade. Na carteira de serviços ficam as todas Ordens de Manutenção, que tem origem nos planos de manutenção (preventivas), nas solicitações da operação, nas corretivas e nas inspeções em campo.

Tenório (2018) destaca a importância de se reduzir e otimizar os processos internos do PCM. O autor complementa citando que o tempo total entre a detecção na anomalia de funcionamento dos equipamentos e o seu devido tratamento é o *Lead Time* do PCM, e um tratamento lento das Ordens de Manutenção no sistema gera ineficiências no processo de manutenção e no sistema produtivo como um todo.

Para Viana (2002), cada OM deve ter no momento de sua criação informações como a quantidade de Horas Homem necessárias para a realização das atividades, assim como os materiais necessários para o serviço. Neste contexto, o programador de manutenção tem como responsabilidades a realização e acompanhamento de uma programação semanal das equipes de manutenção, afim de utilizar toda a capacidade de mão de obra e materiais de forma otimizada.

2.3.5 Os Índices da Manutenção

Tavares (2005, p.28) relata que “boa parte dos relatórios de gestão se baseia em análise dos índices, podendo ser identificados mais de 50 utilizados pela área de manutenção”.

Para Gonçalves *apud* Saddi *et.al* (2018), os indicadores se referem à dados estatísticos relativos a um ou mais processos a que se deseja controlar, comparar e avaliar, possibilitando assim a medição de desempenho contra metas e padrões definidos. Para os autores, o uso de indicadores permite embasar a tomada de decisão, facilitar o planejamento e controle de desempenho dos processos, e embasar a análise crítica dos resultados obtidos no processo.

Viana (2002, p.79) diz que: “o fechamento dos índices mensais da manutenção deverá ser realizado pelo PCM, passando desta forma um retrato fiel do desempenho do Planejamento e Equipes de execução”.

Para Fabro *apud* Tenório (2018), os indicadores de desempenho da manutenção são informações, que quando monitoradas expressam o desempenho do processo de manutenção referente ao alcance de seus objetivos estratégicos. Tenório ainda cita que os indicadores de manutenção devem conectar a manutenção à estratégia da empresa através das métricas estabelecidas. Neste contexto, indicadores que se aplicam em uma empresa satisfatoriamente, em outras pode não ter o mesmo efeito. Na manutenção, o PCM deve definir a melhor forma de monitorar o seu processo de acordo com aquilo que agregar valor, e então implementar o indicador e realizar o acompanhamento de forma a mensurar a qualidade dos serviços prestados de maneira transparente e eficaz.

Viana (2002, p.140) afirma que existem seis indicadores chamados de “Índices de Classe Mundial”, são eles:

- MTBF - *Mean Time Between Failures*, no Brasil conhecido como TMEF – Tempo Médio Entre Falhas;
- MTTR – *Mean Time To Repair*, ou TMR – Tempo Médio de Reparo;
- TMPF – Tempo Médio Para Falha;
- Disponibilidade Física para Maquinaria;
- Custo de Manutenção por Faturamento;
- Custo de Manutenção por Valor de Reposição.

Viana (2002) e Tavares (2005) deixam claro que existem diversos outros indicadores utilizados na manutenção, e que a utilização dos mesmos varia para o PCM de cada empresa com o objetivo de atender as peculiaridades do processo produtivo da organização.

O MTBF Abreviação do termo da língua inglesa *Mean Time Between Failures*, é traduzido como Tempo Médio Entre Falhas (TMEF). (VIANA, 2002).

Tavares (2005, p.28) define o TMEF como a “Relação entre o produto do número de itens (NOIT) por seus tempos de operação (HROP) e o número total de falhas detectadas nos itens (NTMC) no período observado.

$$\text{TMEF} = (\text{NOIT} \times \text{HROP}) / \text{NTMC} \quad (1)$$

Nascif e Kardec (2009, p.112) apontam o TMEF como “uma medida básica de confiabilidade de itens reparáveis e, em geral, se refere à vida média de uma população”. Os autores ainda complementam que o cálculo do tempo médio é dado pela relação entre os valores de tempo do período observado e a quantidade de observações (neste caso, a ocorrência de falhas).

Para Viana (2002), o indicador TMEF permite observar o comportamento dos equipamentos frente a atividades realizadas pela manutenção. Um valor de Tempo Médio Entre Falhas alto é um sinal positivo, pois indica que estão ocorrendo poucas falhas.

O Tempo Médio Para Reparo - TMPR é a “relação entre o tempo total de intervenções corretivas em um conjunto de itens com falha (HTMC) e o número de falhas detectadas (NTMC) no período observado (TAVARES, 2005, p.28).

$$\text{TMPR} = \text{HTMC}/\text{NTMC} \quad (2)$$

Kardec e Nascif (2009) destacam a ligação direta entre o TMPR e a performance da manutenção. Para os autores, este indicador depende de características dos equipamentos mantidos, da capacitação profissional dos mantenedores e de características inerentes à organização e planejamento de manutenção.

Para Viana (2002), quanto menor o TMPR, melhor o andamento da manutenção, pois os reparos corretivos estarão impactando menos na produção. Isso ocorre pois, se o indicador estiver baixo, após apresentar uma falha, o equipamento retornará mais rapidamente para a operação.

Tempo Médio Para Falhas - TMPF: Para Tavares (2005), este indicador é utilizado para itens ou componentes que não sofrem reparos ou reformas ao longo de sua vida útil, assim o TMPF mede a durabilidade do componente e é calculado da seguinte forma:

$$\text{TMPF} = \text{HD} / \text{Número de Falhas} \quad (3)$$

$$\text{Sendo HD o CMFT} = (\text{CTMN} / \text{FTEP}) \times 100 \quad (4)$$

HD é o total de Horas Disponíveis para a operação e o número de falhas o somatório das falhas detectadas no componente não reparável no mesmo intervalo de tempo.

Kardec e Nascif (2009) aborda o TMPF como medida básica de confiabilidade para componentes ou peças não reparáveis presentes em equipamentos. Como exemplo, os autores citam uma lâmpada.

Sobre a Disponibilidade dos equipamentos, a norma NBR-5462 (1994), conceitua que a “disponibilidade de um item de estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado...”.

Para Viana (2002), o cálculo da disponibilidade física representa o percentual das horas trabalhadas (HT) por um equipamento ou planta em relação as horas totais do período (HG), podendo ocorrer variações na fórmula de acordo com as características de onde o indicador é empregado.

$$\text{DF} = \text{HT} / \text{HG} \times 100\% \quad (5)$$

Os autores Viana (2002) e Tavares (2005) apontem este índice é um dos mais importantes para a manutenção, pois a principal função da manutenção é disponibilizar o equipamento o maior número de horas possíveis para a operação.

Cerveira & Sellitto *apud* Tenório (2018) também destacam a importância do indicador disponibilidade para a gestão da manutenção de equipamentos. Para os autores, quanto maior for a disponibilidade dos equipamentos, menor será o impacto no volume de produção.

O CPMF, Custo de Manutenção por Faturamento: “o custo de manutenção por faturamento é a relação entre o Custo Total da Manutenção (CTMN) e o Faturamento da Empresa no Período (FTEP)” (TAVARES, 2005, p.30).

Viana (2002) cita que até 1993, os custos de manutenção eram formados por gastos com mão de obra, materiais e serviços externos e que posteriormente foram adicionadas as perdas de faturamento e depreciação. O autor ainda afirma que segundo a Associação Brasileira de Manutenção, em 1999 os custos de materiais e mão de obra eram responsáveis por 2/3 do custo total de manutenção das indústrias.

O indicador CPMV, Custo de Manutenção Por Valor de Reposição consiste na relação entre o custo total de manutenção de um determinado equipamento e o seu valor de compra (VIANA, 2002).

$$\text{CPMV} = (\text{Custo total de Manutenção/Valor de compra do equipamento}) \times 100 \quad (6)$$

P

Para Viana (2002), o valor aceitável deste indicador pode variar de acordo com o retorno financeiro que o mesmo traz a empresa e a sua criticidade no processo produtivo. Como referência, o autor cita um CPMV menor que 6% como aceitável.

2.3.6 Materiais para Manutenção

Viana (2002, p.119) afirma que “o sucesso do acompanhamento depende muito da troca de informações entre o PCM e a área de compras”. O autor ainda destaca que empresas que utilizam *softwares* modernos afim de possibilitar o acompanhamento on-line do processo de compra, o que facilita o fluxo de informações entre PCM, almoxarifado e compras.

Xenos (1998) cita como uma das funções de apoio à manutenção peças reserva e almoxarifado, destacando ainda a importância da aquisição e controle de peças de reposição de ser gerida com eficiência. Xenos (1998, p.30) diz que “o bom funcionamento dos

equipamentos depende de peças de reposição de boa qualidade, baixo custo, na quantidade e no momento certos”.

Xenos (1998, p.216) divide os métodos de gerenciamentos de materiais:

- Peças que foram adquiridas para utilização no plano de manutenção;
- Peças para substituição emergencial (manutenção corretiva);
- Peças de equipamentos críticos, em que as falhas afetam fortemente a produção;
- Peças recuperadas
- Peças de consumo frequente;
- Ferramentas, instrumentos e aparelhos de medição.

Para Viana (2002), a área responsável pela aquisição dos materiais necessários para a execução das tarefas de manutenção, tem como funções a emissão da ordem de compra, e o acompanhamento das etapas de aquisição que tem como finalidade entregar os materiais da Ordem de Manutenção à equipe que irá executar os serviços de forma organizada e um dia antes da atividade mantenedora.

Dentro da ordem de manutenção, devem estar contidos a descrição dos materiais que foram adquiridos para a realização daquela atividade mantenedora. A figura 5 ilustra a lista de materiais adquiridos para um determinado equipamento no sistema SAP.

Item	Ctl	Componente	Denominação de comp...	Qtd.	UM	Cnj	Sit	Vál.desde	Válido até	Nº modif.	It...	Crit.ord.	ID item
0010	L	1002461	ROLAMENTO 22319 KC3	2,000	CDA			07.02.2013	31.12.9999				0000000
0020	L	1002462	BUCHA H 2319	2,000	CDA			07.02.2013	31.12.9999				0000000
0030	L	1002762	MANCAL SNH 619 TG	2,000	CDA			07.02.2013	31.12.9999				0000000
0040	L	1004808	ACOPLAMENTO 1090 T ...	1,000	PEÇ			07.02.2013	31.12.9999				0000000
0050	L	1005143	EIXO COM ESPASSADOR	8,000	PEÇ			07.02.2013	31.12.9999				0000000
0060	L	1005142	MARTELO COM TRATAM...	150,000	PEÇ			07.02.2013	31.12.9999				0000000
0070													

Figura 5: Lista de Materiais dentro da Ordem de Manutenção no sistema SAP.
Fonte: Melo (2015).

Melo (2015) retrata na figura 5, a lista de peças de reposição adquiridas para a manutenção de um moinho de farelo. Vale citar que cada item (0010, 0020, 0030...) corresponde a uma linha de um pedido de compras. O material adquirido está atrelado via

sistema SAP a um determinado equipamento, identificado pela sua *Tag*, O material está também atrelado a um centro, que corresponde a instalação, fabrica, ou mina ao qual o equipamento se encontra.

O fato do material adquirido para a manutenção estar atrelado a uma *Tag* e a um centro possibilita a criação de uma base de dados. Esta base de dados pode ser utilizada para cálculo de indicadores de custos, a geração de um histórico de vida útil média dos componentes substituídos ao longo da operação do equipamento, dentre outras inúmeras análises possíveis.

Viana (2002) cita, que para uma execução perfeita dos serviços de manutenção, além de mão de obra qualificada e ferramental adequado, é também necessário um estoque adequado de itens sobressalentes. O autor cita como funções do almoxarifado possuir materiais diversos de forma que não coloque em risco a produtividade por parada de equipamento, e ao mesmo tempo limitar o estoque apenas ao necessário afim de reduzir custos.

Xenos (1998, p.36) cita: “uma situação bastante comum é um grande estoque de peças de reposição, onde existe de tudo, menos aquilo que os equipamentos realmente precisam”.

Fogliatto (2011, p.242) diz:

A gestão das peças de reposição é essencial para evitar que a falta de peças implique longos tempos de parada de linha. Assim, deve existir um estoque de peças sobressalentes, apropriadamente dimensionado, para atender tanto as atividades planejadas (preditiva, preventiva) como as não planejadas (corretiva).

Viana (2002) destaca que à área mantenedora juntamente com a área de suprimentos da empresa devem analisar alguns pontos necessários. VIANA (2002, p.46) lista os seguintes pontos:

- A, Grau de risco do item para o processo;
- B, Custo do material;
- C, Tempo de vida útil;
- D, Fornecedores (interno ou externo);
- E, Demanda da área, verificada através da observação do item por intermédio de débito direto.

No contexto da manutenção, a gestão de fornecedores, como atividade realizadas pelo Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), necessita de um grande conhecimento das

características de seus fornecedores de materiais, afim de se otimizar o processo e rotinas de atividades de manutenção.

2.4 Gestão de Fornecedores

Segundo Silva (2013), com os mercados se tornando cada vez mais dinâmicos devido à competitividade globalizada, este cenário evidencia a necessidade de que as empresas consigam gerar respostas rápidas, em busca do menor custo benefício para seus clientes. Neste modelo de competitividade, a cadeia de suprimentos obtém papel de destaque no sucesso das organizações.

Martin *apud* Viana e Alencar (2012) destacam que a importância do papel do fornecedor na qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelas organizações, para estes, a agilidade de um fornecedor pode limitar a habilidade de uma empresa a responder as exigências de mercado. Neste contexto, é fundamental a gestão criteriosa de fornecedores com as características adequadas, afim de atender a necessidade do cliente final de forma competitiva.

Para Furtado (2005), o estudo da importância estratégica da gestão de fornecedores está sendo cada vez mais fomentada devido a globalização e os níveis de competitividade a que as empresas estão expostas. O atendimento das demandas tem se tornado cada vez mais complexa, fornecedores de produtos e materiais devem atender requisitos de qualidade, variedade, preço, cumprimento de prazos e disponibilidade de produtos cada vez mais adaptados as necessidades dos clientes.

