



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DAS FUNÇÕES DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM) EM UMA
LINHA DE PRODUÇÃO**

Felipe Jacó Hünemeyer

Lajeado, junho de 2017



Felipe Jacó Hünemeyer

**PROPOSTA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO COM BASE NO
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Rafael Crespo Izquierdo

Lajeado, junho de 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado saúde para conduzir os trabalhos, todo o resto não seria possível sem isto.

Agradeço também a minha família, em especial aos meus pais Iracy e Oscar Pedro e a meus irmãos, cunhados, sobrinhos e namorada, que me deram a estrutura necessária para enfrentar os desafios que a vida impõe. Esta árdua trajetória de dupla jornada, com graduação em conjunto com trabalho na indústria que muitas vezes é desgastante, acabou por tornar-se gratificante com o apoio de todos vocês.

Neste momento é muito importante para mim lembrar também de quem foi fundamental na escolha do curso. Deixo então meus agradecimentos ao meu irmão, Pedro. Chego ao final da graduação com grande satisfação e ciente de que fiz a escolha certa.

A todos os professores que me acompanharam por esta jornada, deixo meu agradecimento e respeito, em especial ao Manfred Costa, coordenador do curso, sempre muito prestativo e ao Rafael Crespo Izquierdo, que me orientou com dicas, cobranças e conselhos muito valiosos, os quais enriqueceram o trabalho.

E deixo um agradecimento a todos os colegas da empresa Girando Sol que possibilitaram e incentivaram a condução deste estudo, principalmente ao Jeremias, ao Marciano e ao Belmírio. Quero deixar também um agradecimento em especial ao Nilson, com o qual adquiri experiências e vivenciei exemplos práticos que a faculdade não ensina, e principalmente, por ter acreditado na minha capacidade e me incentivado durante o início da graduação, em um momento no que eu me sentia desacreditado.

“Nada é difícil se for dividido em pequenas partes.”

(Henry Ford)

RESUMO

Levando em consideração um cenário de crescente necessidade de aumento da eficiência nos sistemas produtivos aliado a redução de despesas, existem diversas técnicas utilizadas na gestão dos setores de manutenção. Este trabalho propõe a implantação das funções de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma empresa fabricante de produtos de limpeza. Essa implantação visa abordar na literatura conceitos relativos ao PCM, descrevendo o processo produtivo utilizado em uma linha de produção da empresa, avaliando também a sistemática até então utilizada para propor metodologias para melhoria da gestão da manutenção com base nas funções do PCM. A metodologia utilizada para atingir aos objetivos propostos estrutura-se em uma pesquisa exploratória que embasa um estudo de caso, onde desenvolve-se a proposta de implantação do PCM através de quatro etapas fundamentais. A primeira consiste na definição dos métodos de manutenções pertinentes ao maquinário avaliado. Na segunda etapa, são estruturadas as funções específicas de PCM através da organização da manutenção, sendo efetuados os cadastros necessários e registradas informações sobre a equipe de manutentores e dos ativos da empresa. Na terceira etapa elabora-se a execução dos planos de manutenções, e na última etapa implantam-se indicadores de desempenho. Forma-se então uma proposta de modelo de gestão da manutenção com base nas funções de PCM onde conclui-se que três pontos devem ser destacados, a formação de planos de manutenção com agrupamento de atividades semelhantes; definição do fluxo das informações com a elaboração de Ordens de Serviço, documentação de dados e padronização de processos; aplicação de indicadores de desempenho para acompanhamento de resultados e visualização de oportunidades de melhorias.

Palavras-chave: Planejamento e Controle de Manutenção, PCM, métodos de manutenção, planos de manutenção, indicadores de desempenho.

ABSTRACT

Taking into account a scenario of increasing need to increase efficiency in production systems coupled with the reduction of expenses, there are several techniques used in the management of the maintenance sectors. This paper aims the implementation of the Maintenance Planning and Control (PCM) functions in a company that manufactures cleaning products. This implementation aims to approach in the literature concepts related to PCM, describing the production process used in a production line of the company, also evaluating the systematics hitherto used to propose methodologies to improve maintenance management based on PCM functions. The methodology used to reach the proposed objectives is structured in an exploratory research that bases a case study, where the proposal of implementation of the PCM is developed through four fundamental stages. The first is the definition of maintenance methods relevant to the machinery evaluated. In the second stage, the specific functions of PCM are structured through the organization of the maintenance, being made the necessary registers and registered information about the maintenance team and the assets of the company. In the third stage, the execution of the maintenance plans is elaborated, and in the last step, performance indicators are implemented. A proposal for a maintenance management model based on the PCM functions is formed, where it is concluded that three points should be highlighted, the formation of maintenance plans with grouping of similar activities; Definition of the flow of information with the preparation of Work Orders, data documentation and standardization of processes; Application of performance indicators for monitoring results and visualization of improvement opportunities.

Keywords: *Maintenance Planning and Control, PCM, maintenance methods, maintenance plans, performance indicators.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Custo da manutenção no Brasil	16
Figura 2 - Hierarquia na manutenção	16
Figura 3 - Tipo de anomalia em relação a disponibilidade.....	21
Figura 4 - Perfil do manutentor, futuro versus passado.....	24
Figura 5 - Estrutura de execução da manutenção preventiva	27
Figura 6 – Esquema de formação da OS	35
Figura 7 – Fluxo da informação	36
Figura 8 – Disponibilidade	52
Figura 9 – Falando a língua da empresa	54
Figura 10 - Etapas de avaliação	59
Figura 11 – Critérios e parâmetros para manutenção corretiva e preventiva	61
Figura 12 – Critérios e parâmetros para manutenção preditiva e detectiva.....	62
Figura 13 – Questionário dos critérios para manutenção corretiva.....	62
Figura 14 - Regras de nomenclatura e codificação.....	63
Figura 15 - Dicionário de siglas	64
Figura 16 – Regras de codificação e PDM.....	64
Figura 17 – Funcionalidades da SS	66
Figura 18 – Informações da OS.....	68
Figura 19 – Dados sobre a equipe de manutentores	70
Figura 20 - ENVASADORA CLORADA IMSB EGT830/10 - ENVL01	74
Figura 21 – Preenchimento dos requisitos dos métodos de manutenção	75
Figura 22 - Tagueamento.....	77
Figura 23 – Codificação e tagueamento das oito máquinas da linha de produção	77
Figura 24 – Diferenciação pelo número de patrimônio	78
Figura 25 – Mapeamento do fluxo original da informação	79
Figura 26 – Ordem de serviço atual	80
Figura 27 – Novo fluxograma da informação e serviço	81
Figura 28 – Causa padrão	85
Figura 29 – Modelo de SS proposto	86

Figura 30 – Modelo de OS proposto	87
Figura 31 – Departamento com meta orçamentária.....	89
Figura 32 – Cadastro de setor, com meta orçamentária ligada ao seu departamento.....	90
Figura 33 – Cadastro de linha de produção, com meta orçamentária ligada ao seu setor.....	90
Figura 34 – Cadastro de máquinas	91
Figura 35 – Modelo de cadastro de mão de obra.....	92
Figura 36 – Distribuição das máquinas, de acordo com os métodos de manutenção.....	93
Figura 37 - Plano de lubrificação - armadora de caixas	94
Figura 38 - Componentes com estratégia corretiva	96
Figura 39 – Peças com estratégia preventiva.....	97
Figura 40 – Peças com estratégia preditiva	98
Figura 41 – Checklist de lubrificações	100
Figura 42 – Execução do plano de manutenção preventiva	102
Figura 43 – Execução do plano de manutenção preditiva	104
Figura 44 – Formulário para sugestão de melhorias baseado no <i>kaizen</i>	108
Figura 45 – Estruturação do PCM	113

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
CAD	<i>Computerized Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador)
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System</i> (Sistema Computadorizado de Gestão da Manutenção)
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FSC	<i>Federal Suplly Classification</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (Análise do Modo e Efeito da Falha)
HD	Horas disponíveis para operação
HDP	Horas disponíveis no período
HG	Horas totais no período
HMC	Horas de manutenção em carteira
HMI	Soma das horas de indisponibilidade por manutenção
HO	Horas em operação
HP	Horas Produtivas
HPI	Horas planejadas
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i> (Tempo Médio Entre Falhas)
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> (Tempo Médio de Reparo)
NBR	Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
NC	Número de corretivas no período
NCM	Nomenclatura Comum do MERCOSUL

OS	Ordem de Serviço de Manutenção
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PIB	Produto Interno Bruto
RCFA	<i>Root Cause and Failure Analysis</i> (Análise da Causa Raíz de Falha)
SS	Solicitação de Serviço de Manutenção
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
UNSPSC	<i>Universal Standart Products and Services Classification</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Tema	14
1.2 Objetivos.....	14
1.3 Justificativa	15
1.4 Delimitação do tema	17
1.5 Estrutura do trabalho	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Conceitos de manutenção.....	20
2.1.1 Manutenção.....	20
2.1.2 Defeito, falha e pane	21
2.1.3 Gestão de ativos	22
2.2 Histórico da manutenção	22
2.3 Métodos de manutenção.....	24
2.3.1 Manutenção corretiva	25
2.3.2 Manutenção preventiva.....	26
2.3.3 Manutenção preditiva	27
2.3.4 Manutenção autônoma.....	29
2.3.5 Melhoria dos equipamentos (kaizen)	30
2.3.6 Manutenção detectiva.....	31
2.3.7 Prevenção das manutenções	31
2.4 O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	32
2.4.1 Organização da manutenção	33
2.4.1.1 Tagueamento e codificação de ativos	33
2.4.1.2 Processamento dos serviços de manutenção	35
2.4.1.3 Solicitação e Ordem de Serviço de Manutenção (SS e OS)	36
2.4.2 Cadastros necessários.....	37
2.4.2.1 Características técnicas dos ativos	38
2.4.2.2 Definição de criticidade.....	38
2.4.2.3 Registro do histórico de manutenções	40
2.4.2.4 Equipe de manutenção e suas atribuições	40
2.4.2.5 Manuais, catálogos, fotos e vídeos.....	44
2.4.3 Planos de manutenção	44
2.4.3.1 Roteiros de inspeções visuais (checklists)	45
2.4.3.2 Roteiros de lubrificação	45

2.4.4	Programação de execução das manutenções.....	46
2.4.4.1	Definição da carteira de serviços.....	47
2.4.4.2	Demanda de especialidades	47
2.4.4.3	Materiais necessários.....	47
2.4.4.4	Ordens de Serviço por criticidade.....	48
2.5	Indicadores de desempenho	49
2.5.1	Backlog	50
2.5.2	Tempo médio entre falhas – MTBF	51
2.5.3	Tempo médio de reparo – MTTR	51
2.5.4	Disponibilidade	52
2.5.5	Indicadores financeiros	53
2.6	Sistemas informatizados para gestão da manutenção.....	55
3	METODOLOGIA.....	57
3.1	Metodologia de Pesquisa	57
3.1.1	Quanto aos fins	57
3.1.2	Quanto aos meios	58
3.2	Planejamento e Controle da Manutenção (PCM): Implantação.....	58
3.2.1	Análise e classificação dos métodos de manutenção.....	60
3.2.2.1	Organização da manutenção	63
3.2.2.1.1	Tagueamento e codificação de ativos	63
3.2.2.1.2	Fluxograma de serviço	65
3.2.2.1.3	Solicitação de Serviço	65
3.2.2.1.4	Ordem de Serviço	67
3.2.2.2	Cadastros necessários.....	70
3.2.2.3	Planos de manutenção	71
3.2.2.3.1	Programação da execução das manutenções	71
3.2.3	Análise dos indicadores de desempenho utilizados	71
3.2.3.1	Backlog	71
3.2.3.2	MTBF.....	72
3.2.3.3	MTTR	72
3.2.3.4	Disponibilidade	72
3.2.3.5	Indicadores financeiros	72
4	ESTUDO DE CASO	73
4.1	Definição dos métodos de manutenção	74
4.2	Estruturando as funções para o PCM	76
4.2.1	Organizando a manutenção.....	76
4.2.1.1	Tagueando e codificando os ativos	77
4.2.1.2	Fluxograma de serviço	78
4.2.1.2.1	Solicitação de Serviço	84
4.2.1.2.2	Ordem de Serviço	86
4.2.2	Cadastros necessários.....	89
4.3	Organizando as atividades: Planos e métodos de manutenção	92
4.3.1	Montagem dos planos de manutenção	94
4.3.1.1	Montagem do plano de lubrificação	94
4.3.1.2	Montagem do plano corretivo	95
4.3.1.3	Montagem do plano preventivo.....	96
4.3.1.4	Montagem do plano preditivo	98
4.3.1.5	Montagem do plano detectivo.....	99

4.3.2	Programação da execução dos planos de manutenção.....	99
4.3.2.1	Execução do plano de lubrificação.....	100
4.3.2.2	Execução do plano corretivo.....	101
4.3.2.3	Execução do plano de trocas preventivas.....	102
4.3.2.4	Execução do plano preditivo.....	103
4.3.2.5	Plano detectivo.....	104
4.3.3	Planos de apoio a manutenção autônoma e melhoria contínua.....	105
4.3.3.1	Plano de incentivo a manutenção autônoma.....	105
4.3.3.2	Plano de incentivo ao kaizen.....	107
4.4	Indicadores de desempenho e financeiros.....	109
4.5	Formação da proposta de novo modelo de gestão da manutenção.....	113
4.6	Resultados.....	114
5	CONCLUSÃO.....	116
5.1	Recomendações para trabalhos futuros.....	118
	REFERÊNCIAS.....	120

1 INTRODUÇÃO

Os setores de manutenção passaram a ocupar um papel fundamental no planejamento das indústrias, devido à crescente necessidade de eficiência dos sistemas produtivos e de suas operações. Nesta perspectiva, esses setores não podem mais limitar-se apenas a atuar nas situações críticas, aguardando passivamente a parada do maquinário para intervenções corretivas, ou então deixando de acompanhar indicadores de motivos das paradas, os históricos de manutenção, a análise do desempenho da equipe, entre outros (VIANA; 2014).

Ainda segundo Viana (2014), para que a equipe de manutenção possa trabalhar de forma ativa, é necessário estabelecer metodologias para atender a demanda do sistema produtivo. Através destas metodologias são definidos, por exemplo, o número de manutentores por meio de métodos estatísticos, os tipos de manutenção, os modelos das ordens de serviço e fluxo da informação, entre outros. Essas atribuições são determinadas através do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM).