Xenos (1998) destaca que a aquisição de materiais é uma função de apoio à manutenção de equipamentos, fazendo com que seja uma das atividades desenvolvidas em um PCM. Neste contexto, a gestão de fornecedores de peças de reposição é uma atividade que influencia na qualidade dos serviços prestados pela manutenção.

Mendes (2002) relata, que no caso específico dos processos de manutenção, pode-se dizer que a qualidade dos serviços prestados depende de influências internas tais como condições tecnológicas das instalações e equipamentos, assim como condições externas tais como fornecedores de insumos necessários à manutenção.

Viana (2002) menciona que é função do PCM a criação e manutenção de um arquivo com catálogos de informações e contatos de fornecedores, que deve estar atualizado e disponível para consulta para todos os interessados no mesmo. Ainda segundo o autor, toda

equipe de manutenção deve estar atualizada com o mercado fornecedor. Segundo Fogliatto (2011), um fator interessante a ser levado em conta é a integração do *software* usado na manutenção com os outros processos da empresa. O *software* usado para o controle das atividades da manutenção deve se comunicar com outras áreas da empresa como a programação da produção e aquisição de materiais.

Furtado (2005) pontua que gestão da cadeia de suprimentos tem como objetivo garantir que as necessidades e estratégias competitivas do cliente estejam alinhadas com as características de seus parceiros comerciais.

Bowersox *apud* Silva (2013, p.10) conceituam as cadeias de suprimentos: “representam um conjunto de empresas que trabalham de forma colaborativa, com o objetivo de maximizarem seus resultados e sua eficiência operacional, suprimindo as necessidades dos clientes e agregando maior valor”.

Silva (2013) entende que a cadeia de suprimentos é formada por dois membros: os compradores e os fornecedores, e que a boa relação entre essas duas partes aumenta a eficiência e eficácia de toda a cadeia, agregando mais valor ao processo. Viana e Alencar (2012) pontuam, no entanto, que para que esta estratégia de cooperação entre as empresas seja bem-sucedida é necessária a busca por empresas confiáveis, competentes e comprometidas.

O principal resultado do alinhamento entre os membros da cadeia produtiva é a capacidade de cumprir as metas estabelecidas, afetando positivamente a eficiência do processo como um todo (FURTADO, 2005).

Para Calache, *et al.* (2019) falhas no processo de seleção de fornecedores para a manutenção industrial podem acarretar paradas na linha de produção, maiores custos, queda na qualidade do serviço e perda de competitividade da organização como um todo. Neste contexto, se torna imprescindível que haja meios para auxiliar as organizações a tomarem decisões relativas à seleção e avaliação de fornecedores.

Teixeira e Barbosa (2015) destacam a dificuldade que empresas, principalmente as de grande porte tem no que se refere à organização de uma grande gama de fornecedores. Os autores sugerem que se deve avaliar e selecionar os fornecedores de acordo com a sua capacidade de fornecimento do produto e através de critérios pré-estabelecidos pela organização.

Vokurka *et.al*, *apud* Viana e Alencar (2012) contextualizam, que muitas das vezes, a complexidade do processo de seleção de fornecedores provém da diversidade e natureza

subjetiva destes critérios, que são relacionados as particularidades dos produtos, serviços e situações das empresas ou mesmo setores das organizações, assim o conjunto adequado de critérios deve refletir as necessidades e peculiaridades de cada operação.

Para Viana e Alencar (2012), a natureza e a quantidade dos critérios determinam a complexidade do processo seletivo. A adoção de fatores qualitativos, por não serem facilmente mensuráveis possuem caráter subjetivo e dificultam a adoção de métodos estritamente matemáticos para a seleção e avaliação de fornecedores. Outro ponto complexo e que dificulta a tomada de decisão é a existência de fatores conflitantes, tais como preço e qualidade, que muitas das vezes necessitam de equilíbrio.

Para Almeida *apud* Calache, *et al.* (2019), apesar da variedade dos critérios envolvidos na seleção e avaliação de fornecedores para a manutenção, uma grande parcela das pesquisas existentes se concentra no que tange custos. Desta forma, se torna interessante o desenvolvimento de modelos que avaliem uma variada gama de critérios.

Dickson *apud* Silva (2013), através da tabela 1, exemplificam os 23 critérios de acordo com seu grau de importância. As informações obtidas são resultado de um estudo realizado em 1966, que levou em conta questionários aplicados a gestores e compradores de empresas Norte Americanas.

Tabela 1: Critérios de avaliação e seleção de fornecedores de Dickson

Avaliação do Critério	Posição	Critério
Extrema importância	1	Qualidade
	2	Entrega
	3	Histórico de desempenho
Importância considerável	4	Reclamações e política de crédito
	5	Capacidade e facilidade de produção
	6	Preço
	7	Capacidade técnica
	8	Capacidade financeira
	9	Cumprimento de processos
	10	Sistema de comunicação
	11	Reputação e posição no mercado
	12	Interesse no negócio
	13	Gestão e organização
	14	Controle operacional
Importância média	15	Serviço de manutenção
	16	Atitude perante a empresa
	17	Impressão que causa na empresa
	18	Qualidade em embalagem
	19	Histórico do negócio
	20	Localização geográfica
	21	Volume do negócio
22	Apoio à formação	
Importância baixa	23	Acordos recíprocos

Fonte: Dickson *apud* Silva (2013).

Na tabela 1, pode ser observado que os fatores qualidade, entrega e histórico de desempenho são mais relevantes que preço, que aparecem sexto lugar em ordem de relevância nas características desejadas de um fornecedor. Vale ressaltar que Dickson não teve a intenção de mensurar quantitativamente o valor de cada critério, visando qualificar a importância dos mesmos para os entrevistados.

Este capítulo possuiu a finalidade de contextualizar o embasamento teórico necessário para fundamentar a discussão dos capítulos seguintes.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

Marconi e Lakatos (2002) destacam que são diversos os conceitos de pesquisa, e que os estudiosos ainda não chegaram em um consenso sobre uma definição padrão, devido à existência de diferentes abordagens e em diversos campos do conhecimento humano.

Webster's Dictionary apud Marconi e Lakatos (2002, p.15) conceituam pesquisa como “uma indagação minuciosa ou exame crítico e exaustivo a procura de fatos e princípios, uma diligente busca para averiguar algo”. Neste contexto, a pesquisa é um procedimento formal, e que por requerer um tratamento científico exige o emprego de uma metodologia afim de alcançar as metas estabelecidas de forma eficiente.

Gil (2002, p.17) define pesquisa como:

O procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informações suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema.

Gil (2002) contextualiza, entretanto, que por ser uma atividade racional e sistemática, a pesquisa exige que as ações desenvolvidas sejam planejadas, desta forma, geralmente se entende que a etapa de planejamento é a primeira fase da pesquisa. O autor ainda cita que o planejamento deve conter dentre outros a especificação dos objetivos, a construção de hipóteses, a identificação do tipo de pesquisa e a operacionalização dos conceitos envolvidos.

Quanto a abordagem, pesquisas podem ser divididas em qualitativas e quantitativas.

Segundo Marconi e Lakatos (2002) as medidas quantitativas respondem à pergunta “quanto” e as qualitativas à questão “como”.

Para Gil (2002), a análise qualitativa é menos formal que a quantitativa, pois trabalhos qualitativos dependem de fatores como a natureza dos dados coletados, os instrumentos de pesquisa, pressupostos teóricos e extensão da amostra, utilizando de textos narrativos, matrizes ou esquemas. Desta forma, pesquisas qualitativas podem ser entendidas como a sequência de atividades que envolve a interpretação, redução e categorização de dados, de forma a se obter a redação de um relatório.

A abordagem quantitativa, segundo Gil (2002) utiliza instrumentos de coleta de dados de forma padronizada, como questionários, formulários ou dados resultantes de medições com o objetivo de obter dados passíveis de quantificação.

Quanto aos objetivos, Gil (2002) destaca que é possível classificar as pesquisas em três grupos, sendo eles as exploratórias, as descritivas e as explicativas. O autor ainda afirma que esta classificação é útil para o estabelecimento do marco teórico, possibilitando uma aproximação conceitual.

Marconi e Lakatos (2002) abordam as pesquisas as exploratórias como investigações empíricas cujo objetivo é a solução de questões ou de um problema, e tem como finalidade de formular hipóteses e aumentar a familiaridade do pesquisador com o fato ou fenômeno, este, objeto da pesquisa. Pesquisas exploratórias obtêm dados qualitativos ou quantitativos através de observação, e o investigador, a partir dos dados obtidos deve conceituar as relações entre as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente observado.

Segundo Gil (2002, p.42) as pesquisas de cunho descritivo “têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. O autor ainda contextualiza, que determinadas pesquisas descritivas, além de identificar as relações entre as variáveis, buscam determinar a natureza desta relação.

Pesquisas explicativas por sua vez tem como objetivo a identificação de fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Este tipo de pesquisa, por buscar explicar o porquê dos seus objetos é o tipo de pesquisa mais delicado, devido ao aumento da probabilidade de erros (GIL, 2002).

Quanto à classificação de pesquisas com base em procedimentos técnicos, Gil (2002) afirma que a classificação das pesquisas de forma mais ampla envolve dados como a interpretação da coleta de dados, o ambiente em que são coletadas as variáveis e as formas de controle das variáveis envolvidas. Neste aspecto, o autor classifica as pesquisas em bibliográficas, documentais, experimentais, estudo de campo, estudo de caso, pesquisa-ação, pesquisa participante, e levantamento. Não existe a necessidade de uma pesquisa se ater somente a um destes tipos, sendo comum a combinação de características.

Este estudo é classificado como qualitativo por não envolver uma modelagem matemática ou estatística. Além disso, é exploratório pois busca investigar a influência da gestão de fornecedores em um PCM de equipamentos móveis, bibliográfico e estudo de caso.

3.2 Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi adotada a metodologia descrita na figura 6.



Figura 6: Fluxograma etapas de metodologia de pesquisa.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Como pode ser observado na figura 6, a identificação do tema foi a primeira etapa para a elaboração deste material, sendo constatada a necessidade de se entender os impactos da gestão de fornecedores em um PCM de uma empresa de mineração. Logo após foi realizada a coleta de dados, que fornecem informações sobre os materiais adquiridos para uma empresa de mineração no intervalo de dois anos.

Entre as variadas características de fornecedores, foram selecionados os critérios mais relevantes à manutenção, e através da tabulação dos dados colhidos na empresa foi possível realizar a comparação com a base teórica.

Em seguida foi realizada uma pesquisa bibliográfica, utilizando em sua maior parte livros, dissertações e artigos para a elaboração da base teórica. Posteriormente, foi realizado um estudo e seleção de metodologia para a construção do trabalho e com o material resultante foram elaborados as conclusões e resultados afim de responder a indagação presente na formulação do problema.

3.3 Variáveis e Indicadores

Marconi e Lakatos (2002) destacam que uma forma de conceber um problema científico é relacionar diversos fatores, ou variáveis independentes com o fenômeno em estudo. Ainda segundo as autoras, ao se colocar o problema e a hipótese, devem ser definidas e indicadas as variáveis que possam interferir ou afetar o objeto de estudo.

Gil (2002, p.32) conceitua variável:

O conceito variável refere-se a tudo aquilo que pode assumir diferentes valores ou diferentes aspectos, segundo os casos particulares ou as circunstâncias. Assim, idade é uma variável e pode assumir diferentes valores. (...) Classe social também é uma variável. Embora este conceito não possa assumir valores numéricos, pode abranger categorias diversas, como: alta, média, baixa.

Para Gil (2002) os indicadores são necessários para se operacionalizar os conceitos ou variáveis, possibilitando a identificação de maneira prática a mensuração, ou medição de valor das questões implícitas das variáveis.

A Tabela 2 apresenta as variáveis e indicadores para PCM e gestão de fornecedores.

Tabela 2: Variáveis e Indicadores.

Variáveis	Indicadores
PCM	<ul style="list-style-type: none"> - Métodos de Manutenção - Gestão Estratégica da Manutenção - Tipos de Equipamentos - Organização da Manutenção - Tagueamento - Ordem de Manutenção - Equipes de Manutenção - Dados e Cadastros para PCM - Índices de Manutenção - Materiais para Manutenção
Gestão de Fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> - Prazo de Entrega - Qualidade de peças de reposição - Preço de mercado - Cumprimento de Prazos - Alinhamento de Valores - Alinhamento Estratégico - Disponibilidade de Estoque - Confiabilidade

Fonte: Pesquisa Direta (2021).

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Para a coleta de dados deste trabalho, foi utilizada a base de dados em *excel*, oriunda do sistema SAP do setor de manutenção uma empresa de mineração, com todas as peças de reposição compradas para equipamentos móveis de mineração no período de janeiro de 2016 a maio de 2017. Este período foi determinado de acordo com a disponibilidade de dados, pois não houve a oportunidade de acesso a dados mais recentes. Ao todo foram analisados 237.230

pedidos de materiais, de 251 diferentes fornecedores, com o objetivo de analisar o cumprimento dos prazos de entrega estipulados por contrato.

A planilha analisada tem um total de 320.390 linhas, 12 colunas, a tabela 3 retrata o cabeçalho da planilha com as informações usadas na tabulação.

Tabela 3: Planilha utilizada para análise de dados

Ano_mes	Valor_líquido_pedido	Quantidade	Prazo contratual	Fornecedor	Nome_do_fornecedor
Texto_breve_material	Ordem	Data de entrega	Data pedido	Tipo_de_ordem	Data de entrega

Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Na planilha, contém as colunas utilizadas para o cálculo das datas (data de pedido, data de entrega e prazo contratual) afim de possibilitar a determinação de atraso no prazo de entrega ou não, assim como outras informações como nome do fornecedor, descrição do item, valor unitário, quantidade solicitada, Ordem de Manutenção, e tipo de ordem de manutenção.

3.5 Tabulação de Dados

Para a operacionalização dos dados necessários à construção do trabalho, foram utilizadas planilhas no *Microsoft Excel* que permitiram a análise construção de gráficos e tabelas a partir dos dados obtidos do sistema SAP (*Systeme, Anwendungen und Produkte*). O *Microsoft Word* foi usado para registro e organização das informações obtidas ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

O capítulo 3 teve como objetivo apresentar a metodologia, os instrumentos e ferramentas utilizados para a elaboração deste trabalho. No capítulo seguinte serão apresentadas as análises dos resultados no que diz respeito à influência da gestão de fornecedores em um PCM de equipamentos móveis de uma empresa de mineração.

4 RESULTADOS

4.1 Características da Empresa/Setor

A empresa, objeto de pesquisa, atua no mercado de *commodities*, possuindo grande parte dos seus resultados financeiros decorrentes da produção e exportação de minério de ferro.

Para Sandroni *apud* Morandi (2008), o termo *commodity* é utilizado para caracterizar as relações comerciais internacionais, em que a mercadoria se encontra em estado bruto ou em um produto comercialmente primário. Como exemplos são citados o cobre, algodão, minério de ferro, entre outros.

Morandi (2008) cita que para as empresas em que os produtos se caracterizam como *commodities*, a competição é maior do que para as organizações que atuam somente em mercados locais. Isso ocorre devido ao fato da empresa enfrentar concorrência de forma globalizada e ao produto muitas vezes ser padronizado ou possuir características similares, o que dificulta a criação de vantagens competitivas entre produtos concorrentes.

As operações da empresa se iniciam na extração do minério em minas à céu aberto com a utilização de equipamentos para extração e movimentação do minério, em estado bruto, até uma instalação de beneficiamento. Nas instalações de beneficiamento, o minério é devidamente tratado, sendo separado por granulometria e teor de ferro. Após o beneficiamento, o minério é transportado por ferrovias até os portos marítimos, onde será realizado o transporte até o cliente final.

Neste contexto, o foco do trabalho se dá no PCM de manutenção dos equipamentos móveis de extração de minério ferro em minas de céu aberto. A figura 7 ilustra a localização no PCM de equipamentos móveis no organograma da organização.

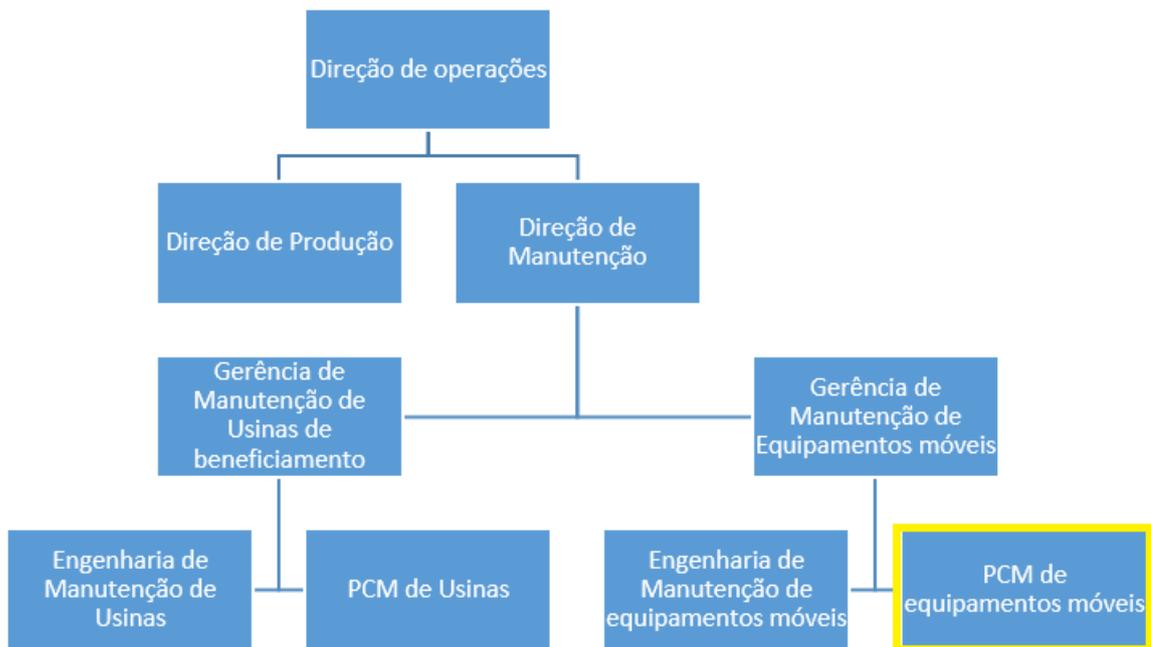


Figura 7: PCM de equipamentos móveis no organograma da empresa.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

A figura 7 representa uma simplificação do organograma da empresa. A direção de operações cuida tanto de aspectos produtivos quanto de manutenção e gestão dos ativos da empresa. No organograma, é possível observar que a manutenção é dividida em dois grandes grupos: a manutenção das usinas de beneficiamento e a manutenção dos equipamentos móveis de mineração. O PCM de equipamentos móveis é subordinado à gerência de manutenção de equipamentos móveis.

A figura 8 ilustra o organograma interno do PCM de equipamentos móveis.

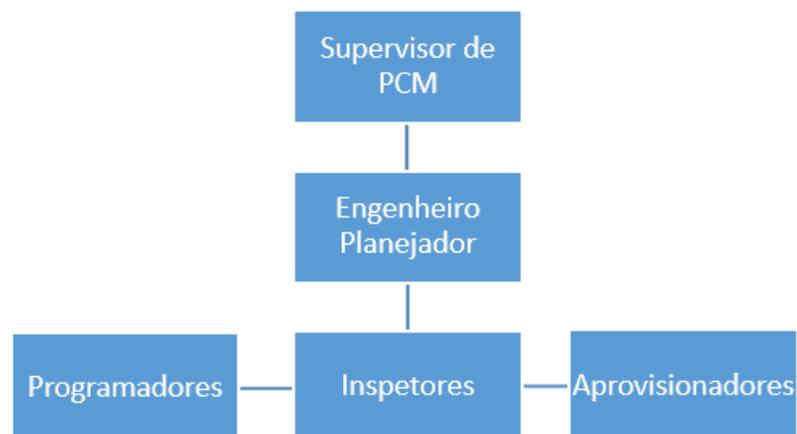


Figura 8: Organograma interno PCM de equipamentos móveis.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

No organograma interno do Planejamento e Controle de Manutenção representado pela figura 8, o supervisor é subordinado ao gerente de manutenção e coordena a equipe afim de garantir o cumprimento das metas e objetivos. O engenheiro planejador é responsável pela organização de atividades como reforma de equipamentos, além de dar apoio à equipe em sua rotina de trabalho. Os programadores são responsáveis por gerir a rotina de manutenção, baseando-se nos planos de manutenção e na mão de obra disponível para o planejamento e alinhamento de recursos necessários para a execução das atividades de manutenção.

Os inspetores são encarregados de realizar as inspeções nos equipamentos de forma periódica, identificando anomalias nos equipamentos afim de evitar que as falhas ocorram. Os aprovacionadores, por sua vez, são responsáveis pela aquisição das peças de reposição e materiais necessários à manutenção dos equipamentos, sendo de sua responsabilidade certificar-se que quando um equipamento parar para manutenção, todos os materiais necessários para aquela intervenção estejam disponíveis para os mantenedores no momento da execução.

4.2 Equipamentos Móveis

No processo de lavra do minério de ferro, são usados equipamentos para a retirada e movimentação do produto até as instalações de beneficiamento. Estes equipamentos são denominados equipamentos móveis.

Para Quevedo *apud* Borges (2013), em minas de céu aberto, o processo de lavra tem início na preparação da área para que possa ocorrer a perfuração e detonação para o desmonte (o desmonte também pode ser mecânico, com o uso de equipamentos de apoio como tratores de esteira). Após detonado, o material é carregado por pás carregadeiras e escavadeiras posicionados na frente de lavra. O material é então carregado em equipamentos de transporte até um determinado ponto de descarga onde será estocado ou reprocessado.

Borges (2013) defende que existem diferentes modos de se transportar o material para fora da frente de lavra, sendo o mais comum deles o uso de caminhões. Como vantagens do uso de caminhões, o autor destaca a flexibilidade operacional, a não interrupção das operações ocasionadas por problemas de manutenção (há a possibilidade de continuar a operação com um número de caminhões reduzido), a agilidade de evacuação dos equipamentos em caso de risco eminente, dentre outros.

Coutinho (2017) aborda, que as operações de lavra consistem em um conjunto de operações unitárias (perfuração, desmonte, carregamento e transporte) com o objetivo de explorar o minério de maneira segura, sustentável e economicamente viável. O processo de transporte utilizando caminhões é retratado na figura 9.



Figura 9: Ciclo de transporte por caminhões.
Fonte: Samarco *apud* Coutinho (2017).

As operações realizadas pelos equipamentos possuem caráter cíclico, como pode ser observado na figura 9. A operação se inicia a alocação, etapa em que o caminhão é designado para determinada operação. Em seguida, o caminhão se desloca para o carregamento com a caçamba vazia. Na manobra de carregamento, o caminhão deve se posicionar perto do equipamento de carga, para que seja feito o carregamento de material. Após carregado, o caminhão segue com a carga até o ponto de despejo.

Na empresa, o processo de lavra ocorre de maneira semelhante à descrita. Desta forma, a frota é composta por carregadeiras, escavadeiras, caminhões fora de estrada, perfuratrizes e equipamentos de apoio como motoniveladoras e tratores de esteira. A figura 10 ilustra alguns dos equipamentos mantidos pelo PCM de equipamentos móveis.



Figura 10: Carregadeira de grande porte, Caminhão fora de estrada, Perfuratriz e Motoniveladora.
Fonte: Adaptado de *Caterpillar* (2021).

Como pode ser observado na figura 10, os equipamentos são de grande porte, então, a responsabilidade da manutenção não somente se dá em aspectos produtivos, mas também relacionados a segurança dos operadores e das demais pessoas envolvidas. Também é importante citar questões ambientais, já que equipamentos funcionando fora das especificações determinadas pelos respectivos fabricantes tendem a poluir mais. Neste contexto, se faz necessária o diagnóstico e análise do processo de gestão de fornecedores e seu impacto em um PCM de equipamentos móveis.

4.3 Diagnóstico do processo de Gestão de Fornecedores para manutenção

Na empresa de mineradora, foram analisadas linhas de pedidos referentes à Ordens de Manutenção de manutenções efetuadas em equipamentos móveis, tais como carregadeiras, caminhões fora de estrada, perfuratrizes e tratores no período de janeiro de 2016 a maio de 2017. A base de dados extraída do sistema *SAP* e tabulada no *Microsoft Excel* contém informações de cerca de 47.000 ordens de manutenção, com um total de 237.230 itens (linhas

de pedidos) comprados de 251 diferentes fornecedores em 11 centros de extração e beneficiamento de minério.

No início da análise dos pedidos de materiais para as Ordens de Manutenção, foi observado que existem 251 fornecedores. Devido ao grande volume de fornecedores e por cada um deles ter diferentes características, surgiu a necessidade de identificação dos fornecedores mais representativos em termos de custo para a empresa. A figura 11 ilustra a forma com que esta priorização foi realizada.

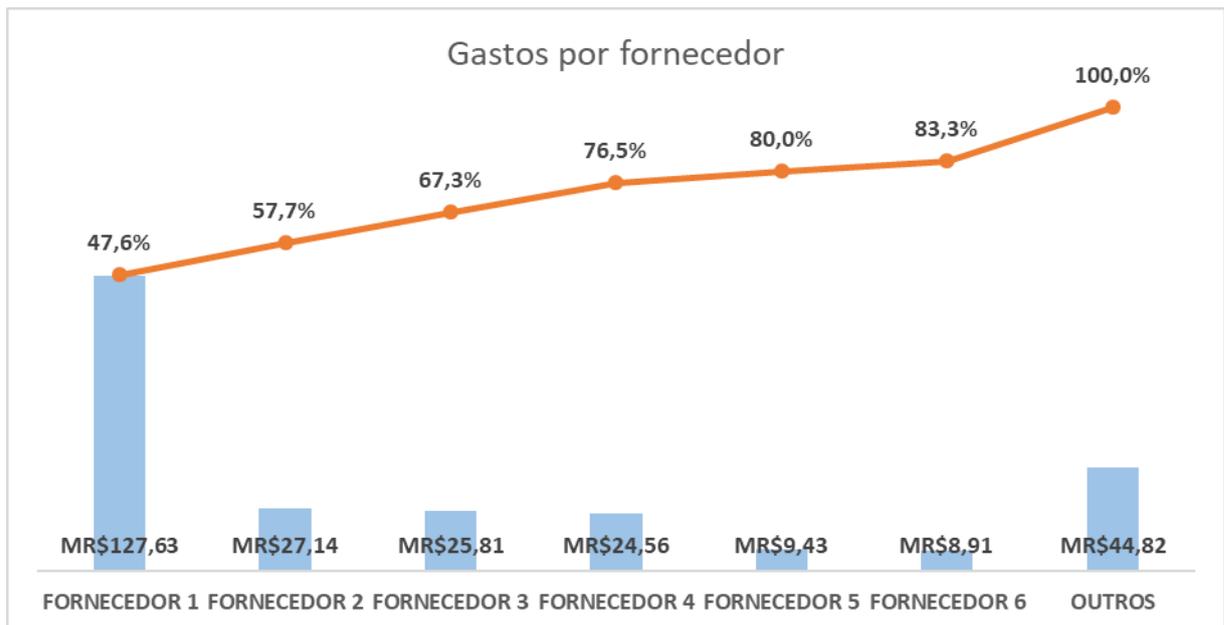


Figura 11: Somatório de gastos por fornecedor.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Na figura 11, pode ser observado que somente o fornecedor 1 representa 47,6% de todo o custo de materiais para a manutenção adquiridos no período. É válido ressaltar que os 6 maiores fornecedores juntos representam um total de 83,3% do montante total do período analisado. Os demais fornecedores representam apenas 16,7% do total.