Segundo Garcia *et al.* (2011), o PCM tem a responsabilidade de assegurar a disponibilidade dos ativos utilizados nos processos produtivos (máquinas e dispositivos), sempre que os mesmos forem exigidos. Para tanto, deve-se identificar as necessidades de reparos por inspeções e monitoramentos periódicos, programando as atividades que devem ser executadas antes de acarretarem em paradas produtivas, perdas de desempenho, perdas de qualidade ou acidentes. Assim, uma vez conhecidos os dados para a análise e a tomada de decisão relativas à gestão da manutenção, programam-se as ações que devem ser desenvolvidas em casos de ociosidade das máquinas, identificando desta forma as necessidades de reparo antecipadamente.

Dentre os aspectos discutidos na gestão da manutenção, que são tratados em diversas pesquisas que discutem a respeito do PCM, como em Accioly (2008) e Viana (2014), destacam-se os seguintes pontos importantes:

- Métodos de manutenções, pois de acordo com a estratégia adotada, devem ser avaliadas, organizadas e delegadas para o aumento da disponibilidade dos ativos;
- Ordens de manutenção, visto que o fluxo das informações é fundamental na eficiência das atividades a serem executadas;
- Controle de estoques, já que o setor de almoxarifado deve ser dimensionado conforme a demanda necessária para que as manutenções sejam executadas;
- Indicadores de manutenção, que são essenciais para analisar resultados e identificar oportunidades de melhoria.

1.1 Tema

Implantar as funções de Planejamento e Controle de Manutenção para melhoria do sistema de gestão de manutenção de uma empresa do ramo de higiene e limpeza.

1.2 Objetivos

Esse trabalho tem o objetivo de propor a implantação das funções relativas ao PCM em uma linha de produção de uma empresa do ramo de higiene e limpeza. Para tal são abordadas melhorias no sistema de gestão da manutenção desse setor, com a finalidade de aumentar a disponibilidade dos ativos e de reduzir custos. Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Estudar os conceitos relativos ao PCM na gestão da manutenção;
- Descrever o processo produtivo da linha de produção da empresa abordada;
- Avaliar a sistemática atual de gestão da manutenção, identificando as ferramentas, técnicas e metodologias mais adequadas para o processo produtivo em questão;
- Estabelecer metodologias para melhoria do sistema de gestão da manutenção com base nos conceitos do PCM.

1.3 Justificativa

Com o mercado cada vez mais globalizado, o padrão de consumo da população vem se alterando nas últimas décadas. Atualmente, é comum encontrar nas prateleiras de supermercados e lojas, materiais fabricados em diversos países, mudança esta que trouxe mais opções de escolha ao consumidor final, elevando também, a competitividade entre as indústrias nacionais, devido à presença de mais concorrentes.

Após a abertura do mercado interno no Brasil para importações na década de 1990, assim como a entrada de capital estrangeiro e o aumento na oferta de produtos de maior competitividade, houve uma exigência natural pela elevação do padrão da indústria nacional (SANTOS, 2009).

Diante desta nova condição imposta aos fabricantes nacionais na década de 1990, muitas empresas não conseguiram acompanhar a súbita mudança tecnológica e estratégica às quais foram submetidas e acabaram decretando falência. As empresas que sobreviveram foram compelidas a adequarem-se, aumentando a produtividade, reduzindo os custos e elevando a qualidade de seus produtos (SANTOS, 2009).

Esse processo exigiu um comprometimento pleno de todos os setores das empresas, sendo a manutenção responsável por garantir que o sistema produtivo ofereça na prática, o rendimento teórico esperado, reduzindo assim os custos com uso de materiais, mão de obra e paradas de produção.

O amadurecimento da visão de manutenção como função estratégica na indústria começou lento, mas vem evoluindo nas duas últimas décadas. Conforme pesquisa feita pela ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos), os custos com o setor de manutenção vêm aumentando de acordo com a evolução do PIB (produto interno bruto), mantendo uma faixa de aproximadamente 4%, tendo movimentado no ano de 2013 cerca de R\$206,5 bilhões. Com esse expressivo valor financeiro, tal setor merece atenção especial na indústria.

Figura 1 - Custo da manutenção no Brasil

Ano	Custo Total da Manutenção / Faturamento Bruto
2013	4,69 %
2011	3,95 %
2009	4,14 %
2007	3,89 %
2005	4,10 %
2003	4,27 %
2001	4,47 %
1999	3,56 %
1997	4,39 %
1995	4,26 %

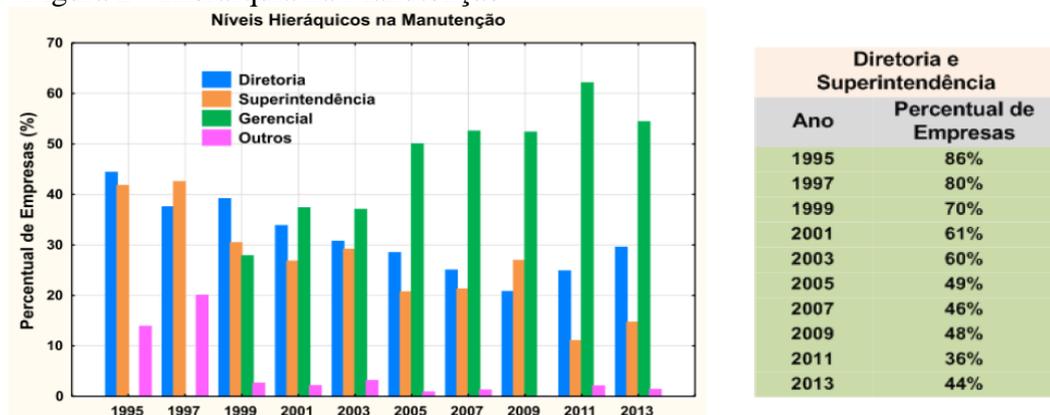
CUSTO DA MANUTENÇÃO NO BRASIL				
Ano da Pesquisa	Ano Base	PIB (Milhões de R\$)	CTM/FB (%)	Custo (Milhões de R\$)
2013	2012	4.403.000	4,69	206.500,700
2011	2010	3.675.000	3,95	145.162,500
2009	2008	2.900.000	4,14	120.060,000
2007	2006	2.322.000	3,89	90.325,800
2005	2004	1.769.202	4,10	72.537,282
2003	2002	1.346.028	4,27	57.475,396
2001	2000	1.101.255	4,47	49.226,099
1999	1998	914.188	3,56	32.545,093
1997	1996	778.887	4,39	34.193,139
1995	1994	349.205	4,26	14.876,133

Fonte: Adaptado em 06/11/2016 de ABRAMAN (2013).

Segundo ABRAMAN (2013), existe uma tendência de aumento na qualificação do quadro de funcionários das equipes de manutenção, com mais mantenedores possuindo nível técnico e superior de formação.

Seguindo esta linha de raciocínio, com o setor de manutenção tendo cada vez mais recursos alocados e com profissionais mais qualificados, a linha natural de evolução o leva a trabalhar com mais independência sobre a diretoria da empresa, que passa a preocupar-se com a parte central do negócio da organização, ou *core business*. Com mais liberdade de atuação, funções antes pouco presentes passam a ter espaço, como a gerência de manutenção e o próprio PCM. A Figura 2 demonstra a evolução da autonomia da área.

Figura 2 - Hierarquia na Manutenção



Fonte: Adaptado em 06/11/2016 de ABRAMAN (2013).

A empresa abordada nesse trabalho atua no ramo de fabricação de produtos de higiene e limpeza, estando localizada na cidade de Arroio do Meio – RS e possui um variado *mix* de produtos com mais de 160 itens. O parque fabril possui alta demanda de utilização do maquinário, pois a empresa figura entre os líderes de vendas em diversos segmentos em que atua, com destaque para algumas famílias de produtos como a água sanitária, o amaciante de roupas, o desinfetante, o detergente lava louças e o lava roupas em pó.

No ano de 2014 foi inaugurado um novo parque fabril com 22.000m², onde as linhas de produção foram realocadas e modernizadas com a aquisição de várias máquinas novas. Esta mudança representou um salto tecnológico para a empresa. Conseqüentemente os processos de gestão nesse novo cenário tornam-se complexos, justificando assim uma proposta de implantação de um sistema de gestão da manutenção baseado nas funções de PCM.

A implantação de funções relativas ao PCM vem de encontro às duas principais alterações de imagem pelas quais os setores de manutenção vem passando, a adoção de postura ativa de atuação, sendo parte da estratégia de resultados da empresa, e também, como oportunidade de redução de despesas, já que a área de manutenção tem movimentação financeira na casa dos 4% do PIB.

1.4 Delimitação do tema

O foco desse trabalho está em elencar e descrever as principais ferramentas, metodologias e técnicas de gestão da manutenção baseadas no PCM, sendo abordada de forma breve a sistemática atual de funcionamento de uma empresa fabricante de produtos de higiene e limpeza, na qual é aplicado um estudo de caso em uma linha de produção.

A aplicação correta de um sistema de gestão da manutenção, permite a maximização do aproveitamento dos ativos de um sistema produtivo. A grande dificuldade encontrada, porém, é a inexistência de um modelo pronto que possa ser aplicado em todas as empresas, principalmente, devido a questões culturais, estruturais e infraestruturais.

O presente trabalho limita-se a elencar e descrever apenas as práticas de manutenção consideradas pertinentes à empresa analisada no estudo de caso. Existem inúmeras ferramentas, métodos e técnicas disponíveis na literatura referentes à gestão da manutenção que não são

abordadas por serem consideradas pertinentes a aplicação em um estado mais avançado de estruturação da gestão da manutenção, conforme seção 5.1 Recomendações para trabalhos futuros.

1.5 Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo, são apresentados a introdução, o tema, os objetivos, a justificativa, a delimitação do tema e a estrutura do trabalho.

O capítulo dois apresenta o referencial bibliográfico. Nesta etapa são elencadas as bases para formação de um modelo de gestão, com uma revisão consistente de conceitos sobre manutenção.

No terceiro capítulo, é apresentada a metodologia de trabalho, onde são descritas as técnicas, procedimentos e métodos utilizados para efetuar o estudo de caso.

O quarto capítulo, contempla o estudo de caso, onde é formada a proposta de um novo modelo de gestão da manutenção da manutenção, com base na estruturação de funções para o PCM.

O quinto capítulo apresenta as conclusões, as considerações finais e as propostas para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma revisão bibliográfica como fundamentação teórica para o embasamento inerente ao desenvolvimento do trabalho é apresentada a seguir.

Inicia-se a revisão bibliográfica com uma equalização de conceitos utilizados ao longo do trabalho, passando por uma introdução sobre como a manutenção surgiu e chegou a ser o que é hoje, o que explica questões culturais vislumbradas em equipes e manutenção.

Após a equalização de conceitos e levantamento das questões culturais presentes nos setores de manutenção através do estudo do histórico da manutenção, discute-se sobre os diferentes métodos de execução das manutenções e apresenta-se as funções necessárias para uma gestão da manutenção baseada no PCM. Estas funções baseiam-se em estruturar a aplicação dos diferentes métodos de manutenção através de quatro etapas, a organização da manutenção, os cadastros necessários, a estruturação dos planos de manutenção, e por fim, a execução efetiva da programação de manutenção.

Finalizando o capítulo, são abordados meios de monitorar resultados através do uso de indicadores de manutenção e apresentadas as funcionalidades necessárias para gerenciar as informações referentes a manutenção, onde a literatura indica o uso de um *software* assim como as suas funcionalidades necessárias.

2.1 Conceitos de manutenção

Antes de iniciar um maior aprofundamento sobre os temas aos quais o presente trabalho se propõe a debater, conforme descrito nos objetivos gerais e específicos, é de suma importância equalizar alguns conceitos.

2.1.1 Manutenção

Manutenção é uma palavra que possui ampla aplicação, sendo empregada em inúmeras áreas diferentes. Isso ocorre devido ao seu significado abrangente, que de forma resumida, indica o ato de manter algo. Esse ato pode ser aplicado em áreas distintas, como a manutenção de metas de vendas em alto patamar, passando por manutenção de softwares, chegando a manutenção industrial, que é empregada nesse trabalho. Alguns autores exprimem a ideia de significado da manutenção, com aplicação industrial, de forma satisfatória, conforme pode ser visualizado nos parágrafos seguintes.

Xenos (2004) afirma que a manutenção tem o papel de evitar a deterioração de ativos por motivos naturais ou então pelo uso frequente. Esta deterioração pode manifestar-se de vários modos, como aparência estética desgastada, ou um simples ruído diferente, chegando até a perda de desempenho, paradas do processo, má qualidade dos produtos fabricados, e, em casos extremos, riscos à segurança dos operadores e das instalações.

Conforme Fogliatto e Ribeiro (2009), a manutenção confere disponibilidade e confiabilidade e aos equipamentos, sendo esta última, relacionada à operação bem-sucedida de um produto, processo, ou sistema, sem que ocorram falhas ou quebras. Esta confiabilidade é medida pela probabilidade de um ativo executar suas atribuições, em um período de tempo predefinido, sem anomalias.

2.1.2 Defeito, falha e pane

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) afirma que o defeito, a falha e a pane podem ser definidos pela Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR) 5462-1994 da seguinte maneira:

- Defeito é todo desvio de característica em algum item de acordo com seus requisitos. Defeitos podem ou não afetar a capacidade de um ativo em desempenhar sua função especificada;
- Falha consiste no término da capacidade de um item em desempenhar sua função especificada;
- Pane é o estado em que um item fica incapaz de desempenhar sua função especificada, ela pode ser motivada por uma falha ou não.

Piechnicki (2011) afirma que defeitos não deixam ativos indisponíveis, porém se não forem tratados, podem gerar falhas. As correções de defeitos são caracterizadas como manutenções preventivas. As falhas, por sua vez, deixam os ativos indisponíveis quando ocorrem e costumam ser prescindidas por defeitos. Ademais, podem ser corrigidas rapidamente e não costumam danificar outros itens dos ativos, quando corrigidas em sua raiz.

Ainda segundo Piechnicki (2011), as panes, por sua vez, são o estado mais grave de inconformidade, pois além de deixarem os dispositivos indisponíveis, podem provocar a produção de peças defeituosas, riscos de acidentes e danos às instalações. As panes muitas vezes podem ser causadas por falhas ou defeitos mal solucionados, porém é possível que ocorram panes sem a aparição dos sintomas anteriores. A Figura 3 auxilia na compreensão dos efeitos de cada sintoma sobre a disponibilidade dos ativos.