Na rotina dos processos de manutenção da empresa, foi identificado uma oportunidade de melhoria no que diz respeito ao prazo de entrega das peças de reposição e materiais necessários à manutenção dos equipamentos. Para a definição de atraso de entrega, foram confrontados os tempos de entrega das linhas de pedidos realizados e os respectivos prazos contratuais. O prazo contratual indica o limite de tempo a que o fornecedor tem, por contrato, para a entrega na mina do material adquirido. A figura 12 ilustra o percentual de linhas de pedidos entregues com atraso considerando todos os fornecedores.

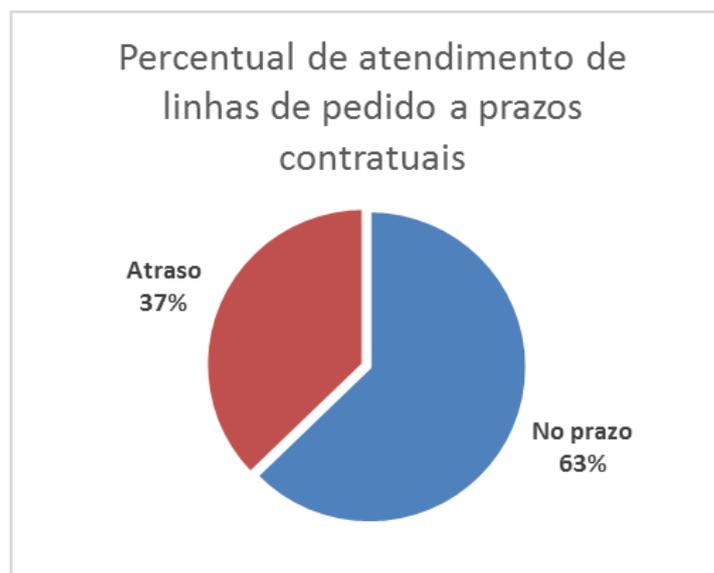


Figura 12: Percentual de Linhas de pedido entregues com atraso.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Conforme pode ser observado na figura 12, das 237.430 linhas de pedido solicitadas, 37%, ou um total de 88.383 foram entregues fora do prazo contratual. Vale ressaltar que para *Dickson apud Silva (2013)*, na tabela 1, o critério de avaliação de fornecedores “entrega” foi citado como de “extrema importância” para os gestores de empresa entrevistados.

Luxhøj apud Calache et.al (2019) retratam que mudanças tecnológicas e o desenvolvimento de novas metodologias de gerenciamento industrial modificaram a forma com que a manutenção é vista nas empresas. Para os autores, esta mudança pode ser atribuída a filosofias de gestão como o *Just in Time*, que concentra os esforços na redução do tempo de entrega e estoques pequenos.

Neste contexto, surgiu o interesse pelo aprofundamento do estudo dos impactos causados pelo atraso de entrega dos fornecedores nas atividades realizadas pelo PCM de equipamentos móveis.

Como meio facilitador de visualização da base de dados, foram elaborados gráficos a partir dos dados coletados. Vale citar, que para as análises apresentadas foram excluídas as Ordens de Manutenção do tipo reforma e recuperação, pois a reforma dos equipamentos muitas vezes exige a importação de itens, sendo a tratativa destes diferenciada na empresa. A análise de materiais necessários para reforma e recuperação de equipamentos comparando-se os prazos de entrega com os estipulados em contrato poderia resultar em distorções. A figura 13 retrata, a partir de um gráfico de dispersão a representatividade dos fornecedores em termos de custos, comparado ao percentual de entregas realizadas fora do prazo contratual.

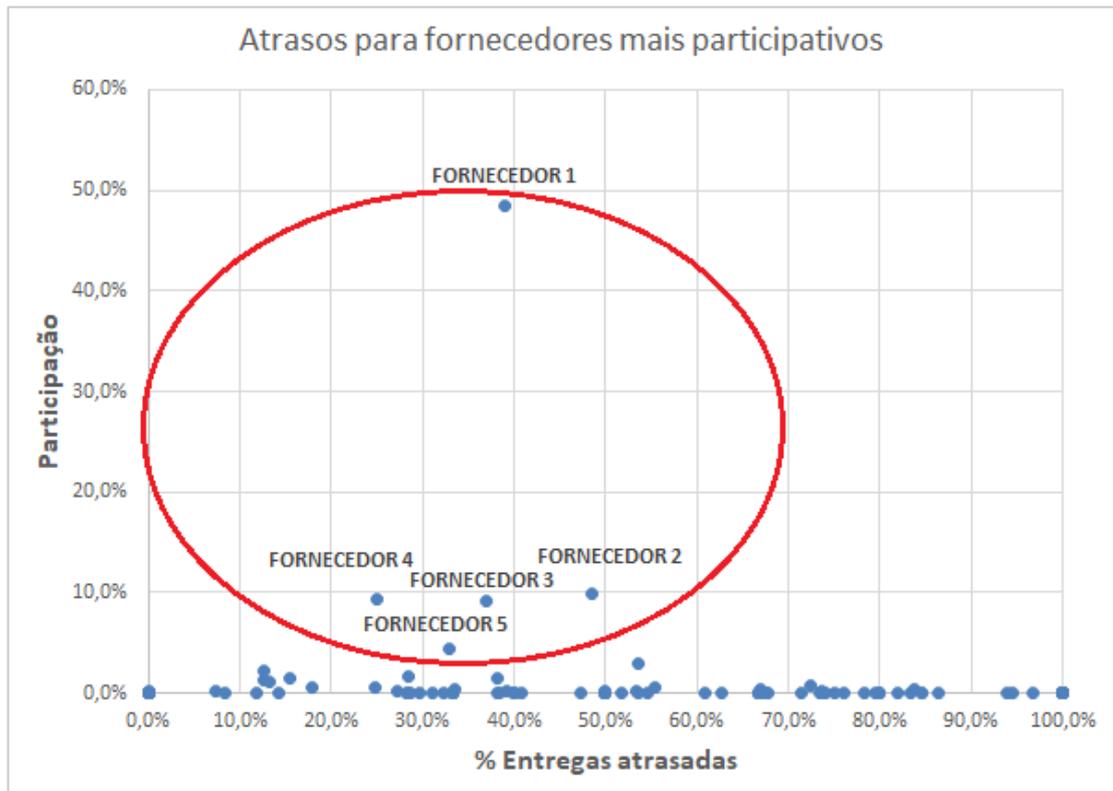


Figura 13: Dispersão dos atrasos de entrega para fornecedores mais representativos.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

A partir do estudo das informações da figura 13, foi possível perceber que dos 5 principais fornecedores, o fornecedor 1 se destaca com quase 50% do custo total e com 39,1% dos pedidos entregues fora do prazo. Os fornecedores que apresentam 100% de atraso são pouco representativos, e como destaque positivo, o nono fornecedor mais representativo não obteve nenhum pedido atrasado no período analisado.

Buscando compreender melhor os 88.383 pedidos entregues fora do prazo contratual, foi realizado um levantamento do atraso médio e da curva de distribuição dos atrasos de entrega, representados pela figura 14.

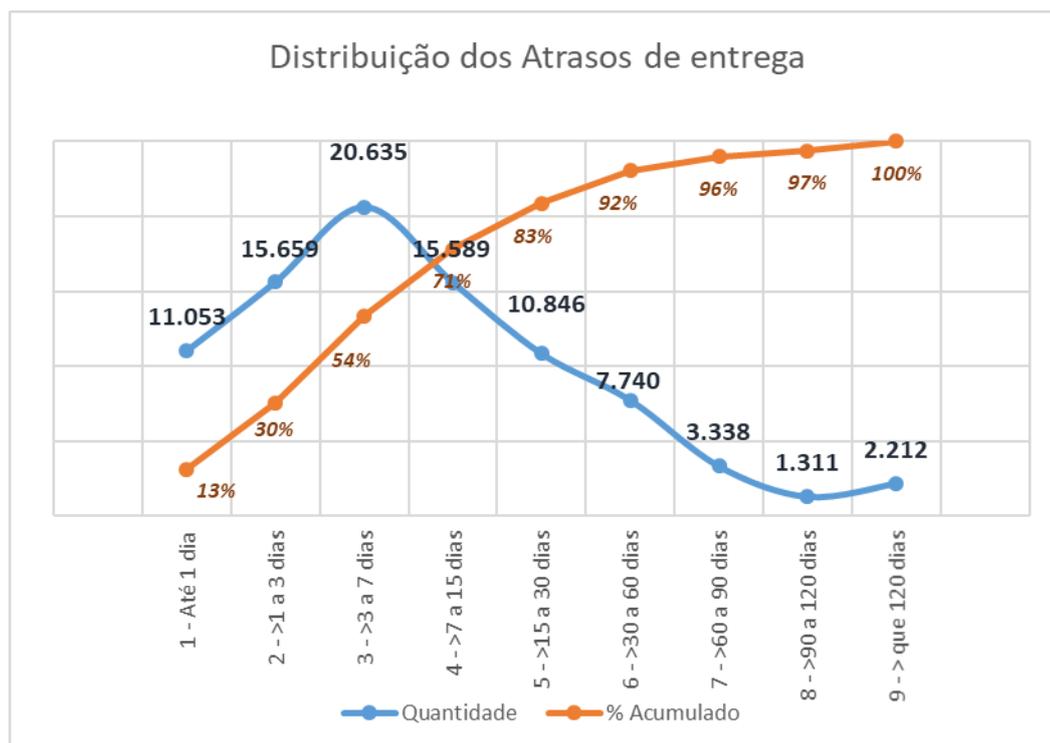


Figura 14: Distribuição dos atrasos de entrega.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Para a elaboração da figura 14, os dados referentes aos atrasos de entrega dos materiais foram separados por intervalos. O primeiro intervalo consiste em atrasos de até um dia, o segundo intervalo soma os atrasos de 1 a 3 dias, o terceiro intervalo representa o somatório de atrasos entre 3 e 7 dias, e assim por diante. No gráfico de distribuição é possível observar que 70% dos atrasos é maior que 3 dias, sendo que 29% é maior que 15 dias. O atraso médio é de 19 dias.

É válido ressaltar que o tempo apresentado em dias na figura 14 representa somente a contagem de dias de entrega fora do prazo contratual, e não a totalidade de tempo que o material adquirido levou para chegar no setor de manutenção.

Na empresa, ao serem entregues, os materiais são destinados ao armazém e dão entrada no sistema SAP. A manutenção pode solicitar este material via solicitação no sistema conforme a sua estratégia, tratando as peças de reposição de diferentes formas: o material pode ser entregue imediatamente à oficina em caso de emergências (para o equipamento fora de condições operacionais devido à ocorrência de falha é aberta uma OM do tipo emergencial), ou o material pode ficar estocado sob responsabilidade do armazém até que o programador de manutenção defina a data para que a manutenção seja realizada.

Em reuniões com os fornecedores da empresa, foi constatado o sentimento de que os pedidos estavam demorando mais a ser entregues pelos fornecedores. Esta percepção dos profissionais também serviu de inspiração para uma análise posterior no que diz respeito ao atraso de entrega em função do tempo. A figura 15 retrata os atrasos em linhas de pedido em função do tempo para o período analisado.

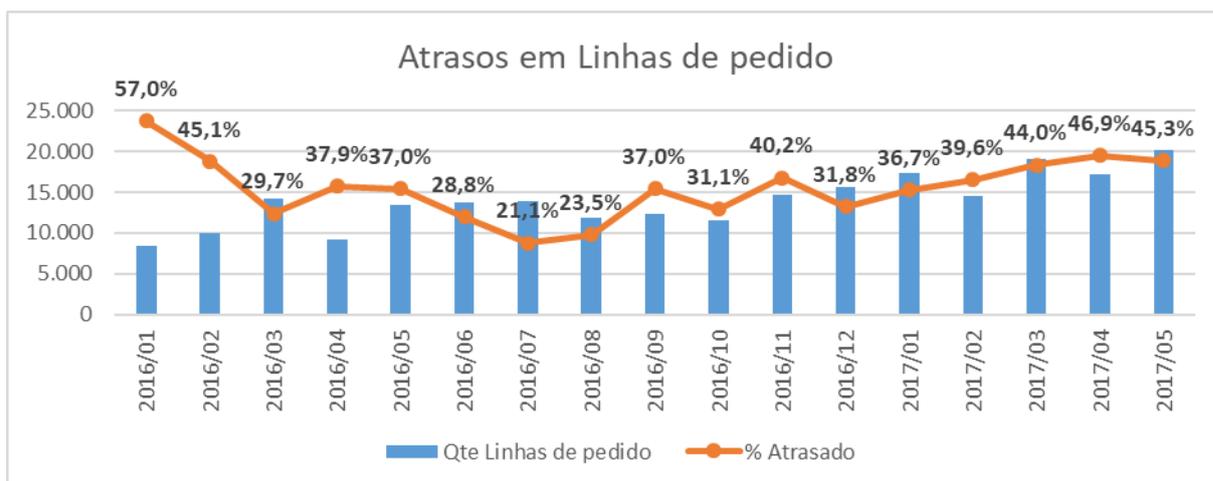


Figura 15: Atrasos em linhas de pedido em função do tempo.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Na figura 15 é possível observar que julho de 2016 foi o mês com o menor atraso percentual dos materiais adquiridos, e após este mês, o atraso voltou a crescer. É possível perceber também que ao longo do período observado ocorreu um aumento do volume de pedidos adquiridos. Este aumento do número de pedidos solicitados pela manutenção pode ser explicado pelo crescimento de produção determinado pela estratégia da empresa, com o aumento da produção, os equipamentos operaram por mais tempo, necessitando assim de mais peças de reposição para as manutenções.

Neste ponto, além do crescimento do volume de itens solicitados associado ao aumento de atrasos após a mínima observada em julho de 2016, é possível correlacionar outros aspectos, tais como a taxa de produção da empresa que acompanha o preço do minério de ferro e a utilização física dos equipamentos também associada à necessidade de produção da empresa em determinado momento. No entanto, por ser complexa, necessitar de um conhecimento mais aprofundado sobre os processos produtivos da empresa e de um embasamento teórico mais robusto, além do entendimento de fatores externos, a análise não permite a obtenção de projeção futura no que diz respeito à previsibilidade de padrões de atrasos por parte de fornecedores.

Outra parte do diagnóstico consistiu em analisar o número de atrasos contabilizados em determinada mina ou instalação de movimentação de minério de ferro (centros) versus a participação daquela mina no montante total adquirido pela empresa, isto é, utilizou-se o termo centro para resguardar os nomes das minas reais. A figura 16 retrata o gráfico de dispersão resultante.

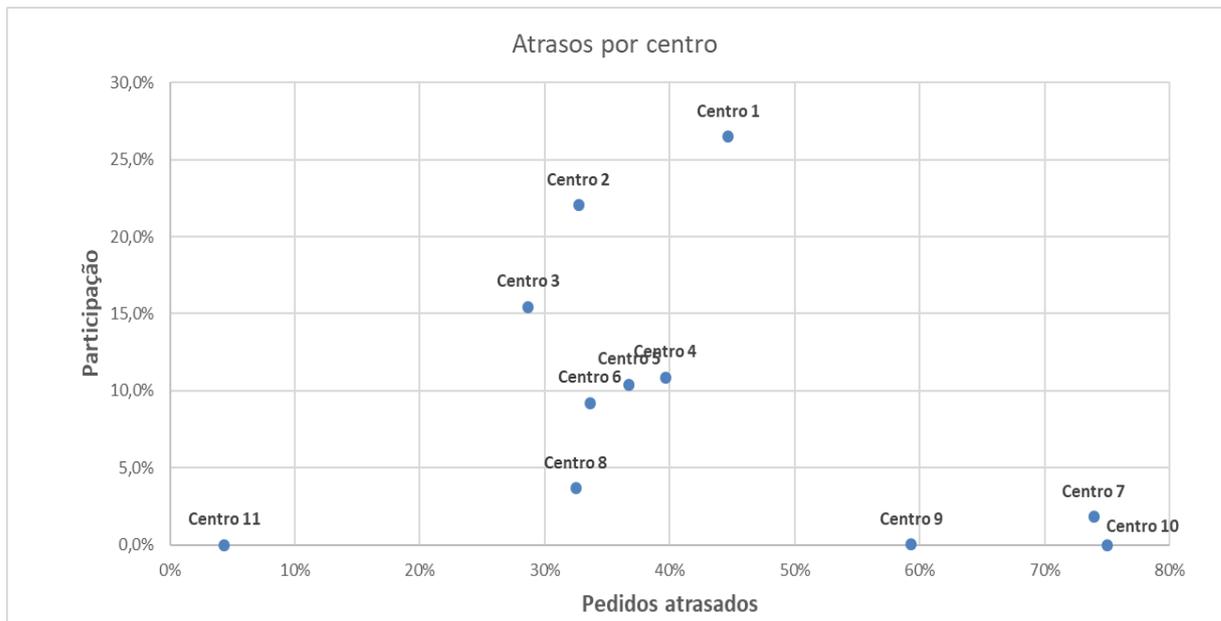


Figura 16: Atraso por Centro.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Na figura 16 é possível observar que o centro 1 é o mais representativo, e soma 44,7% de atraso. O centro 7 apresenta 74% de atrasos em seus pedidos, mas representa apenas 1,8% do montante adquirido pela empresa. O centro 10 é o que apresenta a maior ocorrência de atrasos, mas não chega a ter 0,1% de representatividade. Como destaque positivo, o centro 11 se destaca com aproximadamente de 5% dos pedidos entregues com atraso.

Os centros 6 a 11 representam operações de movimentação de minério, como pátios de estoque pulmão, ou locais de despejo de estéril, e por este motivo necessitam de um menor número de equipamentos móveis do que as frentes de lavra representadas pelos centros 1 a 5.

4.4 Análise da influência dos atrasos de entrega de fornecedores no PCM de equipamentos móveis

Para o aprofundamento do estudo do não cumprimento dos prazos de entrega, é necessário entender os tipos de Ordens de Manutenção utilizados no sistema da empresa. As OM são representadas no sistema da empresa da seguinte forma:

- YCM são Ordens de Manutenção Condicionadas, abertas a partir de inspeções realizadas nos equipamentos e a detecção de alguma anomalia ou componente no fim de vida útil;
- As OM do tipo YPM são abertas automaticamente pelo sistema, baseado na quantidade de horas operadas pelo equipamento, são exemplos de Ordens YPM, atividades de lubrificação periódicas para substituição de filtros e fluidos;
- As Ordens de Manutenção do tipo YEM são abertas em caso de emergências operacionais, nestas, os equipamentos se encontram fora de condição operação por ocorrência de falha;
- Ordens do tipo (vazio), na maioria das vezes retratam insumos necessários à manutenção, como Equipamentos de Proteção Individuais para utilização dos profissionais, ou fluidos para substituição;
- YSS são Ordens de Manutenção para solicitações de serviços, tais como solda em algum componente, reestruturação de básculas e sistemas de combate à incêndios;
- YIM são Ordens para melhorias nos equipamentos, IM vem da abreviação do termo inglês *improvement*, que significa melhoria.
- YRR se referem a Ordens de Manutenção abertas para a reforma de componentes. Estas Ordens foram excluídas da análise, pois muitas vezes é necessária a importação de itens ou o uso de itens não previstos em contrato. Sua análise de prazos comparando os prazos de entrega realizados com os contratuais poderia acarretar distorções.

A análise então partiu para a contabilização do número total de linhas de pedidos e os respectivos atrasos para cada tipo de Ordem de Manutenção. O gráfico resultante pode ser observado na figura 17.

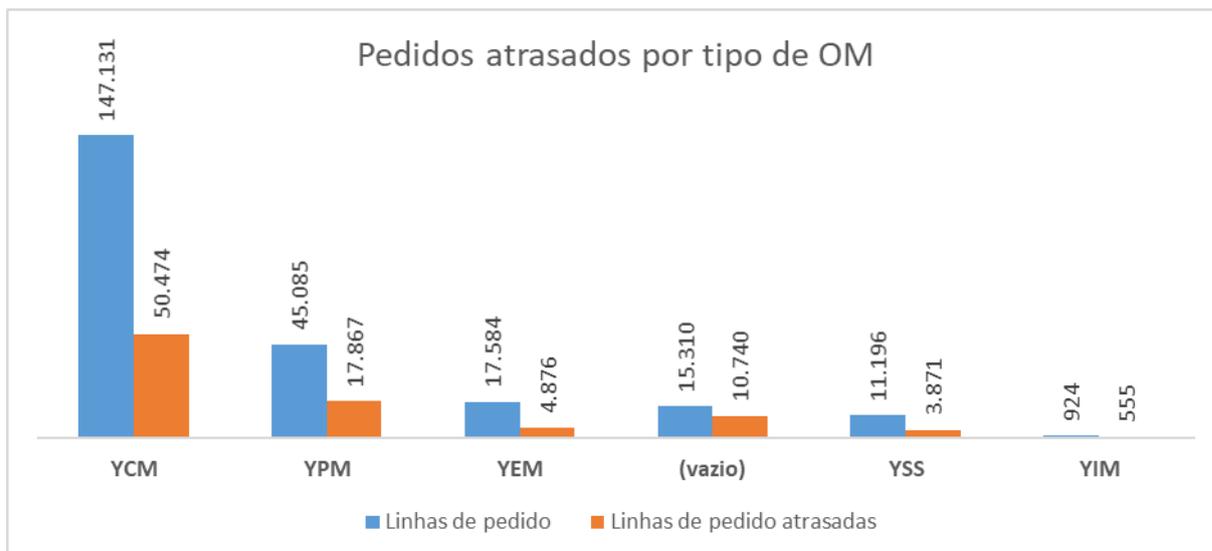


Figura 17: Pedidos atrasados por tipo de Ordem de Manutenção.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Como pode ser observado na figura 17, a maioria dos pedidos de entrega são solicitados para Ordens de Manutenção Condicionadas, abertas a partir de inspeções. Para um total de 147.131 linhas de pedidos, cerca de um terço delas foram entregues fora do prazo contratual. Em Ordens abertas para plano de manutenção, 39,2% dos materiais foram entregues fora do prazo, e em Ordens de caráter emergencial, o atraso foi de 27,7%.

Como uma interpretação da figura 17, a maioria das linhas de pedido solicitadas no período são para Ordens de Manutenção abertas por inspeção e para planos de manutenção. Materiais adquiridos para equipamentos em falha, portanto, inoperantes estão em terceiro lugar. Este fato indica uma maturidade do processo de manutenção, tendo em vista que a maior parte dos materiais necessários para as intervenções são adquiridos para os equipamentos antes que as falhas ocorram.

No PCM de equipamentos móveis, a atividade que guia o planejamento da rotina de manutenção conduzida pelo programador é o plano de manutenção. É tarefa do programador fazer com que todas as atividades de manutenção sejam realizadas de forma que o equipamento fique o menor tempo possível parado afim de evitar perdas de produção, e para isso possa ocorrer, geralmente são atreladas mais de uma OM para a mesma parada do equipamento.

Como exemplo, quando um caminhão vai para a oficina para a realização de uma atividade de lubrificação, o programador usa desta parada de forma estratégica para que também sejam realizadas manutenções resultantes de inspeções, evitando paradas futuras. No entanto, para que as manutenções consigam ser realizadas em conjunto, de maneira oportuna

na rotina de manutenção, é necessário que todos os recursos estejam alinhados na hora certa. Estes recursos consistem em equipes de mão de obra, a instalação necessária, ferramental, equipamentos de proteção individuais, peças para reposição e demais insumos.

Neste contexto, surgiu a necessidade da análise individual dos tipos de Ordens de Manutenção e das suas respectivas ocorrências de morosidade de entrega por parte dos fornecedores. A figura 18 retrata a demanda de peças de reposição solicitadas para as OM do tipo YCM e os atrasos de entrega percentuais correspondentes.

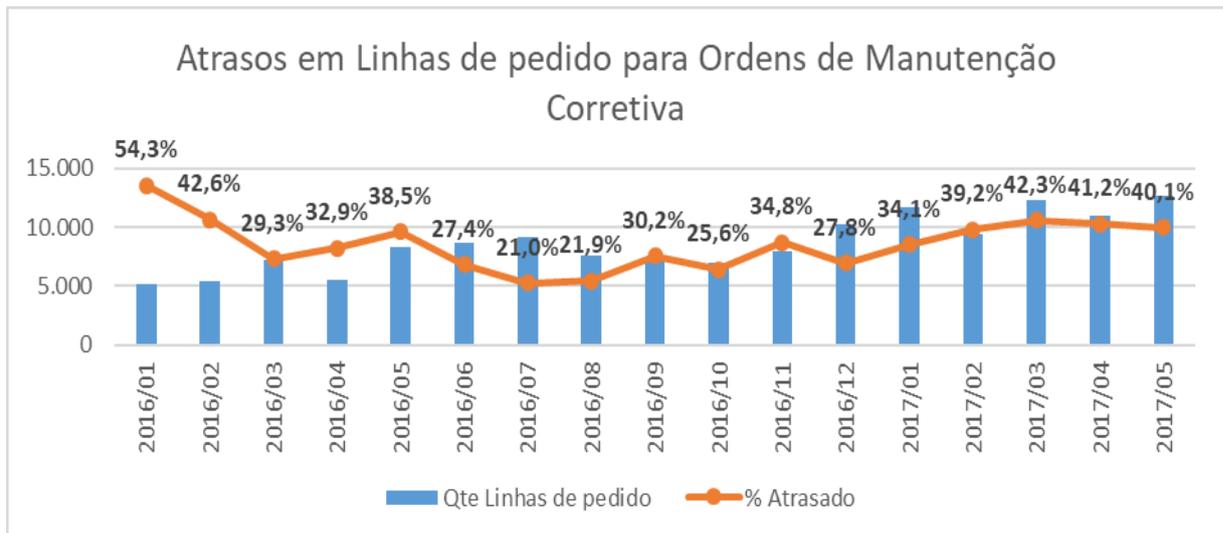


Figura 18: Atrasos em linhas de pedidos para Ordens corretivas.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

O percentual médio de pedidos entregues com atraso foi de 34,4% para o período analisado. Na figura 18 é possível observar um aumento na quantidade de pedidos solicitados ao longo do tempo, também pode ser notado uma tendência de estabilidade no atrasos nos últimos 4 meses da análise. Não é possível traçar uma correlação exata no número de pedidos e no atraso percentual, tendo em vista que em Janeiro/2016 ocorreu o menor número de itens comprados, e no entanto, mais da metade tiveram problemas de entrega.

Tratando especificamente da OM do tipo YCM, é válido citar que após a realização da inspeção que origina a Ordem, o equipamento retorna para a operação afim de não afetar a produção, e a realização da atividade de manutenção no equipamento somente é realizada depois que todos os recursos necessários sejam reunidos. Deste modo, a entrega das peças de reposição possuem destacada importância no que diz respeito ao tempo necessário desde a identificação da aproximação do fim de vida útil de um componente até o momento do reparo.

Para compreender melhor os impactos causados nas atividades do PCM de equipamentos móveis, também é necessário a visualização do comportamento dos atrasos de

entrega nas atividades resultantes de inspeções. O gráfico representado pela figura 19 retrata a distribuição dos atrasos de entrega por intervalos e o percentual acumulado.