Figura 3 - Tipo de anomalia em relação a disponibilidade



Fonte: Piechnicki (2011).

2.1.3 Gestão de ativos

A ABRAMAN (2016), define os ativos e sua gestão da seguinte forma:

“Algo que tenha valor real, ou potencial, para uma organização. A definição de valor pode variar entre diferentes tipos de organização e seus públicos de interesse. Pode ser tangível, ou intangível, financeiro, ou não financeiro. Para muitas organizações, ativos físicos costumam referir-se a equipamentos, inventários, propriedades de posse da organização e contrapõem-se aos ativos intangíveis, não físicos, como aluguéis, marcas, ativos digitais, propriedades intelectuais, licenças de uso, reputação e acordos.

Gestão de Ativos (GA) é a atividade coordenada de uma organização para produzir o valor dos ativos, que envolve equilibrar os benefícios de custos, riscos, oportunidades e desempenhos. O termo "atividade" possui significado abrangente e pode incluir, por exemplo, a abordagem, o planejamento, os planos e suas implantações. Refere-se, ainda, à aplicação dos elementos de um sistema de GA.” (ABRAMAN, 2016. Pg. 01)

Para fins de padronização de nomenclatura, esse trabalho designará como ativo o bem que possa receber algum tipo de manutenção. Esta designação é ampla, tendo em vista que a gama de bens passíveis de manutenção é vasta. Exemplos de bens que recebem manutenção podem ser desde os clássicos, como máquinas e equipamentos, passando por *layouts*, setores, prédios e até mesmo softwares ou equipamentos de informática e redes, na área de tecnologia da informação (TI), entre outros.

Desta maneira, quando uma manutenção for de aplicação a uma grande gama de tipos de bens, o termo ativo será empregado com o objetivo de deixar o texto sucinto.

2.2 Histórico da manutenção

O termo manutenção é derivado do latim, *manus tenere*, que significa manter o que se tem. A manutenção vem acompanhando o ser humano desde os seus primórdios, onde as primeiras ferramentas de caça, de agricultura e também as moradias, por mais simples que fossem, precisavam de manutenção para continuarem desempenhando suas funções.

Durante a Revolução Industrial, no século XVIII, a mecanização dos sistemas produtivos passou a dar volumes maiores à produção de bens de consumo, que até então, eram feitos na sua totalidade por artesões de forma manual. Essas mecanizações passaram a conferir cada vez mais responsabilidades ao ato de efetuar manutenções, uma vez que, processos

mecanizados podem replicar falhas em muitos itens em um curto espaço de tempo, em comparação com processos manuais (VIANA, 2006; SILVA, 2012).

Conforme Silva (2012), até a Segunda Guerra Mundial, a manutenção vinha executando o papel de corrigir falhas e panes em ativos quando essas fossem identificadas. Porém, para triunfar sobre o adversário em um campo de batalha, os equipamentos de guerra precisavam ser confiáveis, não havendo tempo, muitas vezes, para execução de reparos em meio a um confronto. Esta nova necessidade, levou ao desenvolvimento de técnicas e processos para prevenção de falhas, o que passou a ser conhecido como manutenção preventiva.

Ainda segundo Silva (2012), no período pós Segunda Guerra Mundial, várias áreas até então pouco exploradas se expandiram, sendo algumas com influência especial sobre a manutenção, como a aviação comercial e a informática.

A aviação comercial não permitia que fossem executadas manutenções corretivas na grande maioria de seus componentes, pois as consequências poderiam ser catastróficas. Diante desse fator, a manutenção preventiva, embasada em métodos técnico-científicos, foi amplamente utilizada. Como consequência de seu uso crescente, os custos com substituições de componentes foram elevados (SILVA, 2012).

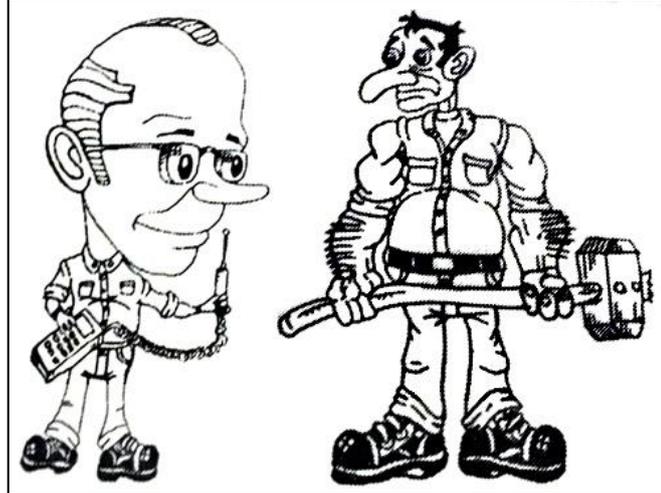
Nesse período, a dedicação para criar sistemas de alta confiabilidade, fez a demanda de trabalho do setor de manutenção seguir em uma crescente. Esse aumento, gerou, por sua vez, uma grande elevação dos investimentos em relação a outras áreas das empresas, o que resultou nos primeiros setores de PCM. Esses setores tinham o objetivo de organizar as atividades da manutenção industrial, reduzindo tempos e cortando desperdícios de materiais (SILVA, 2012).

Ao final da década de 1960, a informática passou a ser difundida na indústria, com isto, sofisticados processos de análise e controle foram aplicados à manutenção, tendo por objetivo maximizar o tempo de vida útil dos componentes, evitando trocas prematuras. Esse processo ficou conhecido como manutenção preditiva, sendo o seu desenvolvimento e aperfeiçoamento, mantidos até os dias atuais (SILVA, 2012).

Conforme Costa (2013), existem três paradigmas que predominam na manutenção atualmente. Eles podem ser relacionados ao passado, ao presente e ao futuro, sendo o paradigma do passado, o sentimento de bem-estar ao executar bons reparos. O paradigma do presente, está

em além de executar bons reparos, evitar a ocorrência de falhas, já o do futuro, consiste em evitar todas as falhas não planejadas.

Figura 4 - Perfil do manutentor, futuro versus passado



Fonte: Adaptado em 06/11/2016 de Kardec e Nascif (2007).

2.3 Métodos de manutenção

Para Xenos (2004) podem existir várias formas de se classificar os métodos de manutenção, citando alguns como sendo os principais. Xenos (2004) discute a importância de dividir as atividades entre corretivas, preventivas, preditivas, de melhorias dos equipamentos (*kaizen*) e de prevenção de manutenções.

Viana (2014) reforça as várias formas pelas quais os métodos de manutenção podem ser classificados, considerando que as principais são as preventivas, as corretivas, as preditivas e as autônomas.

Ainda segundo Viana (2014), a definição pelo uso de um método de manutenção, ou a combinação de vários, deve fazer parte da estratégia da empresa. Para tanto, são citados alguns fatores importantes a serem observados na elaboração da estratégia ideal, como análise das recomendações do fabricante, segurança do trabalho e meio ambiente, características do equipamento ou máquina e fatores econômicos.

2.3.1 Manutenção corretiva

Segundo a ABNT, é caracterizada como manutenção corretiva, conforme NBR 5462-1994, toda a intervenção feita após a pane de um ativo, a fim de recolocar o mesmo nas suas condições especificadas de operação.

Viana (2014) reforça que esse tipo de manutenção é executado imediatamente após uma pane, para evitar maiores consequências aos ativos e colaboradores envolvidos.

Xenos (2004) amplia a discussão, expondo a motivação de optar por esse método de manutenção como estratégia de atuação. O autor afirma que devem ser consideradas as seguintes questões para tomada de decisão:

- Custo: Comparar o impacto financeiro de uma quebra, com o custo da troca preventiva da peça quebrada, em alguns casos é interessante aguardar a quebra, em outros trocar antecipadamente. É importante somar o custo das perdas produtivas por paradas dos processos nesta conta;
- Complexidade da prevenção: Verificar se é viável tecnicamente prevenir. Algumas vezes a prevenção é tecnologicamente complexa deixando-a financeiramente inviável;
- Disponibilidade de recursos: Mesmo optando pela estratégia corretiva, é necessário ter uma equipe de manutentores estruturada, assim como possuir peças de reposição a disposição. Há casos em que é vantajoso deixar um conjunto de peças pré-montados em estoque, para rápida substituição de todo um conjunto no momento da falha ou pane.
- Não se acomodar: Agir de forma corretiva pode ser a estratégia economicamente mais viável, porém a investigação do motivo da parada deve ocorrer, a fim de bloquear a reincidência da falha ou pane.

Silva (2012) complementa que a manutenção corretiva pode dividir-se ainda entre planejada e não planejada. A parada não planejada tem ocorrência aleatória e/ou inesperada, enquanto a planejada é fruto da identificação de uma anomalia através de acompanhamento preditivo, detectivo, ou, então, por decisão gerencial de operar até a primeira pane ou falha.

2.3.2 Manutenção preventiva

Viana (2014) classifica como manutenção preventiva todo serviço de manutenção efetuado em ativos que não apresentem falha ou pane. Isto é, trata-se do trabalho realizado em intervalos de tempo predeterminados, seguindo orientações prescritas, com a finalidade de reduzir a probabilidade de falha ou pane do ativo.

O autor cita algumas vantagens do método preventivo em comparação ao corretivo, como, uma maior tranquilidade no ambiente de manutenção, tendo em vista a baixa ocorrência de quebras. Outro benefício é a alta previsibilidade do consumo das peças de almoxarifado, o que permite um enxugamento no estoque, reduzindo a necessidade de área física para estocagem e o capital imobilizado (VIANA, 2014).

Ainda conforme Viana (2014), a integração com o setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) é vital para a execução das preventivas, sendo que o cronograma de execução das mesmas precisa ser aprovado por esse setor. Deve ser levado em consideração a necessidade de manter o fluxo de produção e também o de preventivas, obtendo-se assim a maximização dos resultados finais.

As ações preventivas devem ser definidas por uma análise dos técnicos de manutenção, o que contribui diretamente para a redução de improvisações, situações estas, tidas como sendo comuns em uma política de corretivas. Com a participação direta dos técnicos de manutenção na elaboração do cronograma de preventivas, o nível de qualidade na execução cresce, devido ao maior envolvimento dos mesmos (VIANA, 2014).

Xenos (2004) afirma que a ação preventiva deve ser a atividade principal da manutenção de qualquer empresa. Em comparação à corretiva, sua única desvantagem está na troca de componentes antes do final da sua vida útil. Em contrapartida, a ocorrência de falhas e panes diminui, compensando, muitas vezes, os custos das trocas prematuras de peças.

Autores como Xenos (2004) e Branco Filho (2008) complementam deixando um alerta, afirmando que existem muitas equipes de manutenção que não priorizam as máquinas que operam em condições normais de funcionamento. Isto significa que a tendência é que suas atenções fiquem voltadas aos equipamentos mais problemáticos, o que pode ocasionar negligências nas execuções das manutenções preventivas, deixando-as em condições de apresentarem, no futuro, paradas não programadas.

Segundo Piechnicki (2011), as manutenções preventivas devem seguir um fluxo de ações sistemáticas, a fim de garantirem as perfeitas execuções dos trabalhos, evitando problemas nas partidas das máquinas e dos equipamentos, conforme descrito na Figura 5.

Figura 5 - Estrutura de execução da manutenção preventiva



Fonte: Adaptado em 06/11/2016 de Piechnicki (2011).

A Figura 5 retrata as etapas pós parada da máquina para manutenção preventiva até a sua partida. Nestas etapas, é necessário tomar alguns cuidados como, lubrificação, calibração e os ajustes necessários, para então efetuar as desmontagens, os testes, o alinhamento e posterior inspeção, para ao final, dar a partida na máquina.

2.3.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva faz uso de técnicas para prever o momento em que uma falha ou pane irá ocorrer. O objetivo deste tipo de manutenção é estender a vida útil de componentes através de inspeções periódicas, onde são analisadas eventuais mudanças de parâmetros predefinidos de operação. Desta forma, é estendido o aproveitamento da vida útil do componente e são reduzidos os esforços dos mantenedores com trocas prematuras (XENOS, 2004).

A troca de componentes pode ser postergada com a adoção de técnicas preditivas, isto é, meios de prever a ocorrência de uma falha ou pane através de monitoramento, medições e controle estatístico dos dados coletados (VIANA, 2014).

Conforme Xenos (2004), a manutenção preditiva deve ser tratada nas indústrias como um complemento à preventiva, pois em sua essência ela parte do princípio de inspecionar equipamentos, tarefa que é pertinente à manutenção preventiva.

Viana (2014) cita quatro técnicas de inspeções preditivas como sendo as mais utilizadas, são elas:

1) Ultrassom, utilizado para identificação de anomalias em materiais ferrosos ou não-ferrosos, identificando, por exemplo, bolhas de gás em fundidos, dupla laminação em laminados, micro trincas em forjados, escórias em uniões soldadas, entre outros;

2) Análise de Vibração mecânica, que acaba causando desgaste no conjunto de componentes de um ativo devido a oscilação repetitiva. Ela é medida através de um ponto fixo, sendo que rolamentos problemáticos costumam ser os maiores causadores de vibrações mecânicas;

3) Termografia, inspeção realizada pelo uso de radiação infravermelha para medição de temperatura. Através dela, não é necessário contato do instrumento de medição com o equipamento inspecionado, facilitando muito o trabalho e não necessitando de paradas produtivas. A maior aplicação desta técnica se dá em redes elétricas e nas indústrias siderúrgicas e petroquímicas, devido à alta periculosidade dessas áreas, necessitando, muitas vezes, de monitoramento à distância;

4) Análise do óleo lubrificante, que consiste em avaliar o óleo utilizado em uma máquina para descobrir o momento exato de efetuar sua troca. Outra aplicação está em identificar o nível de desgaste dos componentes mecânicos do conjunto lubrificado. São analisadas as presenças de partículas contaminantes, como água e resíduos de carbono. Também são inspecionadas características químicas, como, a acidez, a viscosidade, o ponto de congelamento e o ponto de fulgor.

2.3.4 Manutenção autônoma

A manutenção autônoma surgiu como resposta ao mau relacionamento entre os setores de produção e manutenção, situação que se repete em muitas empresas, ocasionando problemas no funcionamento de máquinas e equipamentos. Esse método de manutenção consiste em capacitar operadores de máquinas para que possam detectar e buscar a correção, ainda em estágios iniciais, de anomalias que venham a causar falhas ou panes (XENOS, 2004).