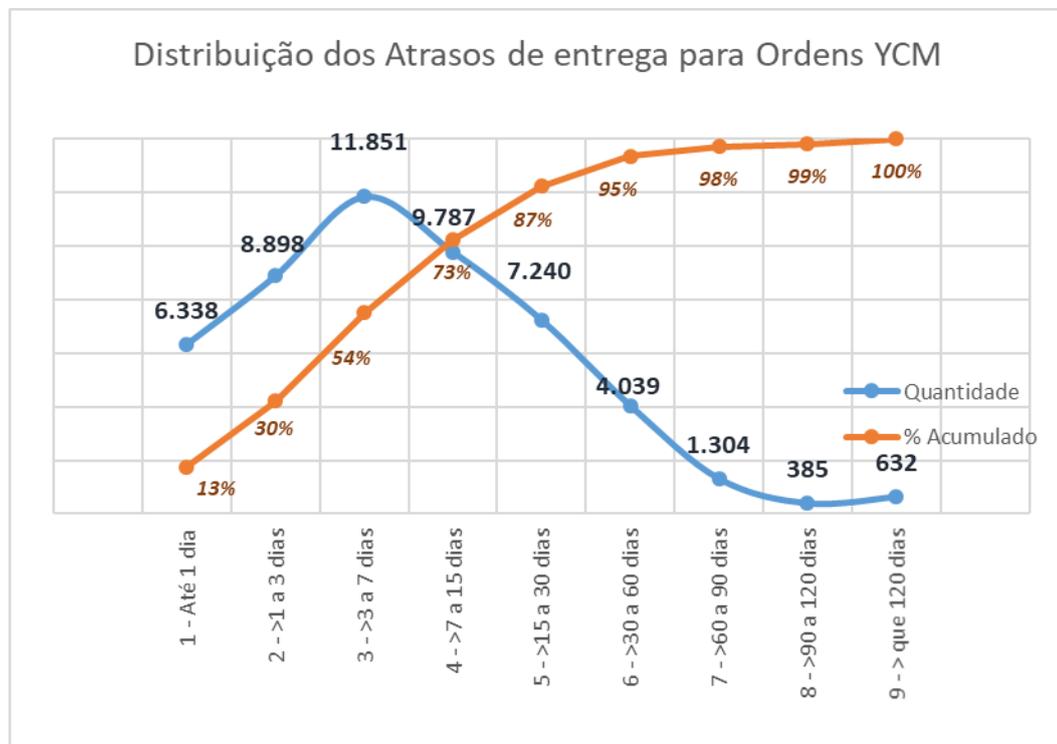


Figura 19: Distribuição dos atrasos de entrega.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Na figura 19 é possível observar que 73% do não cumprimento dos prazos de entrega ocorre em um intervalo de 1 a 15 dias. Chama a atenção também a ocorrência de mais de 600 itens com o atraso superior a 120 dias, para estes, existem duas situações a que pode ser atribuído. A primeira explicação é quando o fornecedor não tem o material à pronta entrega e precisa importar o mesmo, muitas das vezes existe a necessidade do item ser retido na receita federal e demais procedimentos logísticos, o que tende a atrasar a entrega. Outra explicação seria o cancelamento do pedido por parte do fornecedor, neste caso o item deveria ser removido do sistema, e quando isso não ocorre existe a falsa impressão de que houve atraso na entrega.

Em uma análise mais específica das Ordens de Manutenção resultantes de inspeção, foi desenvolvido o estudo no que diz respeito ao itens mais solicitados para o período e seus respectivos índices de não atendimento de prazo contratuais. No sistema SAP, o item é identificado pelo seu *part number*, que pode ser traduzido do inglês como número da peça. A figura 20 retrata os itens mais consumidos em quantidade para Ordens de Manutenção corretivas.

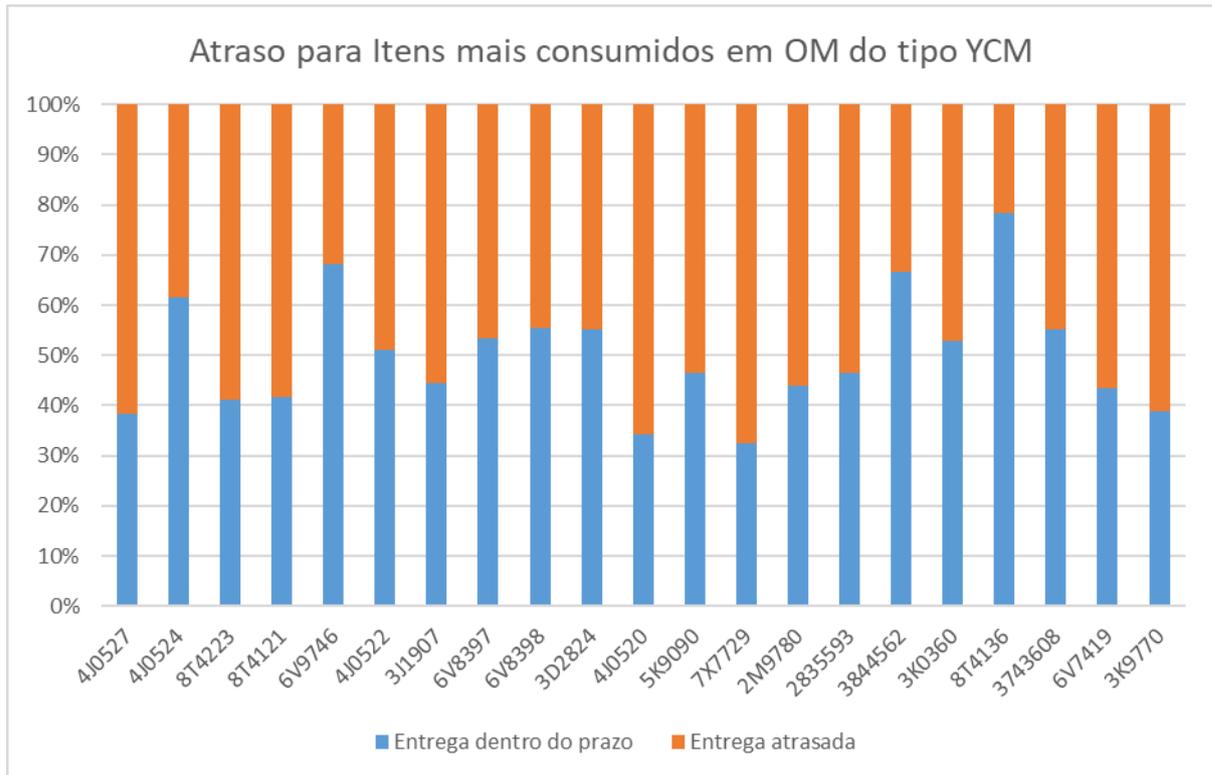


Figura 20: Atrasos em linhas de pedidos para Ordens corretivas.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

No período analisado foram consumidos 909 unidades do item identificado pelo *part number* 4J0527, destes, 561 foram entregues fora do prazo contratual. O item 4J0527 corresponde a um anel de vedação. Dentre os demais itens, também teve destaque a peça correspondente ao *part number* 7X7729, que corresponde a uma arruela. Desta arruela, foram utilizadas 320 unidades, das quais, 216 a entrega ocorreu fora do prazo contratual.

A figura 21 ilustra a peça correspondente ao *part number* 4J0527.



Figura 21: Anel de vedação 4J0527.
Fonte: Loja Online *store.geographe*, 2021.

Durante as inspeções nos equipamentos, os inspetores encontram vazamentos resultantes de anéis de vedações já no fim de vida útil. A figura 21 ilustra um anel de vedação, utilizado em diversos sistemas hidráulicos dos equipamentos.

Na empresa, ao ser encontrado um vazamento em algum equipamento é aberta uma OM do tipo YCM. Nesta Ordem de Manutenção, é inserida a necessidade do material através do seu *part number*, assim como a quantidade necessária para a solução do vazamento. No entanto, ao ser detectado um vazamento, desde que pequeno, o equipamento volta para a operação até que o anel seja entregue e substituído.

Quando um simples anel de vedação demora a chegar na empresa, o que ocorre é um desperdício de óleo lubrificante devido ao vazamento, o que é custoso à organização em termos financeiros e problemático em questões ambientais. Ocorre também o risco de algum componente trabalhar mal lubrificado, o que pode levar a falha precoce de componentes.

Quando os tempos de entrega de itens de uso rotineiro para a manutenção dos equipamentos, tais como anéis de vedação, arruelas, parafusos, rolamentos, mangueiras, dentre outros, o que ocorre é a utilização de estoques na empresa para que sejam sanadas ocorrências de falhas nos equipamentos de maneira mais rápida. No entanto, a formação de grandes estoques tende a ser prejudicial, pois existe a necessidade de que um armazém para a organização e controle dos itens, mobilizando mão de obra, espaço físico, além do risco de extravio e perecimento dos itens.

Também foi realizada a análise dos itens solicitados para Ordens de Manutenção referentes à de planos de manutenção. A figura 22 retrata o gráfico obtido ao se contabilizar as linhas de pedidos para o período, e os respectivos atrasos contratuais.



Figura 22: Atrasos de linhas de pedidos para planos de manutenção.
Fonte: Pesquisa Direta 2021.

No intervalo de tempo analisado, o percentual médio de itens entregues fora do prazo contratual para planos de manutenção foi de 39,6%. Na figura 22 pode ser observado que após um período de decréscimo no percentual de atraso, ocorrido nos meses de Julho e Agosto de 2016, este valor voltou a subir.

Na figura 22, ainda pode ser observado um ligeiro aumento no consumo de itens ao longo dos meses. Este fato pode ser explicado por um aumento de produção na empresa e consequentemente na quantidade de horas operadas por equipamento. As Ordens de Manutenção do tipo YPM dos equipamentos são geradas de forma automática pelo sistema de acordo com as horas operadas pelo mesmo.

Na análise do não cumprimento de prazos de entrega por parte dos fornecedores, foi tabulada a curva de distribuição dos atrasos de entrega para Ordens de Manutenção preventivas. O gráfico está representado pela figura 23.

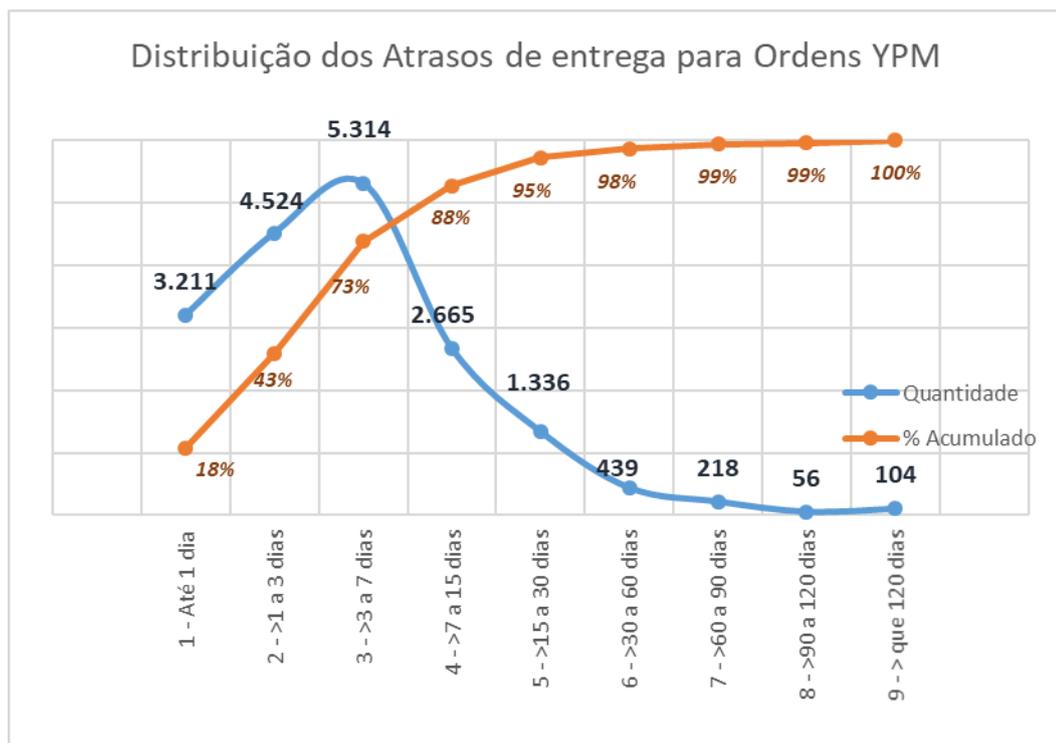


Figura 23: Distribuição dos atrasos de entrega.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Na figura 23, pode ser constatado que 73% dos atrasos ocorrem em um período de até uma semana. A curva de atraso para este tipo de manutenção contempla a maior parte dos itens para até uma semana, isso ocorre devido aos itens necessários à execução das atividades de planos de manutenção terem um consumo frequente. Assim, os fornecedores se preparam e

formam um estoque para atendimento das demandas, reduzindo a ocorrência de atrasos prolongados. No entanto, o índice de atraso ainda é relevante.

Para as OM do tipo YPM, também foi feito o estudo dos itens mais representativos em termos de consumo e seus respectivos tempos e atrasos de entrega. A figura 24 demonstra o gráfico obtido ao se analisar os itens mais solicitados.

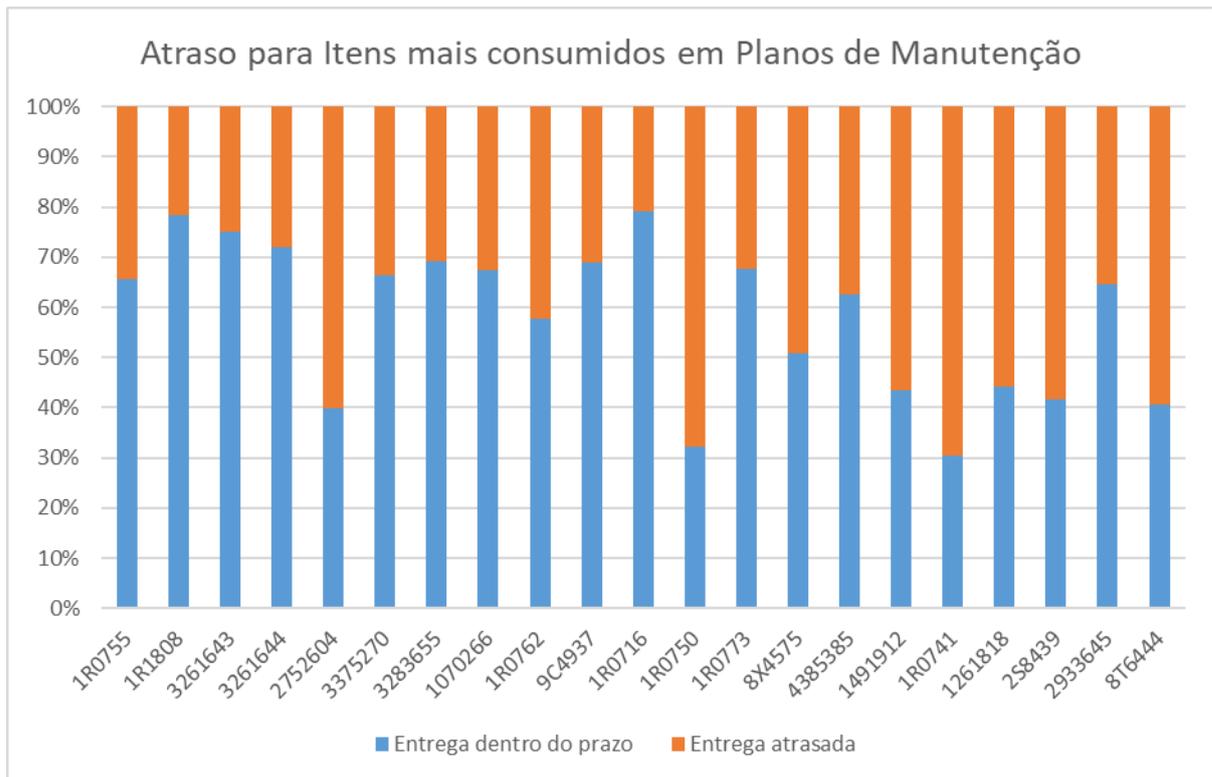


Figura 24: Atraso para Itens adquiridos para Planos de Manutenção.
Fonte: Pesquisa Direta 2021.

Em sua maioria, os itens mais solicitados para planos de manutenção são utilizados em planos de lubrificação periódicos, e consistem de elementos filtrantes e anéis de vedação. Na figura 24, pode ser observado que o *part number* 1R0755, referente a um filtro de combustível, é o mais utilizado nas manutenções. No período a que o estudo se aplica, foram solicitadas 2.386 unidades do filtro referido, e destes, mais de 30% foram entregues com atraso. Para o filtro de óleo hidráulico *part number* 1R0741, mais de 50% dos pedidos foram entregues fora do prazo contratual.

No PCM da empresa já era conhecida a morosidade de entrega dos itens relacionados a planos de manutenção, e como meio de reduzir os impactos causados na rotina de manutenção, o programador fez com que o sistema gerasse a Ordem de Manutenção com maior antecedência. No entanto, esta maior antecedência traz prejuízos ao processo, pois aumenta a quantidade de Ordens de Manutenção no sistema informatizado, além de gerar

imprecisão no que diz respeito à assertividade da data de manutenção e horímetro do equipamento.

Esta imprecisão da data de programação da revisão de lubrificação e do horímetro do equipamento ocorre, pois, ao se gerar a Ordem de Manutenção dos tipo YPM no sistema SAP, ela é gerada com uma data prevista para a execução das atividades. Esta previsão da data para a execução das atividades é determinada pela média de horas diárias de operação do equipamento e o tempo restante até a execução prevista das atividades. Se a data entre a criação da OM e a sua execução for muito grande, e neste intervalo de tempo houver variação de produtividade do equipamento em relação a média, então, a revisão será realizada fora do prazo correto.

Para facilitar o entendimento desta situação, cita-se como exemplo: um equipamento que opera em média 5 horas por dia realizará uma revisão por ter operado um total de 250 horas. Se a OM for criada quando o equipamento completar 200 horas de operação, ou seja, 10 dias antes da execução da revisão pela previsão de horímetro média diária, e neste intervalo de 10 dias houver maior demanda para a operação do equipamento e ele operar por 15 horas diárias em média, então, a revisão prevista para 250 h será realizada com 350 horas. Este acréscimo de operação sem a devida lubrificação poderá trazer redução de vida útil de componentes.

Ainda no exemplo, caso a OM seja criada com os mesmos 10 dias de antecedência, e o equipamento por algum motivo não operar, então ocorrerá a revisão com apenas 200 horas de funcionamento. Neste caso, óleo lubrificante, filtros e demais componentes serão trocados antes do fim de sua vida útil, gerando desperdícios e perdas.

Em um caso com maior assertividade, se a Ordem de Manutenção for aberta quando o equipamento tiver completado 240 horas de operação, ou seja, 2 dias antes da execução da revisão, caso ocorra um desvio de horas diárias de operação em relação à média, a revisão ocorrerá mais próxima da ideal. No entanto, para que isso ocorra, é necessário que as peças de reposição estejam disponíveis na data da revisão.

Para casos em que o equipamento se encontra fora de condições operacionais, e portanto sem produzir, se torna ainda mais desejável que as peças de reposição sejam entregues em tempo adequado afim de que a falha seja sanada e o equipamento retorne à operação. É válido salientar que nos indicadores de manutenção, equipamento parado afeta diretamente a Disponibilidade Física.

Neste contexto, a análise das Ordens de Manutenção do tipo YEM (emergenciais no que diz respeito à operacionalidade dos ativos) se faz essencial. A figura 25 demonstra a evolução do atendimento do prazo de entrega dos materiais adquiridos para Ordens de Manutenção emergenciais.



Figura 25: Atrasos de linhas de pedidos para Ordens de Manutenção Emergenciais.
Fonte: Pesquisa Direta 2021.

No período analisado existe um total de 17.584 linhas de pedido, das quais 27,7% sofreram atraso. Na figura 25 é possível observar que a quantidade de linhas de pedido não teve amplas variações no período, o que pode ser interpretado como um processo de manutenção maduro, com nível de paradas de equipamentos relativamente estável. Também pode ser percebido que não ocorre variações bruscas no percentual de atraso dos pedidos, no entanto, esta estabilidade se encontra em um patamar bastante elevado. O tempo médio de atraso para Ordens do tipo YEM é de 2 dias.

Para os itens adquiridos para Ordens de Manutenção do tipo emergenciais, também foi tabulada a curva de distribuição dos atrasos de entrega, representada pela figura 26.

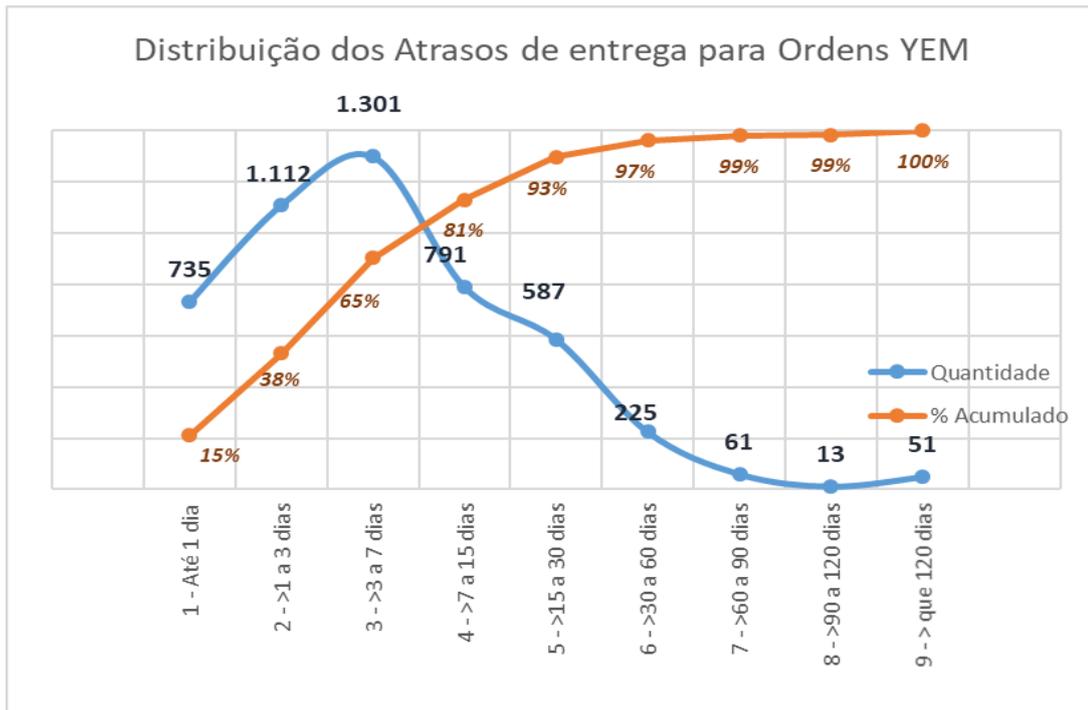


Figura 26: Distribuição dos atrasos de entrega.
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Na figura 26, é possível observar que 65% das peças de reposição adquiridas foram entregues com até 7 dias de atraso. Apenas 1% das ocorrências de atraso ocorre por mais de 60 dias. É necessário lembrar no entanto, que os equipamentos, em teoria não estão operando e que é crítico ao processo de manutenção a retomada para operação.

Aprofundando o estudo nas OM do tipo emergencial, surgiu o interesse em conhecer quais os *part number* com maior representatividade, e durante esta análise, foi possível perceber que diferentemente dos materiais consumidos em planos de manutenção, que possuem o consumo mais cíclico, os itens comprados para Ordens de Manutenção emergenciais são variados. A figura 27 ilustra os *part numbers* mais comprados para este tipo de OM.

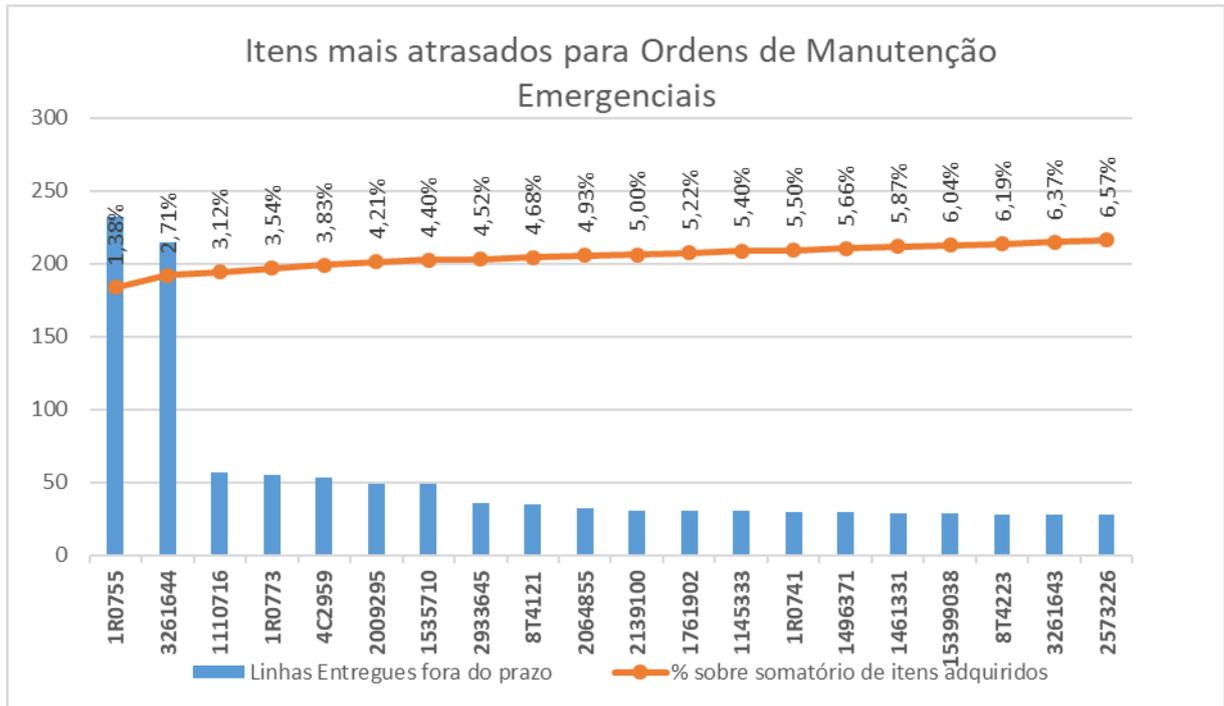


Figura 27: Itens mais representativos para Ordens de Manutenção Emergenciais.

Fonte: Pesquisa Direta 2021.

Na análise dos itens mais solicitados para paradas de equipamentos, foram contabilizados mais de 7500 diferentes peças. Na figura 27, é possível observar que os 20 itens mais solicitados, somados, não representam nem mesmo um total 7% de todos os itens adquiridos para o período. Entretanto, para os itens mais representativos descritos acima, chamou a atenção o fato de que os 4 primeiros itens correspondem a elementos filtrantes.

Para as peças de reposição mais frequentemente usadas em situações de emergência operacional, tabulou um gráfico afim de demonstrar o percentual atrasado de cada item. As informações podem ser visualizadas na figura 28.