Fogliatto e Ribeiro (2009) complementam a afirmação de Xenos (2004), especificando funções pertinentes a esse tipo de manutenção. Essas atribuições podem ser divididas em dois estágios de acordo com o nível de capacitação dos operadores envolvidos.

No primeiro estágio, caracterizado pela aquisição de conhecimento mais aprofundado sobre a máquina ou equipamento, são delegadas as seguintes atividades aos operadores:

- Elaboração de padrões de limpezas, de lubrificações e de reapertos, bem como a execução dos mesmos;
- Criação de listas de verificações (*checklists*), bem como a execução dessas verificações;
- Identificação de anomalias;
- Pequenos consertos;
- Abertura de chamadas de manutenção;
- Registro dos parâmetros dos equipamentos, e também, os procedimentos padrões nas correções das falhas mais comuns.

O segundo estágio concerne aos operadores mais competências, exigindo também maiores aptidões por parte dos mesmos. Ficam delegadas aos operadores além das atividades do primeiro estágio, as seguintes valências:

- Realizar melhorias nos equipamentos, com o objetivo de reduzir resíduos que contaminem o ambiente, como pó, cavacos, limalhas, rebarbas, vazamentos de líquidos, entre outros;
- Desenvolvimento de métodos de operação que reduzam os tempos de lubrificações e limpezas;
- Desenvolvimento de manuais de inspeções, para fins de acelerar e qualificar a atividade, e também, posterior utilização em treinamentos de novos operadores;

- Padronização de procedimentos de manuseio e fluxo de materiais;
- Padronização do procedimento de registro de dados.

Viana (2014) afirma que muitos autores não enquadram a manutenção autônoma como um tipo ou método de manutenção, mas sim, apenas como um braço da Manutenção Produtiva Total (TPM). Segundo o mesmo, a configuração como um tipo ou método de manutenção é adequada, pois quando há um planejamento e programação da execução de serviços de manutenção por operadores, é configurado um modelo de manutenção diferente dos demais, ação esta que deve ser considerada na estratégia de gestão de manutenção da empresa.

Viana (2014) e Xenos (2004) concordam na afirmação de que a manutenção autônoma dá ao operador um sentimento de propriedade sobre a máquina ou equipamento sob sua jurisdição. Esse sentimento motiva a uma atenção redobrada aos cuidados tomados no manuseio diário da mesma.

2.3.5 Melhoria dos equipamentos (*kaizen*)

Outro tipo de manutenção muito importante para manter a empresa competitiva, é a melhoria contínua dos ativos, com a finalidade de que executem suas atividades além das suas especificações originais. Esta técnica é também denominada como “*kaizen*”, uma palavra de origem japonesa, que significa “fazer melhorias”. O *kaizen* também é muito utilizado após a ocorrência de uma falha ou pane, para que se possa agir na correção da origem do problema, objetivando evitar a reincidência da intempérie (XENOS, 2004; BRANCO FILHO, 2008).

Conforme Biehl e Sellitto (2015), o *kaizen* é uma das principais atividades da TPM por aumentar a disponibilidade dos ativos, sendo também, muito presente nas estratégias competitivas de inúmeras empresas no século XXI. O processo de implantação do *kaizen* tem a possibilidade de aplicação em áreas distintas das empresas, pressupondo-se que a melhoria contínua deve ser concebida na organização como um todo.

Apesar de fazer parte do conjunto da TPM, a melhoria de equipamentos, segundo Xenos (2004) não deixa de ser um método de manutenção. Esta classificação é embasada no fato de que os implementos são efetuados normalmente pela equipe de manutenção após a emissão de uma OS, sendo caracterizados como investimentos e alimentado indicadores financeiros de

forma diferente dos demais métodos de manutenções. Um maior detalhamento é apresentado na seção 2.5.5 Indicadores Financeiros.

Xenos (2004) e Kardec e Nascif (2007) concordam sobre a importância de classificar os diferentes métodos de manutenção. Esta classificação permite a filtragem dos gastos efetuados em cada um, formando indicadores de desempenho e financeiros.

2.3.6 Manutenção detectiva

Costa (2013) cita ainda a manutenção detectiva, que é responsável por encontrar defeitos em sistemas ociosos fazendo uso de testes simples de acionamentos periódicos. São exemplos desse método, as verificações a cada período de tempo predefinido de geradores reservas, de luminárias de emergência, de hidrantes, entre outros.

Esse tipo de manutenção é vital principalmente por assegurar a eficácia dos sistemas que são acionados em caso de sinistros, como incêndios ou quedas de energia. Sinistros costumam ocorrer em baixíssima frequência, sendo de fácil esquecimento o acompanhamento da conservação desses sistemas, situação esta, que pode colocar em risco as vidas dos colaboradores e a integridade dos ativos da indústria.

2.3.7 Prevenção das manutenções

Xenos (2004) levanta a questão da prevenção das manutenções, afirmando que esta atividade deve ser executada em conjunto com o fabricante do maquinário ainda durante seu planejamento, desenvolvimento e construção. Nesta etapa do processo devem ser tomadas medidas para redução do número de manutenções após a entrada em operação.

Ainda segundo o autor, a retroalimentação de informações para o fabricante do maquinário é essencial para a elaboração de um projeto adequado, que atenda todos os requisitos de capacidade produtiva, de qualidade, de segurança e menor nível de intervenções de manutenção.

Na etapa de projeto e fabricação do maquinário, até 95% das necessidades de manutenções podem ter sua frequência de execuções reduzidas ou até mesmo eliminadas. Isso se deve a vários fatores, como:

- Dimensionamento correto dos componentes, de acordo com a carga exigida;
- Uso de materiais adequados às condições de trabalho, como ambientes agressivos e produção de produtos corrosivos, oxidantes, inflamáveis, tóxicos, entre outros;
- Ergonomia correta para operação e manutenção.

2.4 O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Segundo Ströher (2012), o PCM é fundamental para a execução correta dos diferentes tipos de manutenção. Esse conjunto de funções e metodologias contribui para operacionalizar o fluxo do atendimento e da execução dos diferentes métodos de manutenção, organizando e provendo os recursos físicos, técnicos e humanos necessários na quantidade, tempo e locais corretos, a fim de assegurar o andamento da ação de manutenção programada.

Carvalho *et al.* (2009) atribuem ainda ao setor de PCM, a administração das informações e análises de resultados, para, assim, auxiliarem gerentes (de produção, de operações e de manutenção) nas tomadas de decisões estratégicas relativas à gestão de ativos e de produção, assim como, na definição do cronograma de paradas do maquinário.

Organizar a manutenção é uma tarefa complexa, por isso autores como Viana (2014), Costa (2013) e Carvalho *et al.* (2009) dividem esta tarefa em etapas, seguindo uma estrutura que pode ser dividida em quatro partes principais, abordadas das seções 2.4.1 até 2.4.4, cujos tópicos principais são:

- Organização da manutenção;
- Cadastros necessários;
- Planos de manutenção;
- Execução efetiva da programação da manutenção.

2.4.1 Organização da manutenção

Nesta etapa é iniciada a organização da manutenção, com a definição dos departamentos, dos setores, das linhas de produção, do tagging e da codificação de máquinas e equipamentos. Durante esse período, analisa-se também o fluxo da informação entre produção e manutenção, definindo métodos de manutenção e procedimentos para execução dos trabalhos da equipe de manutentores.

2.4.1.1 Tagging e codificação de ativos

Tag é uma palavra de origem inglesa, em tradução livre significa etiqueta. Na manutenção, o termo tagging, de uma forma simplificada, nada mais é do que uma etiquetagem dos ativos de uma empresa, respeitando níveis hierárquicos. O objetivo de uma *tag* é individualizar, identificar e facilitar o acompanhamento do histórico de departamentos, setores, linhas, máquinas, equipamentos, conjuntos de peças, entre outros (CARVALHO *et al.*, 2009; VIANA, 2014).

Os autores Accioly *et al.* (2008) afirmam que um dos princípios básicos para a gestão adequada de ativos está no cadastro coerente dos mesmos, também chamado de Padrão de Descrição de Materiais (PDM). Esse padrão consiste em um conjunto de regras para a nomenclatura de ativos e seus componentes, evitando ambiguidades, como múltiplos cadastros dos mesmos itens. O método permite também uma busca rápida e eficiente, visto que os nomes e códigos dos ativos são genéricos e padronizados.

Como os americanos ganharam a II Guerra Mundial? Imagine esta situação: Você está em um campo de batalha com seu tanque parado porque o diferencial está quebrado. Você remove o diferencial, encontra o código estampado na peça avariada e transmite a requisição, logo recebe o item correto e o substitui rapidamente. Pronto, você já está operacional para a próxima investida, enquanto o inimigo ainda está tentando descobrir que peça é aquela que quebrou no veículo dele. Como podemos observar, um dos fundamentos de um excelente sistema logístico é a propriedade de SABER PEDIR, pré-requisito para agilizar a comunicação entre fornecedores e consumidores (GASNIER *et al.*, 2007. pg. 69).

Segundo Viana (2014), todo ativo deve ter um endereço de localização definido, bem como uma *tag* única que o identifique, estando ela visível de forma clara e presa aos equipamentos ou máquinas em forma de placa, sendo resistente a intempéries do cotidiano.

Existem diversos padrões pré-definidos de cadastro e codificação, como o *Federal Suplly Classification* (FSC), Nomenclatura Comum do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) (NCM), utilizada para integrar a nomenclatura dos países pertencentes ao bloco do MERCOSUL, sendo também adotada no Brasil para a incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). É utilizado também o UNSPSC (*Universal Standart Products and Services Classification*), que é popular por adotar o padrão: segmento; família; classe; produto (ACCIOLY *et al.*; 2008; GASNIER *et al.*; 2007).

São diversos os tipos de padrões, porém o maior desafio é encontrar o que melhor se encaixe a realidade de cada empresa (ACCIOLY *et al.*, 2008; GASNIER *et al.*, 2007).

Gasnier *et al.* (2007), afirmam que o padrão de codificação precisa atender a alguns pré-requisitos como:

- Unicidade, com um código diferente para cada item;
- Simplicidade, sem excesso de caracteres;
- Formato padronizado, estruturado em um padrão lógico;
- Classificável, agrupando materiais com características semelhantes;
- Expansivo, sendo planejado para suportar o crescimento da empresa;
- Operacional, oferecendo praticidade e robustez no uso;
- Versátil, com aplicações variadas;

Conforme Gasnier *et al.* (2007), recomenda-se a adoção de normas brasileiras ou estrangeiras para definir a nomenclatura dos ativos cadastrados, evitando o uso dos nomes comerciais estipulados pelos fabricantes, já que tal ação acaba por limitar os compradores a marcas específicas. O uso de nomes genéricos é recomendável. Para o uso de abreviações, deve haver o consenso geral dos utilizadores do sistema, mantendo-se também o padrão, abreviando a palavra todas as vezes que ela for utilizada da mesma maneira.

Segundo Viana (2014), deve-se iniciar a classificação dividindo os ativos em grupos, posteriormente em subgrupos, até no máximo cinco níveis, a fim de preservar a simplicidade da codificação.

Gasnier *et al.* (2007) afirmam que recodificar os ativos é uma difícil tarefa, entretanto, um dos maiores desafios de um bom PDM é manter o padrão da codificação e nomenclatura

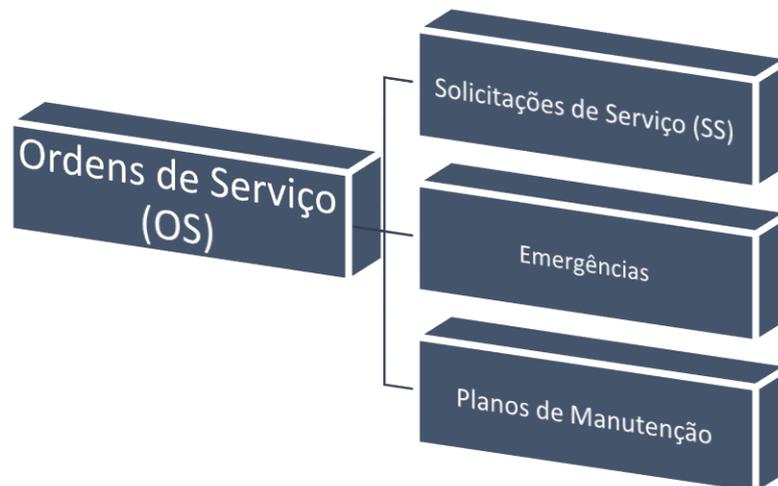
com o passar do tempo e com a adição de novos ativos. Esta ação pode ser considerada tão ou mais complicada do que o cadastro inicial.

Possuir um cadastro que contemple as informações necessárias para a realidade da empresa, bem como um histórico de durabilidade e rastreabilidade de onde o ativo está alocado, possibilita o início de um trabalho de análise do histórico de manutenções, consumo de peças, alocação de horas de manutentores e acompanhamento de custos (ACCIOLY *et al.*; 2008).

2.4.1.2 Processamento dos serviços de manutenção

Viana (2014) ressalta que após as codificações e tagueamentos adequados, é importante definir como serão identificados, informados e processados os serviços pela manutenção. Um esquema de formação da OS é sugerido em sua publicação, conforme a Figura 6:

Figura 6 – Esquema de formação da OS



Fonte: Adaptado em 06/11/2016 de Viana (2014).

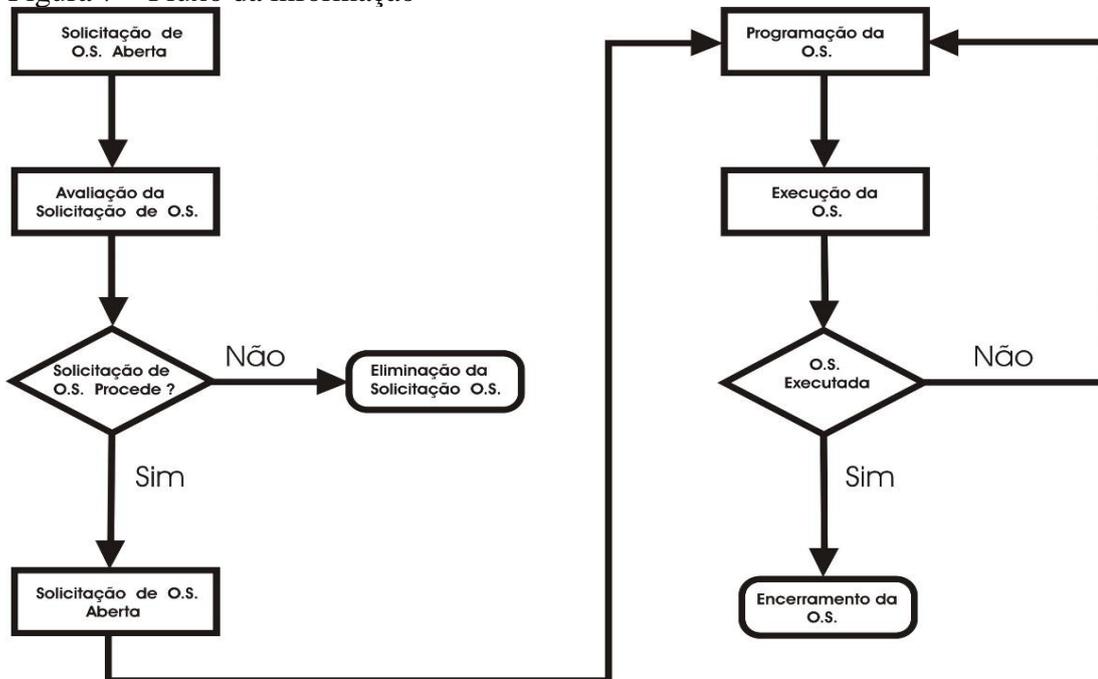
O esquema da Figura 6, indica que a OS pode ser gerada de três formas, após a aprovação de uma solicitação de serviço; de forma emergencial, no caso de panes; ou automaticamente em virtude dos planos de manutenção, onde estão cadastradas as preventivas, *checklists*, cronogramas de lubrificação, entre outros.

2.4.1.3 Solicitação e Ordem de Serviço de Manutenção (SS e OS)

Conforme Simões Júnior (2014), a Solicitação de Serviço de Manutenção (SS) é um documento que registra a necessidade de intervenção em um ativo, podendo esta ser ou não urgente. A SS pode ser gerada em nível operacional, tanto por operadores, lideranças de setores ou pelos próprios manutentores, sendo recomendável que sejam filtradas pelas lideranças dos setores, reduzindo duplicidades e pedidos incoerentes.

Um modelo de fluxo ideal da informação é sugerido por Simões Júnior (2014), conforme a Figura 7.

Figura 7 – Fluxo da informação



Fonte: Simões Júnior (2014).

A avaliação da SS deve ser feita pelo programador de manutenção, que verificará a urgência, a possível duplicidade e a real necessidade desta solicitação, para então emitir a Ordem de Serviço de Manutenção (OS). Sua execução é programada levando em consideração uma série de variáveis, que muitas vezes não estão disponíveis aos solicitantes dos serviços, que acabam não tendo dados suficientes para a tomada da decisão ideal, como por exemplo, a criticidade do ativo, a disponibilidade de materiais, de mão de obra, de tempo para parada do ativo, seu histórico de manutenções, entre outros (KARDEC e NASCIF, 2007; SIMÕES JÚNIOR, 2014).

Carvalho *et al.* (2009), definem a OS, como uma instrução escrita, disponibilizada à equipe de manutenção, onde consta a definição do trabalho a ser executado. Os autores citam também que a OS dá a autorização aos manutentores para a execução da manutenção, e pode ser classificada de acordo com sua origem: Manual (em caso de pane), Automática (manutenção preventiva), ou via aprovação de SS.

Branco Filho (2008) complementa afirmando que a OS deve ser modelada sob o formato “5W2H”, tópico esse da Qualidade Total, onde os 5W significam: “*why*” (por que), “*where*” (onde), “*who*” (quem), “*what*” (o que) e “*when*” (quando), e onde o primeiro “H” significa “*how*” (como) e o segundo “*how much*” (quanto custa). Assim, uma OS deverá, de forma clara, demonstrar o que deve ser feito (*what*), onde será feito (*where*), como será feito (*how*), quando será feito (*when*), por quem será feito (*who*) e quanto custará (*how much*).

Carvalho *et al.* (2009) citam ainda que é importante monitorar o status da OS, que pode ser: Não iniciada; Programada; Iniciada; Atrasada; Suspensa; Encerrada. Além disto, os autores propõem um modelo de OS que contenha cabeçalho, descrição das tarefas e histórico. O cabeçalho deve possuir informações cadastrais como: Nº da OS; *tag*; Equipamento; Centro de Custo; Método de Manutenção; Equipe Responsável; Data da Manutenção.

Kardec e Nascif (2007) defendem um detalhamento ainda maior da OS, atribuindo além dos requisitos básicos citados anteriormente, também a formação do custo desta OS através do registro do valor da mão de obra, das peças e dos equipamentos utilizadas. Os autores primam pelo detalhamento do serviço, com uma descrição do passo a passo de manutenções mais complexas, e também, uma listagem de todas as ferramentas e máquinas utilizadas para a perfeita execução do trabalho.

2.4.2 Cadastros necessários

Nesta etapa são armazenadas as características técnicas dos ativos, suas criticidades e seus componentes, registrados os históricos de manutenção, armazenados os dados da equipe, com as competências de cada membro, e por fim, a catalogação de desenhos técnicos, fotos e manuais.

2.4.2.1 Características técnicas dos ativos

Viana (2014) afirma que para o setor de PCM poder programar as execuções das OS com maior eficiência, devem ser anexados em todos os cadastros de ativos, os materiais importantes vinculados a eles. Alguns exemplos podem ser as fichas com suas características técnicas, os seus desenhos, as suas fotos, os seus manuais, as listagens das peças que os compõem, as limitações de uso, entre outros.

Devido à quantidade elevada de máquinas normalmente disponíveis em parques fabris, esse cadastramento pode tornar-se demorado, além de trabalhoso, sendo fundamental uma organização dos dados coletados. Viana (2014) sugere o uso de Folhas de Especificações (FE), onde grupos de máquinas com características idênticas são reunidos e descritos da mesma maneira.

Gasnier *et al.* (2007) afirmam que todo processo de cadastro deve fazer uso de uma ficha de PDM. Os materiais cadastrados devem ser agrupados por famílias e subfamílias, para então serem criadas fichas de cadastro que contemplem as informações necessárias para o uso da empresa.

Segundo Xenos (2004), o caminho ideal a ser seguido é o da padronização da manutenção, que é resultado da compilação dos dados obtidos nos documentos reunidos sobre os equipamentos, formando uma espécie de manual técnico, com instruções completas de como proceder em diversos tipos de manutenções dos ativos.

De uma maneira geral, os autores Xenos (2004), Gasnier *et al.* (2007) e Viana (2014), concordam que o processo de cadastros deve seguir uma estrutura previamente definida, não sendo aceitável o cadastro de forma aleatória, com preenchimentos manuais feitos sem uma sequência lógica. A consequência de um cadastro mal feito é a dificuldade de utilização desses dados futuramente.

2.4.2.2 Definição de criticidade

Conforme Accioly *et al.* (2008), a criticidade exprime o impacto da indisponibilidade de algum ativo. Assim, todos os ativos devem ser previamente divididos em críticos e não

críticos, para posteriormente terem sua criticidade atribuída como baixa, média ou alta. Os critérios para a definição da classe dos ativos são:

- Interferência na parada de produção;
- Atrasos de entrega gerados;
- Perda de faturamento;
- Perda de qualidade;
- Riscos de segurança aos colaboradores e instalações;

Os setores de finanças e manutenção costumam divergir opiniões sobre a atribuição da criticidade. Dessa forma, o setor de PCM deve permanecer imparcial, pois manutentores costumam tender a classificar muitos ativos como críticos, já que não querem atrasar seu trabalho pela falta de itens vinculados a eles, por exemplo. Gestores financeiros estão no outro extremo, considerando que poucos ativos podem ser classificados como críticos, já que isto tende a elevar os estoques de peças e equipamentos relacionados a eles, gerando impacto de imobilização de capital (ACCIOLY *et al.*; 2008).

Para auxiliar na definição dos critérios de criticidade, deve ser atribuída a cada ativo da empresa, a quantidade aceitável de horas que ele poderá ficar sem funcionar devido a uma quebra inesperada. Então, classificam-se os itens de estoque como críticos e não críticos, de acordo com os ativos aos quais estão vinculados, concatenando a quantidade de horas paradas aceitáveis ao *leadtime* de reposição da peça quebrada. (GOULART; 2014).

Segundo Gasnier *et al.* (2007), os ativos devem ser classificados como XYZ, conforme o impacto causado pelo seu estado inoperante. A classe "X" seria de baixa complexidade, podendo sua demanda ser compensada de forma organizada mesmo havendo alguma quebra. A classe "Y" contempla ativos importantes, mas que não gerariam paradas de produção iminentes ou perda de qualidade, permitindo a utilização temporária de ativos similares. O subgrupo "Z" se configura como ativos vitais, que tem sua parada relacionada com grandes perdas financeiras (GASNIER *et al.*; 2007).

2.4.2.3 Registro do histórico de manutenções

Em Viana (2014), o registro dos dados históricos de manutenções é tido como vital, pois com base neles é possível acompanhar a trajetória do ativo. Esse fator é capaz de embasar diversas tomadas de decisões, como reforma versus substituição de um ativo, previsão das próximas falhas e panes, elaboração e revisão dos planos de manutenção, entre outros.

O autor afirma ainda que as informações devem ser registradas em um banco de dados, com agrupamento de sintomas idênticos, resultando em gráficos de fácil visualização, estruturáveis por filtros, como data, máquina, TAG, equipamento, peça, causa, sintoma, tipo de intervenção, entre outros.

Um modelo de registro padronizado é exposto ainda por Viana (2014), tomando como base o reportamento das causas, sintomas e os tipos de intervenções, sendo todas as opções de preenchimento padronizadas e inseridas previamente, exigindo que os usuários do sistema optem por uma das opções pré-cadastradas.

2.4.2.4 Equipe de manutenção e suas atribuições

Kardec e Nascif (2007) citam que a equipe de manutenção deve estar focada em gerenciar e resolver problemas do setor de produção, para que, desta forma, a empresa se mantenha competitiva no mercado.

Ainda, os autores afirmam que o cenário das indústrias está se alterando com o passar dos anos, tendo cada vez menos operadores de máquinas e mais manutentores. Isto ocorre devido ao aumento gradativo da automação, que acaba por reduzir, muitas vezes, o quadro de operadores de máquinas e auxiliares de produção. Esta mudança acaba exigindo profissionais com a capacidade de manter equipamentos automatizados em perfeito estado de funcionamento, refletindo em um aumento na qualificação das equipes de manutentores.

Verri (2007) complementa com um alerta para a questão da integração entre os manutentores e a equipe de produção, que muitas vezes acabam distanciando-se até com certo grau de atrito, muito devido a pensamentos controversos e generalistas. Profissionais da manutenção consideram que o modo como os ativos são operados acaba por maltratá-los, já na

linha oposta de raciocínio, operadores e auxiliares de produção associam a presença de manutentores a defeitos, falhas ou panes.

Ainda segundo Verri (2007), esta vinculação ocorre com mais força onde não há a implantação de um modelo de preventivas ou preditivas, pois nesses casos, a presença da equipe de manutenção se dá quase que exclusivamente em momentos de quebra do maquinário.

Para cumprir a missão de atender às necessidades da empresa, garantindo sua operacionalidade, bem como prestando serviço com padrão de qualidade capaz de suprir as carências dos setores que interagem com a manutenção, como produção, PCP, contabilidade, almoxarifado, entre outros, são propostos modelos hierárquicos de organização das atribuições da área de manutenção na indústria.

Em Viana (2014), são descritas cinco divisões hierárquicas na manutenção; a de execução, a de planejamento, a de supervisão, a engenharia de manutenção, e por fim, a gerência de manutenção.

O autor atribui ao executante algumas características fundamentais, como ter um grau mínimo de instrução, preferencialmente com educação formal de nível médio ou técnico, para assim, adaptar-se à implantação de novas ferramentas, bem como, possuir conhecimento razoável em informática, tendo em vista o crescente uso de *softwares*. Da mesma forma é fundamental que possua senso crítico, questionando decisões equivocadas ou contribuindo com a melhoria do sistema como um todo. O executante não precisa ser necessariamente um manutentor, pode ser um operador de máquina que executa pequenos reparos e lubrificações.

Viana (2014) descreve o planejador como peça chave do sistema, devendo possuir o conhecimento técnico do executante acrescido da capacidade de planejar, programar e coordenar a alocação de materiais e pessoas. São tidas como características fundamentais desse profissional:

- Gerenciamento dos planos de manutenção, onde preventivas e rotinas de inspeção são cadastradas e organizadas;
- Coordenação e tratamento das inspeções;
- Coordenação de materiais, requisitando tudo o que necessitar para execução das manutenções;
- Gerenciamento dos cadastros da manutenção;

- Programação de serviços;
- Programação de paradas;
- Controle de indicadores e índices.

Ainda em Viana (2014), o supervisor de manutenção é retratado como responsável por coordenar e orientar a equipe de manutentores no momento das execuções das OS, garantindo o atendimento aos tempos planejados. Além disto, esta função no setor de manutenção é de grande influência no sucesso da implantação de novas ferramentas, tendo em vista a forte relação direta desse profissional com a sua equipe.

São características marcantes do supervisor de manutenção:

- Pensamento sistêmico, com grande poder de observação, verificando a essência dos problemas;
- Capacidade de realização, sendo o profissional que assume a responsabilidade de tirar planejamentos do papel, executando-os;
- Elaboração de estratégias de ação;
- Estimulo a criatividade em sua equipe, orientando, controlando e motivando o pessoal;
- Gestão da segurança e meio ambiente, orientando e cobrando sua equipe em relação às normas de segurança e uso de EPI;
- Orientação e gerenciamento, dando diariamente um norte à sua equipe em relação ao cronograma de execução de tarefas do dia;
- Coordenação das manutenções corretivas emergenciais;
- Controle de pessoal, como faltas, horas extras, férias, licenças médicas, entre outros;
- Controle de custos, em conjunto com o PCM, conferindo o uso adequado de materiais, bem como possíveis desvios de qualidade ou sugerindo alternativas de menor custo;
- Assimilação e transmissão das diretrizes e estratégias da gerência para a equipe de manutenção.