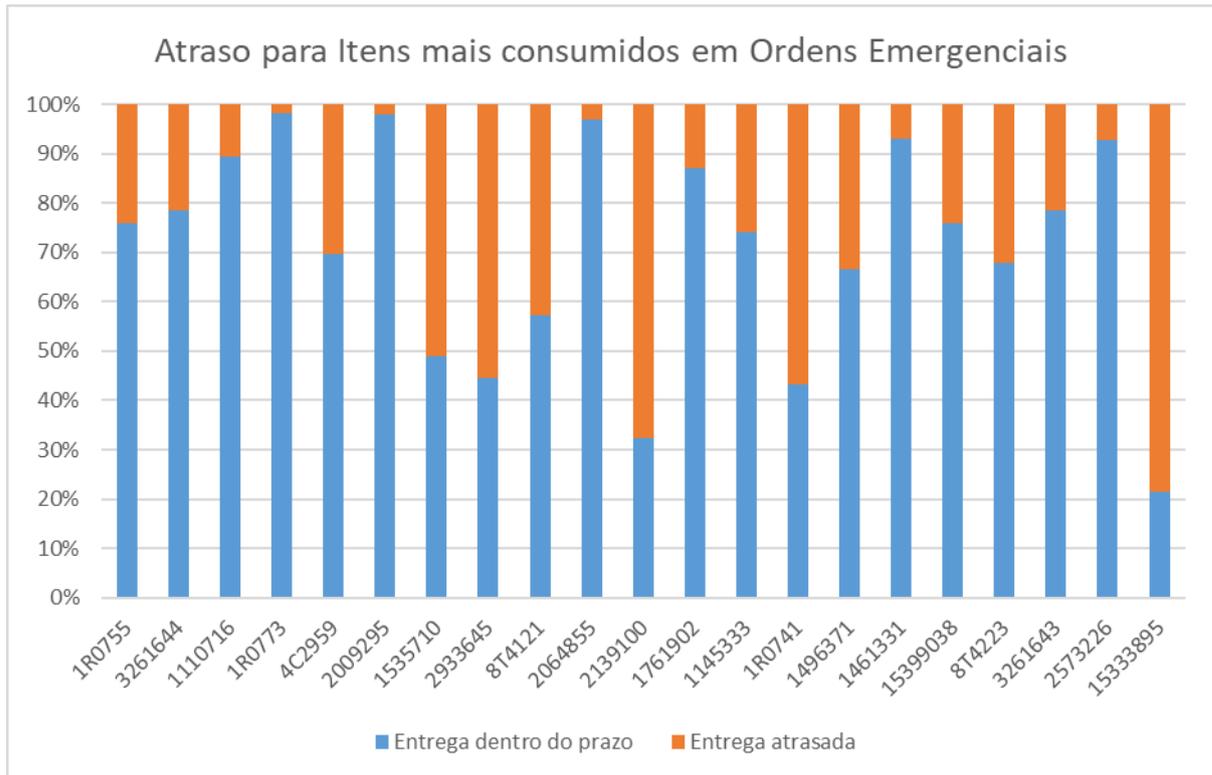


Figura 28: Atraso para Itens adquiridos para Ordens de Manutenção Emergenciais.
Fonte: Pesquisa Direta 2021.

Na figura 28, é possível perceber que em alguns itens, o atraso chegou a ocorrer em mais que 70% das ocasiões. Para os quatro itens mais utilizados o atraso ocorreu em uma média de 10% das linhas de pedidos.

Conforme citado anteriormente no trabalho, a Disponibilidade Física e o MTTR são alguns dos principais indicadores de manutenção. No caso de atrasos de entregas de peças sobressalentes ambos são afetados, pois o equipamento tende a demorar para retomar a condição operacional. Tendo conhecimento deste fato, o PCM e demais equipes de manutenção da empresa são obrigados a manter um estoque maior de peças sobressalentes nos armazéns ou mesmo em oficinas.

A figura 29 ilustra filtros acomodados nas instalações da oficina de lubrificação dos equipamentos, os itens ficam guardados de forma com que ao ocorrer alguma falha em determinado equipamento, ele seja mais rapidamente colocado em condições operacionais.



Figura 29: Filtros armazenados para Manutenção Emergenciais.
Fonte: Pesquisa Direta 2017.

Na figura 29, os filtros estão armazenados na oficina de lubrificação afim de sanar possíveis falhas decorrentes de obstruções. Esta prática, apesar de muitas vezes retomar o equipamento para atividade rapidamente, tende a ser prejudicial à empresa como um todo. Isso ocorre porque o local correto de armazenamento de materiais é no armazém, e chamado “estoque paralelo” muita das vezes não tem o devido controle.

O estoque paralelo encontrado nas oficinas muitas vezes não tem um responsável definido, acarretando em eventuais extravios. A falta de controle destes estoques também pode levar à inutilização dos filtros, tendo em vista que estes são sensíveis a umidade, poeira e choques mecânicos. É válido ressaltar que a empresa possui um almoxarifado oficial, e que a ocorrência destes estoques descentralizados se dá somente para atendimento à emergências operacionais e que na empresa já existem projetos com a finalidade de aprimorar o controle destes estoques para emergências.

Neste contexto, é possível constatar a influência da gestão de fornecedores na rotina de atividades de manutenção, na qualidade dos serviços prestados pela manutenção, na

lucratividade dos negócios da empresa, na longevidade dos equipamentos e inclusive na organização interna das oficinas e áreas industriais.

Tendo em vista a importância da gestão de fornecedores nas atividades realizadas pelo PCM e os impactos causados pela morosidade de entrega de peças de reposição, é sugerido o acompanhamento de indicadores inerentes à fornecedores tais como o atendimento a prazos contratuais em conjunto com os demais indicadores de manutenção, com o objetivo de reduzir a ocorrência de atrasos. Deve ser visto também o contrato no que diz respeito à punições e multas para os fornecedores frente à ocorrência de atrasos de entrega.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

A gestão dos processos que constituem a cadeia de suprimentos obtém papel de destaque nas indústrias tendo em vista a percepção de um mercado cada vez mais globalizado e competitivo. Neste contexto, através da análise da base de dados de um PCM de equipamentos de mineração, o presente trabalho busca a compreensão das relações entre parceiros comerciais e suas características na área de manutenção e responder a seguinte problemática: **Qual a influência da gestão de fornecedores no PCM de equipamentos móveis de uma empresa de mineração?**

No decorrer da análise, foi possível constatar que cerca de 37% de todos os itens solicitados para a manutenção ao decorrer do período de estudo foram entregues fora do prazo previsto em contrato. Os dados obtidos foram então comparados com a base teórica relativa as atividades e serviços prestados pela manutenção, possibilitando assim a identificação dos principais impactos causados pela morosidade de entrega de peças de reposição na rotina do PCM de equipamentos móveis.

Para planos de manutenção e demais atividades preventivas, a de frequente entrega de materiais e insumos fora do prazo previsto faz com que o planejador da rotina de manutenção busque formas de amenizar os efeitos da demora, muitas vezes trabalhando com níveis de estoque acima do considerado ideal para a quantidade de equipamentos. Grandes estoques, além de ocupar espaço físico e necessitarem de estrutura correta para armazenamento, demandam de mão de obra para organização e controle, aumentando assim os custos totais do processo produtivo da organização.

Em Ordens de Manutenção originadas de inspeções realizadas nos equipamentos, na maioria das vezes o equipamento retorna para a operação, e caso o componente ao qual foi detectada a aproximação do fim de vida útil não seja entregue em tempo hábil, pode ser que ocorra a falha, causando a parada de produção do equipamento. O *part number* mais solicitado para Ordens Condicionadas corresponde a um anel de vedação, assim, a demora de entrega faz com que o equipamento funcione por mais tempo com vazamentos, aumentando o custo com lubrificantes, impactando em aspectos ambientais e fazendo com que outros componentes tenham a vida útil reduzida.

Ainda para as Ordens de Manutenção fruto de inspeções, existe a possibilidade de o equipamento retomar as operações fora de sua total capacidade de operação, o que impacta diretamente a sua produtividade.

No que tange atividades corretivas, o atraso de entrega por parte dos fornecedores faz com que o tempo de atendimento da manutenção para a correção da falha seja prolongado, impactando em indicadores chave na manutenção como a Disponibilidade Física e o Tempo Médio Para Reparo. Os efeitos são expressivos na indústria, pois o equipamento demora mais a retomar plena condição de operação, portanto, produz menos.

Outro efeito indesejado do atraso de entrega é no *backlog* do PCM, pois como o tempo de resposta da manutenção frente a uma ocorrência é reduzido, então ocorre um acúmulo de Ordens de Manutenção a serem tratadas. Um grande volume de Ordens de Manutenção não tratadas no sistema dificulta em questões como a priorização das atividades que devem ser realizadas com mais urgência, tendo em vista uma quantidade de mão de obra fixa.

O efeito da entrega fora do prazo contratual também é perceptível em Ordens de Manutenção referente a melhorias nos equipamentos, mas como o volume destas atividades tende a ser menor, então o efeito é de certa forma diluído. Como as atividades de melhoria tem como objetivo o aprimoramento das funções do equipamento, geralmente o prazo para que isso ocorra possui uma janela maior de tempo para a realização da atividade, amenizando também os impactos decorrentes longa espera por peças e insumos.

Conclui-se, portanto, que o estudo atingiu seus objetivos quanto a demonstração da importância da gestão de fornecedores nas atividades e rotina de manutenção, pois ao se identificar os impactos de características como atrasos de entrega, é possível perceber as consequências em custos e qualidade de serviços prestados pela manutenção.

5.2 Recomendações

A partir do estudo, recomenda-se a trabalhos futuros o aprofundamento no que diz respeito às funções e rotinas do PCM, tais como a programação e suas técnicas e estratégias, sobre periodicidade, técnicas e boas práticas de inspeção em equipamentos móveis de mineração, assim como de gestão de pessoas e recursos necessários à manutenção de equipamentos.

Para desenvolvimento de novos trabalhos, são sugestões de títulos:

- Gestão estratégica da rotina de Planejamento e Controle de Manutenção com apoio de *softwares*;
- Parametrização de aspectos qualitativos referentes à fornecedores para manutenção de equipamentos;
- Impactos do crescente uso de equipamentos móveis de mineração autônomos nas atividades de Planejamento e Controle de Manutenção.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462. Confiabilidade e Manutenibilidade**, Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BELINELLI M.; SCANDELARI L.; MARÇAL R. F. M.; MULLER L. V.; **Implantação de planos de lubrificação industrial: estudo de caso em uma indústria papelreira**. Artigo apresentado na Revista de Engenharia e Tecnologia V.1, N.1, dez. de 2009, p. 88 a 99, ISSN2176-7270.

BLOG MANUTENÇÃO EM FOCO – **Planos de Manutenção Revisados**, Acesso em 21/06/2021, Material pode ser encontrado em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/mapa-das-52-semanas/>.

BORGES T. C.; **Análise dos custos operacionais de produção no dimensionamento de frotas de carregamento e transporte em mineração**. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em engenharia mineral – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

CALACHE, L. D. D. R.; PEDROSO, C. B.; LIMA J, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. –**Proposta de um Modelo de Avaliação e de Seleção de Fornecedores de Manutenção Industrial**. Gestão e Produção, São Carlos, 2019.

CATERPILLAR INC., https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment.html, Acesso em 14/07/2021.

COUTINHO H. L.; **Melhoria contínua aplicada para carregamento e transporte na operação de mina a céu aberto**. Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mineral. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

FARIA E. A. **Elaboração e implementação de um plano de manutenção em uma indústria farmacêutica do Rio Grande do Norte**, Monografia apresentada para obtenção do título de Engenharia Mecânica para a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

FILHO, G. B. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.

FOGLIATTO, F.; RIBEIRO, J. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: Editora Elsevier, 2011.

FURTADO, G. A. P. **Critérios para Seleção de Fornecedores para Relacionamentos de Parceria: Um Estudo de Empresas de Grande Porte**. Monografia, São Paulo, 2005.

- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2009.
- LAKATOS E. M; MARCONI, M, A. **Técnicas de Pesquisa**. 5ª Ed. – São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- LIMA, B. P.; JUNIOR, J. S.; JORGE, D. A.; SANTOS, M. S. – **Análise para implementação de um sistema de gestão da manutenção em uma empresa de locação de equipamentos para construção civil**. Cadernos UniFOA Especial Eng. Produção, Volta Redonda, n. 2, p.15-39, ago. 2015.
- MELO W. S. **Utilização do SAP na programação de manutenção preventiva e preditiva**. Monografia apresentada a Universidade Rio Verde para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. Rio Verde, Goiás, 2015.
- MENDES, A. L. S. – **Gestão do valor nas operações de manutenção**; Dissertação apresentada para título de pós-graduação em engenharia de produção, U.F.S.C, Florianópolis, 2002.
- MORANDI, M. I. W. M.; **Elaboração de um método para o entendimento da dinâmica da precificação de commodities através do planejamento sistêmico e do planejamento por cenários: uma aplicação no mercado de minérios de ferro**. Dissertação apresentada à Universidade do Vale dos Sinos – UNISINOS, para obtenção do título de mestre em engenharia de produção, São Leopoldo, 2008.
- SADDI S. M.; SANTOS, J. P.; OLIVEIRA R. F.; COUGO L. F.; **PCM – Planejamento e Controle de Manutenção. Estudo de melhoria em uma empresa do ramo agropecuário**. Artigo apresentado no XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENGEP, Maceió, 2018.
- SANITÁ, W. M.; CAMPOS, R. R. de. PCM: **planejamento e controle de manutenção**. **Revista Interface Tecnológica**, [S. 1.], v. 17, n. 1, p. 673-685, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i1.791. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/791>. Acesso em: 21 jun, 2021.
- SILVA A. L. G. **Seleção e Avaliação de Fornecedores: Uma proposta de modelo para uma empresa de impermeabilização**. Dissertação de mestrado submetida a UFPE. Recife, 2013.
- SOUZA J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e funções do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma**

abordagem analítica. Dissertação para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008.

SOUZA R. D. **Análise da gestão da Manutenção focando a manutenção centrada na confiabilidade: estudo de caso MRS logística.** Monografia submetida à coordenação de curso de engenharia de produção apresentado à UFSJ, Juiz de Fora, 2008.

STORE GEOGRAPHE. **Website internacional de vendas de peças de equipamentos.** <https://store.geographe.com.au/seal-4j0527>, Acesso em 18/07/2021.

TAVARES L. A. **Manutenção centrada no negócio.** 1ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Novo Polo Publicações, 2005.

TEIXEIRA A. C.; BARBOSA D. H. **Análise do processo de qualificação, avaliação e seleção de fornecedores: estudo de múltiplos casos.** UEM – Revista Produção Industrial e Serviços, Maringá, 2015.

TENÓRIO T. F. **Redução de desperdícios através da aplicação da ferramenta *Lean Office* no PCM da manutenção de máquinas de via permanente.** Dissertação de mestrado submetida a U.F.M.A. São Luís, 2018.

VIANA J. C., ALENCAR L. H. **Metodologias para seleção de fornecedores, uma revisão da literatura,** 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000067>

VIANA, H. R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Editora Qualimark LTDA., 2002.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 1998.