Segundo Kardec e Nascif (2007), a equipe de engenharia de manutenção deve ser composta de forma multidisciplinar, fator esse, importante para o estímulo da criatividade. O envolvimento desse setor é fundamental para o planejamento e execução de novos projetos, sejam eles grandes ou pequenos. Além de planejar novos projetos, esses profissionais ficam incumbidos de nivelar a empresa com as líderes mundiais no que diz respeito a questões tecnológicas, identificando práticas e tecnologias financeiramente aplicáveis à instituição.

Os profissionais responsáveis pela engenharia de manutenção, devem ter também alguns outros objetivos específicos, como:

- Aumento da confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade dos ativos;
- Eliminação de problemas crônicos e solução de problemas tecnológicos;
- Melhoria na gestão do pessoal e materiais;
- Participação em novos projetos e suporte às suas execuções;
- Efetuar estudos de análises de falhas;
- Participar na elaboração dos planos de manutenção de forma técnica;
- Efetuar análises críticas sobre ativos, avaliando indicadores e mantendo o zelo pela documentação técnica (KARDEC e NASCIF, 2007).

Conforme Branco Filho (2006), no topo do organograma do setor de manutenção encontra-se a gerência de manutenção, responsável por estabelecer pontos fundamentais como:

- Definir metas, tanto orçamentais como de desempenho, bem como tempos de execuções de etapas de grandes projetos;
- Indicadores utilizados;
- Normas procedimentais;
- Estratégias de atuação (corretiva, preventiva, preditiva, autônoma, entre outras);
- Dar aval aos grandes investimentos;
- Formalizar as diretrizes e definições sobre ferramentas da qualidade aplicáveis ao setor;
- Alinhar o setor de manutenção com a política da empresa.

Em Viana (2014) são atribuídas ao gerente todas as qualidades já citadas aos demais membros do setor de manutenção, acrescidas de uma excelente capacidade de negociação, comunicação e percepção sistêmica, bem como conhecimentos avançados em administração e segurança do trabalho.

Sob sua responsabilidade fica todo o custo atribuído ao setor de manutenção, portanto uma estrutura organizacional sólida no setor se faz necessária, para que assim todas as tarefas básicas possam ser executadas sem uma participação direta da gerência, que deve ater-se aos requisitos já citados, reforçados também por Branco Filho (2006), como definição de metas e diretrizes, acompanhamento de indicadores, condução de grandes projetos e acompanhamento de perto em áreas problemáticas.

2.4.2.5 Manuais, catálogos, fotos e vídeos

Viana (2014) atribui ao PCM a função de codificar, taggear e arquivar os documentos relacionados a cada ativo, de tal maneira que possam ser facilmente encontrados quando necessário.

Para viabilizar uma busca rápida e eficiente, o autor sugere que se construa uma lista com os tipos de documentos, como; desenhos feitos em CAD (*computerized aided design*, em tradução livre, desenho assistido por computador), fotos, vídeos, manuais, entre outros. Após a lista estar elaborada, deve ser criada uma tabela de siglas que representem esses documentos. Na sequência, deverá ser estabelecida uma regra para informar qual é a revisão do documento cadastrado, o autor sugere uma sequência numeral com três dígitos, partindo de 001.

Desta forma, todo documento cadastrado recebe a *tag* e o código idêntico ao do ativo ao qual pertence, acrescido da sigla que representa o tipo de documento e do número, que representa a versão da sua revisão.

Conforme já citado na seção 2.4.2.1, os autores Xenos (2004), Gasnier *et al.* (2007) e Viana (2014) expõem a necessidade de ter critérios bem definidos no momento de cadastrar algo, pois a consequência de utilizar formas aleatórias de nomeação, gera a dificuldade na busca e uso posterior desses cadastros.

2.4.3 Planos de manutenção

Os planos de manutenção são responsáveis por nortear a rotina básica dos manutentores, principalmente no tocante das preventivas, tendo em vista seu foco em estabelecer rotinas de inspeções e em detalhar métodos de manutenções utilizados nos ativos (VIANA, 2014).

Na criação dos planos de manutenção, são elaborados os roteiros de inspeções visuais (*checklists*) e de lubrificações, bem como, definidos os métodos de manutenção adequados à realidade da empresa. Esses métodos podem ser os de manutenção corretiva, preventiva, preditiva, autônoma, de melhoria de equipamentos, entre outros. Essas definições servem como base para a melhor alocação da mão de obra dos manutentores (VIANA, 2014).

2.4.3.1 Roteiros de inspeções visuais (*checklists*)

O *checklist* de manutenção é considerado por Viana (2014), como a base da organização dos planos de manutenção, pois além da função básica de detectar inconformidades, pode ser considerado também, como um medidor da eficiência dos métodos de manutenção escolhidos. Através de seus apontamentos, é avaliada a eficácia da execução das atividades de manutenção, tendo em vista que muitos apontamentos repetitivos podem ser sinais de problemas estratégicos na escolha do método, ou então, erros operacionais de execuções nas manutenções.

Na prática Viana (2014) afirma que os executantes dos *checklists* devem avaliar anomalias no ruído, na temperatura, nas vibrações, nas condições visuais, no odor, entre outras. Para tal, devem ser documentadas as características normais pré-definidas para cada ativo, já que muitas vezes existem grandes diferenças nos parâmetros de um ativo para o outro, sendo necessária uma observação detalhada e que normalmente não é de fácil percepção, até mesmo para quem está acostumado a lidar com o ativo.

Essas execuções devem ser feitas em uma periodicidade definida, que pode ser em dias corridos, ou horas trabalhadas. É importante agrupar ativos semelhantes, com a finalidade de facilitar a inspeção, pois o executante tende a observar melhor os detalhes de um ativo quando repete o processo de inspecionar várias vezes (VIANA, 2014).

2.4.3.2 Roteiros de lubrificação

Lubrificar elementos mecânicos que sofrem atrito é considerada em Viana (2014) como a base para uma longa vida útil de qualquer máquina ou equipamento. Esses elementos mecânicos podem ser engrenagens, mancais, cilindros, superfícies planas deslizantes, entre outras. Essas famílias de elementos possuem grandes diferenças entre si, necessitando também, diferentes meios de lubrificações, com periodicidades e tipos de lubrificantes distintos.

Viana (2014) cita que o primeiro passo para a elaboração do plano de lubrificação está em elencar e classificar os elementos lubrificáveis existentes no parque fabril, para então decidir qual o tipo de lubrificante que será utilizado em cada um.

Os roteiros de lubrificação são gerados via OS automática, porém sendo agrupados em um modelo resumido, ocupando menos papel, tendo em vista que a geração de OS para cada lubrificação seria muito volumosa, considerando a quantidade de pontos de lubrificação normalmente encontrados nas indústrias (VIANA, 2014).

2.4.3.3 Parâmetros para escolha de métodos de manutenção

Segundo Simões Junior (2014), optar por apenas um método de manutenção acaba tornando-se inviável na maioria das indústrias, isto ocorre devido à grande diversidade de maquinário geralmente encontrada nos parques fabris. O autor afirma que devem ser levados em consideração vários fatores para a escolha de um ou mais métodos para cada máquina em específico, não sendo a melhor opção adotar um método único para toda a empresa.

Ainda segundo Simões Junior (2014), a combinação de métodos deve ser escolhida levando em consideração a criticidade do ativo, as perdas decorrentes de uma quebra inesperada, assim como, o risco à segurança aos colaboradores e das instalações.

2.4.4 Programação de execução das manutenções

Após a conclusão das três etapas anteriores, com a organização da manutenção, os cadastros necessários e então, a definição dos planos de manutenção, o setor de PCM passa a de fato programar a execução das manutenções.

Nesta etapa é definida a carteira de serviços, avaliada a demanda de especialidades e os materiais necessários, sendo também priorizadas as OS com maior criticidade. Com isto o PCM integra-se de fato ao setor de manutenção, com condições adequadas para desempenhar seu papel de manter os ativos da indústria fornecendo suas funções requeridas.

2.4.4.1 Definição da carteira de serviços

Tendo em vista que as SS se originam de forma automática, manual ou urgente, cabe aos planejadores a organização da carteira de serviços. Nesta organização são geradas as OS, mas antes deve ser avaliada a duplicidade e a coerência dessas solicitações para possível execução. Com a demanda de trabalho em mãos o setor de PCM é capaz de requisitar peças e equipamentos, calcular o tempo necessário de execução, mobilizar a equipe com conhecimento técnico adequado, e por fim, avaliar a priorização ou não de uma OS com base na criticidade do ativo (VIANA, 2014).

2.4.4.2 Demanda de especialidades

Ao definir a carteira de serviços, Viana (2014) reforça a importância de que sejam destinados profissionais na quantidade correta, assim como, com os conhecimentos adequados para a execução das OS.

O autor frisa a necessidade de informar qual profissional da equipe será destinado, bem como, quantas horas serão necessárias, tendo em vista que esses dados alimentarão indicadores de desempenho como o *backlog*, que informa o tempo necessário para a execução de toda a carteira de serviços. Esse indicador é abordado na seção 2.5.1.

A programação das atividades semanais da equipe de manutenção depende da correta definição das horas previstas para a execução das OS. Os tempos previstos podem ser corrigidos no momento da conclusão da OS, porém quanto maior a precisão da previsão na criação da OS, melhor será a organização das atividades da equipe (VIANA, 2014).

2.4.4.3 Materiais necessários

Para que uma manutenção seja executada sem atrasos, é imprescindível não perder tempo com falta de materiais, sejam eles peças de reposição, ou então ferramentas e instrumentos, como chaves ou máquinas de solda, por exemplo. Kardec e Nascif (2007)

afirmam que o detalhamento adequado da necessidade de materiais durante a emissão da OS, é imprescindível para aumentar a assertividade da previsão de tempo para execução do trabalho.

Segundo Xenos (2004), existem diversos métodos de gerenciamento dos materiais de manutenção, mas em síntese, eles devem contemplar ao menos os grupos a seguir:

- Peças que atendem o plano de manutenção preventiva;
- Peças para substituição corretiva, (nas máquinas onde é adotado esse método);
- Peças de ativos com alta criticidade;
- Peças recuperadas, para uso futuro;
- Peças de consumo frequente;
- Ferramentas, como chave de boca, alicate, entre outros;
- Instrumentos, e aparelhos, como máquinas de solda, lixadeiras, entre outros.

Complementando a lógica, onde Kardec e Nascif (2007) demonstram a necessidade de detalhar os materiais necessários na OS, e Xenos (2004) explana um método básico de classificar e organizar esses materiais, Viana (2014) levanta a questão da necessidade de um *software* para a gestão desses estoques, tendo em vista a complexidade de sua gestão.

Viana (2014) cita ainda que organizar a necessidade de materiais nas manutenções programadas, provenientes dos planos de manutenção, torna-se simples devido aos cadastros previamente efetuados. Porém quando a OS é emergencial, corre-se inclusive o risco de que não existam em estoque os materiais necessários.

Ainda segundo o autor, para amenizar tal situação, um cadastro de todos os materiais, em um *software* de gestão de estoques se faz necessário, contemplando ao menos informações sobre fornecedores existentes, bem como seus prazos de entregas.

2.4.4.4 Ordens de Serviço por criticidade

As definições de criticidade dos ativos devem ditar a sequência de execução das OS. Conforme Viana (2014), desta forma ativos críticos serão priorizados, tendo seu agendamento passado à frente de OS vinculadas a ativos de menor criticidade.

O autor cita ainda a necessidade de evitar que OS vinculadas a ativos de baixa criticidade fiquem pendentes por períodos muito extensos, devido às OS de maior relevância passarem a sua frente. Diante de tal situação, é sugerido que seja estabelecido um limite de dias, que quando ultrapassado faça a OS migrar de não crítica para crítica.

2.5 Indicadores de desempenho

Para Ishikawa (1993), existe uma grande dificuldade de se gerenciar aquilo que não se mede, tendo em vista que para chegar ao ponto almejado é necessário saber exatamente onde se está no momento da partida. Desta maneira, a coleta correta de dados torna-se vital na assertividade da definição de metas futuras.

Conforme Branco Filho (2006), indicadores são dados estatísticos referentes ao processo que se busca controlar, para assim estabelecer metas e padrões. Através de uma coleta adequada dos dados e da escolha de indicadores coerentes ao processo produtivo da empresa, são esboçados os padrões de comportamento dos ativos.

Piechnicki (2011) cita que indicadores de manutenção, em específico, são grandezas que fornecem informações sobre os ativos, porém sem revelar verdades absolutas, mas sim indicações de caminhos a serem seguidos. O autor elenca ainda uma série de funções relacionadas a esse tipo de indicador:

- Apoio à tomada de decisões;
- Avaliação da situação atual;
- Comparação de desempenho com outros anos;
- Avaliação de métodos de manutenção;
- Acompanhamento e avaliação do orçamento para manutenção;
- Auxílio na identificação de problemas;
- Indicação do comportamento desde o início da medição até o estado atual.

A escolha pelos indicadores mais adequados ao processo produtivo em questão é uma tarefa vital ao sucesso da etapa de monitoramento. Autores como Xenos (2004) e Verri (2007) levantam a importância de não exagerar na quantidade de indicadores implantados, pois a

correta utilização dos mesmos pode tornar-se trabalhosa, assim como a interpretação e a confrontação de dados tende a causar interpretações conflitantes.

2.5.1 Backlog

O *backlog* é um indicador que demonstra o tempo aproximado que a equipe de manutenção levaria para concluir todas as OS pendentes, desde que não cheguem novas requisições (BRANCO FILHO, 2006).

Verri (2007) aponta que o número médio de dias de *backlog* no Brasil varia entre 10 a 30 dias, indicando uma meta de 15 dias como adequada.

Em Viana (2014) é apresentada equação 01 para o cálculo do *backlog*, onde deve ser levado em consideração a quantidade de tempo estimado para conclusão das atividades em carteira, dividido pela multiplicação da quantidade de manutentores, vezes horas disponíveis por dia. O autor indica ainda que a quantidade de horas de manutentores disponíveis deve ser diminuída em 20%, devido ao tempo em que esses profissionais param suas ações para efetuar outras atividades diversas, como deslocamentos, treinamentos, organização do setor, entre outros.

$$Backlog = \frac{\sum \text{Horas de manutenção em carteira}}{(\sum \text{Homem Hora disponível}) \times 0,8} \quad (01)$$

Onde:

- Backlog = Tempo que a equipe de manutenção levaria para executar todas as suas atividades;
- \sum Horas de manutenção em carteira = Somatório das horas necessárias para a execução de todas as OS lançadas na carteira de serviços;
- $(\sum \text{Homem Hora disponível}) \times 0,8$ = Quantidade de manutentores, multiplicado pela sua jornada de trabalho, descontado 20%;

2.5.2 Tempo médio entre falhas – MTBF

Esse indicador apresenta o tempo médio entre a ocorrência de falhas nos ativos, indicando da mesma maneira, o tempo médio de operação ininterrupta do ativo. Seu monitoramento indica ao setor de PCM se as manutenções estão surtindo o efeito desejado ou não, tendo em vista que se o seu índice aumentar, significa que as falhas estão ocorrendo cada vez com menos frequência (VIANA, 2014).

Seu resultado é obtido pela equação 2:

$$MTBF = \frac{HD}{NC} \quad (2)$$

Onde:

- MTBF = Tempo médio entre falhas;
- HD = Horas disponíveis para operação;
- NC = Número de Corretivas efetuadas no período;

2.5.3 Tempo médio de reparo – MTTR

Para Viana (2014), o cálculo de tempo médio de reparos exprime o desempenho da equipe de manutenção na execução de suas atividades. O cálculo é simplificado na equação 3:

$$MTTR = \frac{HIM}{NC} \quad (3)$$

Onde:

- MTTR = Tempo médio de reparo;
- HIM = Soma das horas de indisponibilidade por manutenção;
- NC = Número de corretivas no período;

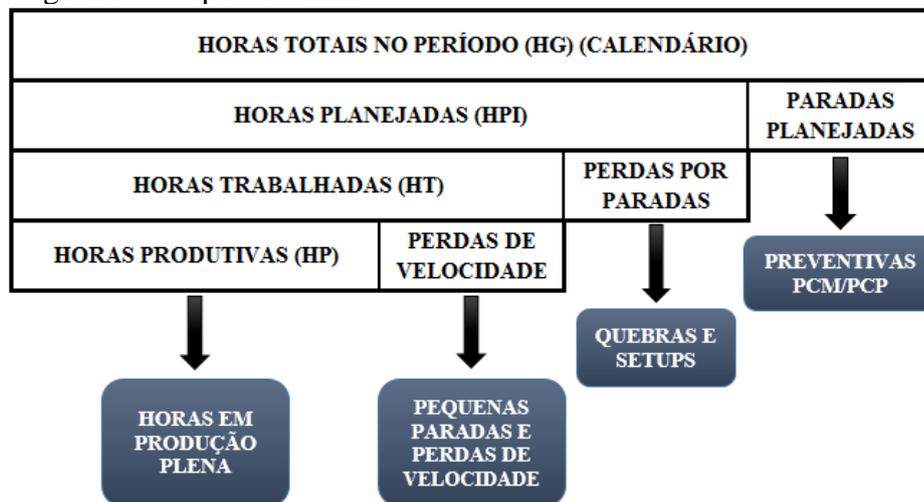
2.5.4 Disponibilidade

Segundo Kardec e Nascif (2007) e Souza *et al.* (2012), a disponibilidade de forma simplificada, é um índice que demonstra o tempo em que o ativo ficou disponível para operar em relação ao tempo total disponível para seu funcionamento.

Diversos autores, como Kardec e Nascif (2007), Garcia (2011) e Viana (2014), citam a garantia da alta disponibilidade dos ativos, como sendo a principal razão para a existência de metodologias de manutenção. Esse indicador é muito importante por evidenciar, de uma forma simples, a eficiência da manutenção, indicando o sucesso ou fracasso referente às escolhas por determinados métodos de manutenção, ferramentas da qualidade, formação da equipe, entre outros.

A forma de calcular a disponibilidade, segundo Viana (2014), pode variar de uma empresa para a outra, ou até mesmo entre setores. É preciso definir primeiramente quais serão os critérios utilizados para coleta das horas trabalhadas e horas paradas. A Figura 8 auxilia na compreensão de qual a maneira adequada de obter os dados para o cálculo da disponibilidade.

Figura 8 – Disponibilidade



Fonte: Adaptado de Viana (2014).

Em Garcia (2011) e Viana (2014) é apresentada uma fórmula para o cálculo do índice de disponibilidade, que consiste em dividir as horas em operação pelas horas disponíveis no período. Como já citado por Viana (2014), a definição de critérios para obter as horas disponíveis em operação e as disponíveis no período é fundamental para que os dados sejam corretamente calculados com o passar do tempo.

Garcia (2011) e Viana (2014) adotam a equação 04 para o cálculo do índice de disponibilidade:

$$D = \frac{\text{Horas em Operação (HO)}}{\text{Horas Disponíveis no Período (HDP)}} \quad (04)$$

Conforme a Figura 8, é possível utilizar na equação 04, as horas totais no período (HG), ou então as horas planejadas (HPI) para representarem as Horas em Operação (HO). Para representarem as Horas Disponíveis no Período (HDP), podem ser utilizadas as horas produtivas (HP) sendo consideradas as perdas de velocidade e pequenas paradas, ou não.

Independentemente das escolhas, é fundamental manter os critérios adotados para a empresa ou setor ao longo do tempo, evitando assim, distorções nos resultados.

2.5.5 Indicadores financeiros

Distinguir claramente os custos com manutenção, de investimentos em melhorias, é, segundo Xenos (2004), fundamental para a organização das finanças da empresa. Com esta distinção é possível priorizar investimentos em melhorias aos setores onde as vendas os justifiquem.

O autor afirma ainda que a melhoria de equipamentos baseada no *kaizen* deve ser tida como um método de manutenção, conforme descrito no presente trabalho na seção 2.3 Métodos de Manutenção, pois desta forma, ao emitir uma OS é possível informar em seu cabeçalho que tal trabalho é uma melhoria/investimento, ao invés de um simples custo com reparo.

Xenos (2004) conclui afirmando que os custos de manutenção são divididos basicamente entre os métodos de manutenção preventiva, corretiva e de melhoria de equipamentos. Viana (2014) complementa afirmando que a manutenção preditiva também pode ter custos consideráveis quando adotada pela empresa.

Conforme Branco Filho (2006), existem diversos indicadores de custos de manutenção que podem ser utilizados, mas as empresas tendem a utilizar apenas alguns que sejam pertinentes ao seu processo produtivo para fins de simplificar sua gestão.

Segundo Viana (2014), os custos de cada OS podem ser calculados e vinculados aos ativos que recebem o serviço. Esse cálculo leva em consideração a quantidade de peças utilizadas, multiplicadas pelos seus respectivos valores, acrescidos ainda do custo com mão de obra para a execução da OS.

Conforme Xenos (2004), um importante meio de controlar os gastos e investimentos é elaborando o orçamento anual da manutenção. Esse orçamento deve ser baseado no plano de manutenção de cada máquina, acrescido da previsão de investimentos em melhorias de equipamentos. O autor ressalta ainda a importância de reservar um percentual extra para cobrir eventuais ocorrências não planejadas. Esse percentual pode ser estipulado baseando-se em dados de anos anteriores, ou estimado empiricamente no caso da falta de histórico.

Em sua publicação, Kardec e Nascif (2007) ressaltam a questão de relacionar os defeitos técnicos com suas perdas financeiras geradas. Tal ação tende a fazer mais sentido aos demais setores da empresa, considerando que a apresentação de outros indicadores de desempenho muitas vezes não é compreendida. Um exemplo pode ser visto na Figura 9:

Figura 9 – Falando a língua da empresa



Fonte: Adaptado em 06/11/2016 de Kardec de Nascif (2007).

2.6 Sistemas informatizados para gestão da manutenção

Conforme Viana (2014), gerenciar a manutenção sem a utilização de *softwares* específicos para tal, torna-se inviável atualmente devido ao grande fluxo de informações processadas diariamente pelos setores de manutenção em empresas de médio a grande porte.

O autor cita alguns objetivos que um *software* para gestão da manutenção deve atender:

- Organizar e padronizar procedimentos;
- Simplificar e agilizar acesso a informações em tempo real, como gastos por equipamento, monitoramento de SS, OS, indicadores de desempenho, entre outros;
- Gerenciar as estratégias de manutenção, englobando os planos de manutenção, com a automatização de rotinas de cobrança pela execução dos trabalhos;
- Aumento de produtividade, através de rápido acesso a informações importantes, otimizações de mão de obra e priorização de serviços;
- Controle do estado dos ativos.

Ainda em Viana (2014), é esboçada uma gama de funcionalidades que um *software* de gestão da manutenção deve possuir:

- Cadastro de departamentos, setores, linhas, ativos, *TAGs*, equipes e suas especialidades, ferramental, entre outros;
- Geração Manual de OS;
- Geração automática de OS a partir de uma SS;
- Disparo automático da cobrança de execução dos planos de manutenção conforme a proximidade das datas, com geração automática de OS;
- Priorização automática ou manual das OS, de acordo com a criticidade dos ativos e no caso da geração de OS corretiva emergencial;
- Relatórios gráficos para exibição em tempo real dos indicadores de manutenção;
- Análise e relatório com agrupamentos de ativos, de acordo com a necessidade do usuário, para fins de visualização de tendências;
- Registro das características técnicas dos ativos;
- Visualização do calendário anual do plano de manutenção, com comparativo entre o planejado e o realizado;

- Possibilitar o inter-relacionamento de tarefas, onde a liberação de execução de certa atividade dependa a conclusão de outra da qual seja dependente;
- Filtro de OS por grupos, como por exemplo, os métodos de manutenção, ou então por departamentos, setores, linhas e máquinas, entre outros que sejam pertinentes ao processo da empresa.

São inúmeras as possibilidades de incorporações de funcionalidades ao *software* de gestão da manutenção, cabendo ao setor de PCM decidir quais são aplicáveis ao processo produtivo da empresa (VIANA, 2014).

3 METODOLOGIA

Esse capítulo aborda os métodos utilizados para atingir os objetivos do trabalho, descrevendo o local de estudo, a forma de coleta de dados, como são analisados, e também, as técnicas e ferramentas selecionadas para a aplicação do estudo de caso.

3.1 Metodologia de Pesquisa

Com base em Lakatos e Markoni (2010), a metodologia aplicada nesse trabalho definiu-se, em algumas partes, como uma pesquisa qualitativa. Isto se deve, pela aceitação de resultados que precisam ser interpretados levando em consideração peculiaridades inerentes do processo produtivo, e que muitas vezes não podem ser traduzidos em números ou dados estatísticos.

Outra parte dos resultados pode ser medida de forma quantitativa, tendo em vista que seus resultados são mensuráveis, podendo serem contabilizados e registrados para avaliação estatística, característica esta pertinente a pesquisas quantitativas (GIL, 2006).

3.1.1 Quanto aos fins

O presente trabalho faz uso da pesquisa exploratória, com a busca, o levantamento, a descrição e a diferenciação de técnicas para a gestão e controle da manutenção. Selecionou-se ferramentas que tivessem como características em comum, o apoio a implantação de um sistema de gestão da manutenção, baseando-se nos princípios necessários à implantação de funções para o PCM, responsável por coordenar as atividades cotidianas de manutenção.

3.1.2 Quanto aos meios

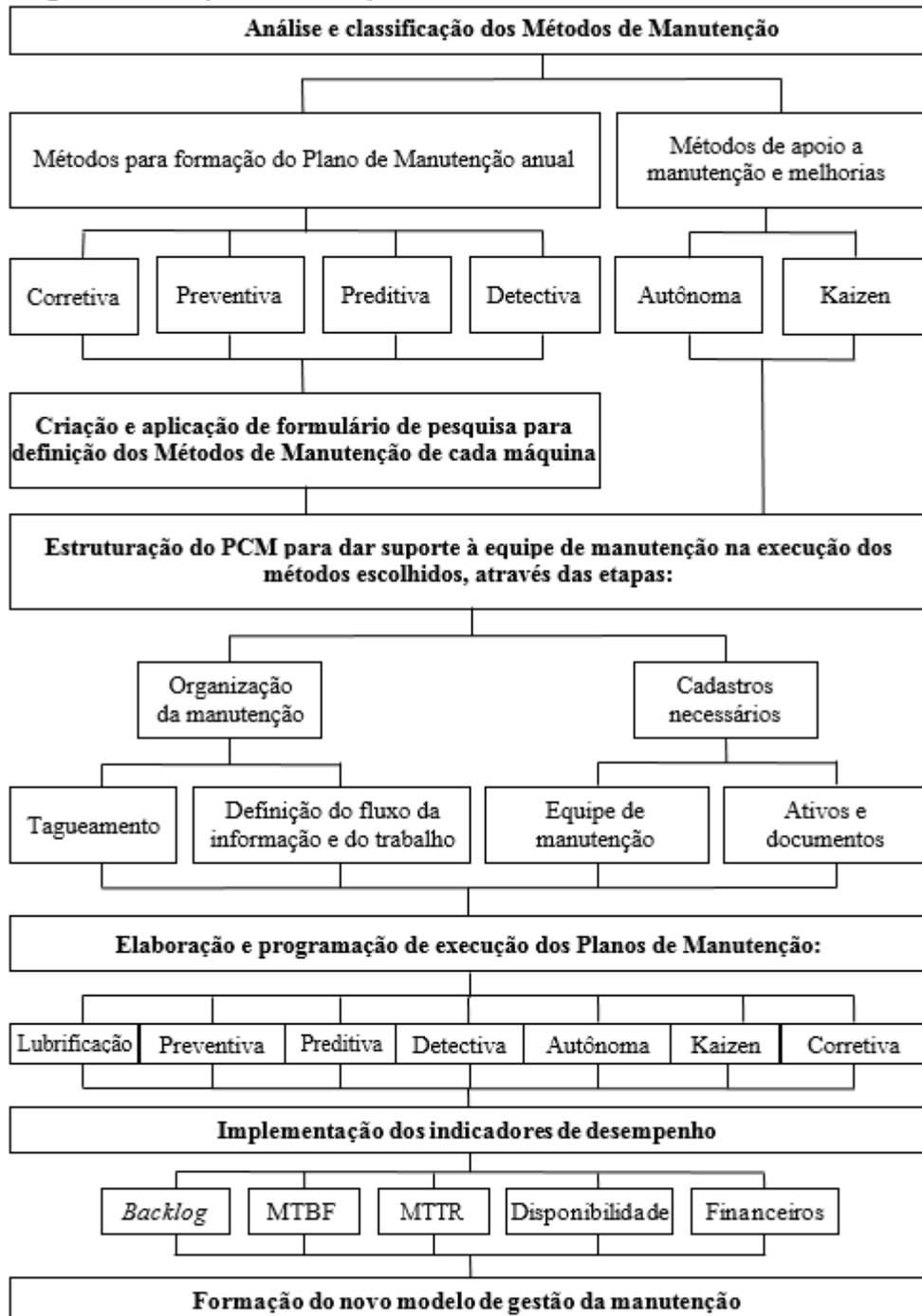
Gerhardt e Silveira (2009), afirmam que a pesquisa exploratória tem a função de familiarizar o pesquisador com o problema em questão, tendo como pressuposto tornar o conhecimento explícito, ou então, permitir a construção de hipóteses. Os autores citam que esse tipo de pesquisa, costuma dividir-se de três modos, através da pesquisa bibliográfica, ou de entrevistas com especialistas, ou ainda, pela análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Desta forma, desenvolveu-se um estudo de caso baseado em uma pesquisa exploratória, tendo em vista que segundo Gil (2006), alguns passos devem ser observados na construção desse tipo de trabalho: A delimitação do estudo de caso; a coleta de dados; a seleção, a análise e a interpretação desses dados; a elaboração de um relatório.

3.2 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM): Implantação

A fim de aplicar as ferramentas relativas ao PCM na linha de produção em estudo, são estabelecidos métodos e técnicas, que partem da análise do processo até então aplicado na empresa avaliada. A metodologia de avaliação, prospecção de dados e implantação de ferramentas, é apresentada no fluxograma da Figura 10, que é uma adaptação proposta pelo autor do presente trabalho, feita com base nas etapas de implantação de funções para o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), apresentado em Viana (2014).

Figura 10 - Etapas de avaliação



Fonte: Do autor, adaptado de Viana (2014).

As etapas propostas, as quais são aplicadas no estudo de caso, são descritas nos subitens a seguir:

3.2.1 Análise e classificação dos métodos de manutenção

Iniciou-se a análise com a seleção de seis métodos para implantação, o corretivo, o preventivo, o preditivo, o detectivo, o kaizen e o de manutenção autônoma. Após esta seleção inicial, classificaram-se os métodos em dois grupos, os pertinentes à formação de planos de manutenção, e também, os de apoio a manutenção e melhorias.

Para que um método seja considerado pertinente a formação de um plano de manutenção, avaliou-se qual a possibilidade de programação pré-agendada ou então, a presença de previsibilidade de ocorrência em cada método. Desta forma, os métodos corretivo, preventivo, preditivo e detectivo, enquadraram-se na formação de planos de manutenção.

Os métodos *kaizen* e manutenção autônoma não são aplicáveis na formação de um plano de manutenção, pois o *kaizen* refere-se a melhorias e investimentos, executados pela equipe de manutenção; e a manutenção autônoma refere-se a uma conduta dos operadores de máquina no dia-a-dia.

Ações de *kaizen* e de manutenção autônoma não podem ser programadas de forma automática, característica esta, do plano de manutenção. Essas ações são tidas como métodos de manutenção, devendo ser considerados no momento de um lançamento manual de OS, pois são utilizados em indicadores financeiros e de ocupação de mão de obra, por exemplo.

A linha de produção escolhida é composta por oito máquinas, que possuem características diferentes umas das outras. A escolha dos métodos de manutenção mais adequados a cada máquina, baseia-se nos critérios listados a seguir, que são abordados na literatura como sendo os principais na fundamentação da tomada de decisão, são eles:

- Criticidade da máquina;
- Complexidade das manutenções (requisitos técnicos);
- Tempo médio de reparo (MTTR);
- Frequência de quebras (MTBF);
- Recomendações do fabricante;
- Riscos à segurança (ao operador e às instalações);
- Perda de faturamento por hora parada;
- O efeito cascata que a quebra de um item pode causar nos demais;

- Custo máximo de uma quebra;
- Frequência de uso da máquina.

As respostas dos critérios citados servem de embasamento para a definição do método mais adequado a cada máquina. Como forma de padronizar a análise dos dados obtidos, são propostos parâmetros, que sirvam para relacionar a resposta obtida através de coleta de dados referentes a cada um dos critérios supracitados, com um método de manutenção correspondente. Ao final é contabilizado o percentual de atendimento aos critérios de cada método de manutenção.

Como forma de exemplificar o modelo descrito, em uma estratégia corretiva, por exemplo, a criticidade da máquina deve ser baixa, já para a preventiva, de média a alta, para a preditiva, deve ser alta e para a detectiva, esse critério não tem influência.

Ainda em relação ao critério de criticidade, por exemplo, foi possível observar também que ele pode ter pesos decisórios diferentes para cada método de manutenção. Portanto, foram atribuídos pesos para cada critério do método de manutenção, levando-se em conta os critérios apresentados nas Figura 11 e na Figura 12. Se o peso da criticidade equivale a 1,5 em uma escala de 0 a 10 e o das recomendações do fabricante equivale a 0,5, assume-se que a criticidade é um critério decisório mais importante do que as recomendações do fabricante.

Para equalizar os parâmetros e pesos de cada critério aos métodos de manutenção, são propostas a Figura 11 e a Figura 12

Figura 11 – Critérios e parâmetros para manutenção corretiva e preventiva

CRITÉRIOS E SEUS PARÂMETROS						
CRITÉRIOS	PARÂMETROS CORRETIVA			PARÂMETROS PREVENTIVA		
ITENS	LIMITE INFERIOR:	LIMITE SUPERIOR:	PESO	LIMITE INFERIOR:	LIMITE SUPERIOR:	PESO
1- Criticidade da máquina:	BAIXA	BAIXA	1,5	MÉDIA	ALTA	1,5
2- Complexidade das manutenções:	BAIXA	BAIXA	1	MÉDIA	ALTA	1
3- Tempo necessário (MTTR):	BAIXO	BAIXO	1,5	MÉDIA	ALTA	1,5
4- Frequência de Quebras (MTBF):	BAIXO	BAIXO	1	MÉDIA	ALTA	1
5- Recomendações do Fabricante:	SEM ESPECIFICAÇÃO	ESPECIFICADAS EM MANUAL	0,5	ESPECIFICADAS EM MANUAL	ESPECIFICADAS EM MANUAL	0,5
6- Riscos à Segurança:	BAIXO	BAIXO	1,5	MÉDIO	ALTO	1,5
7- FATORES ECONÔMICOS:						
a) Perda de faturamento por hora parada:	BAIXO	BAIXO	1	MÉDIA	ALTA	1
b) A quebra de um item pode causar a	BAIXO	BAIXO	1	MÉDIA	ALTA	1
c) Qual o custo máximo de uma quebra?	BAIXO	BAIXO	1	MÉDIO	ALTO	1
8- Frequência de uso da máquina:			0			0
		TOTAL:	10		TOTAL:	10

Fonte: Do autor.

Figura 12 – Critérios e parâmetros para manutenção preditiva e detectiva

CRITÉRIOS E SEUS PARÂMETROS						
CRITÉRIOS	PARÂMETROS PREDITIVA			PARÂMETROS DETECTIVA		
ITENS	LIMITE INFERIOR:	LIMITE SUPERIOR:	PESO	LIMITE INFERIOR:	LIMITE SUPERIOR:	PESO
1- Criticidade da máquina:	ALTO	ALTO	1,5			0
2- Complexidade das manutenções:	ALTO	ALTO	1			0
3- Tempo necessário (MTTR):	ALTO	ALTO	1,5			0
4- Frequência de Quebras (MTBF):	ALTO	ALTO	0,5			0
5- Recomendações do Fabricante:	ESPECIFICADAS EM MANUAL	ESPECIFICADAS EM MANUAL	0,5			0
6- Riscos à Segurança:	ALTO	ALTO	1,5	ALTO	ALTO	3
7- FATORES ECONÔMICOS:						
a) Perda de faturamento por hora parada:	ALTO	ALTO	1,5	ALTO	ALTO	2
b) A quebra de um item pode causar a quebra de outros?	ALTO	ALTO	1			0
c) Qual o custo máximo de uma quebra?	ALTO	ALTO	1			0
8- Frequência de uso da máquina:			0	MENSAL	ANUAL	5
			TOTAL: 10			TOTAL: 10

Fonte: Do autor.

Como forma de buscar o equilíbrio entre os critérios com seus respectivos parâmetros e pesos, levando em consideração também a realidade da empresa em estudo, aplicou-se um questionário a alguns funcionários especialistas de várias áreas, considerados vitais ao sistema atual de gestão da manutenção.

No questionário aplicado, é perguntado ao entrevistado se o mesmo concorda com os critérios, os parâmetros e os pesos previamente definidos para a escolha do método de manutenção. É disponibilizado também um campo para registro de observações, onde o entrevistado pode manifestar-se com sugestões. O questionário de avaliação do método corretivo pode ser visualizado como exemplo na Figura 13. Os demais métodos referentes aos planos de manutenções são avaliados da mesma maneira.

Figura 13 – Questionário dos critérios para manutenção Corretiva

CRITÉRIOS PARA CORRETIVA: CORRETIVA - PARÂMETROS				RESPOSTAS:		
CRITÉRIOS:	LIMITE INFERIOR:	LIMITE SUPERIOR:	PESO	CRITÉRIOS COERENTES?	OBSERVAÇÕES:	
1- Criticidade da máquina:	BAIXA	BAIXA	1,5	SIM() NÃO()		
2- Complexidade das manutenções:	BAIXA	BAIXA	1	SIM() NÃO()		
3- Tempo necessário (MTTR):	BAIXO	BAIXO	1,5	SIM() NÃO()		
4- Frequência de Quebras (MTBF):	BAIXO	BAIXO	1	SIM() NÃO()		
5- Recomendações do Fabricante:		ESPECIFICADAS EM MANUAL	0,5	SIM() NÃO()		
6- Riscos à Segurança:	BAIXO	BAIXO	1,5	SIM() NÃO()		
7- FATORES ECONÔMICOS:				SIM() NÃO()		
a) Perda de faturamento por hora parada:	BAIXO	BAIXO	1	SIM() NÃO()		
b) A quebra de um item pode causar a quebra de outros?	BAIXO	BAIXO	1	SIM() NÃO()		
c) Qual o custo máximo de uma quebra?	BAIXO	BAIXO	1	SIM() NÃO()		
8- Frequência de uso da máquina:			0	SIM() NÃO()		
			TOTAL: 10			

Fonte: Do autor.

Após a validação dos questionários referentes aos métodos corretivo, preventivo, preditivo e detectivo, que são exemplificados na Figuras 13, esse é aplicado às oito máquinas da linha de produção, onde os resultados são analisados estatisticamente para a definição sobre quais métodos serão aplicados em cada máquina.

3.2.2.1 Organização da manutenção

Trata-se da etapa que possibilita a implantação, execução e acompanhamento dos métodos de manutenção selecionados para o maquinário em estudo. Nesse sentido faz-se necessária a implantação do PCM, que se baseia no tagueamento e codificação de ativos, na definição o fluxograma de serviços, na utilização de SS e OS, entre outros;

3.2.2.1.1 Tagueamento e codificação de ativos

Os modelos de tagueamento e codificação dos ativos, são baseados no levantamento de dados da estrutura fabril da empresa. Desta forma, os ativos são divididos em departamentos, setores, linhas e máquinas.

Após a definição do organograma com os departamentos, os setores e por fim as linhas, parte-se para a listagem das máquinas e equipamentos que compõem essas linhas. De posse desses dados, aplica-se a regra de PDM na definição dos nomes cadastrados para os ativos encontrados. O modelo de nomenclatura e codificação do organograma da empresa é ilustrado na Figura 14.

Figura 14 - Regras de nomenclatura e codificação

CADASTRO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS:				
XX.	X.	X.	XX.	XX
PADRÃO DA EMPRESA	DEPARTAMENTO	SETOR	LINHA	EQUIPAMENTOS OU MÁQUINAS

Fonte: Do autor.

No caso das máquinas, utilizava-se até então na empresa o número de patrimônio para diferenciá-las no cadastro, porém esta prática exigia que os usuários do sistema decorassem os

números de patrimônio, ou então, se deslocassem até a máquina para terem certeza de estarem verificando a máquina correta. Com o uso das abreviações em conjunto com o PDM esta situação é simplificada. As abreviações dos setores e das linhas são ilustradas na Figura 15.

Figura 15 - Dicionário de siglas

DICIONÁRIO DE SIGLAS:	
SETOR:	SIGLA:
ENVASE DE LÍQUIDOS	ENVL
FORMULAÇÃO DE LÍQUIDOS	FORL
ENVASE DE LAVA ROUPAS EM PÓ	ENVP
FORMULAÇÃO DE LAVA ROUPAS EM PÓ	FORP
SOPRO DE FRASCOS	SP
SALA DE MÁQUINAS	SM
ALMOXARIFADO	ALM
EXPEDIÇÃO	EXP
LINHA:	SIGLA:
LINHA 01	01
LINHA 02	02
LINHA 03..	03
SALA DE SUPERVISÃO DA LINHA	90
PRÉDIO DA LINHA	91
OUTROS EQUIPAMENTOS DA LINHA	92

Fonte: Do autor.

Além de definir um nome padronizado, utilizando regras de PDM, são definidos os códigos dos departamentos, setores, linhas e máquinas. Os códigos seguem uma estrutura de codificação própria para a empresa, com 8 dígitos, sendo estruturados com base na lógica de agrupamento hierárquico. Na Figura 16 é apresentado o detalhamento do PDM adotado para o cadastro de máquinas, com a demonstração dos critérios escolhidos para definição de sua nomenclatura e codificação no sistema.

Figura 16 – Regras de codificação e PDM



Fonte: Do autor.

Como exemplificado na Figura 16, a codificação segue uma ordem lógica, onde os dois primeiros dígitos (76) correspondem a ativos e máquinas em geral. O dígito seguinte (1) corresponde ao departamento produtivo, o próximo dígito (1) corresponde ao setor de envase de líquidos. Na sequência, os dois próximos dígitos (01) correspondem ao número da linha, no caso a linha 01. Finalizando o código, os dois últimos dígitos representam a posição na linha onde a máquina está colocada, no caso, a máquina indicada seria a oitava máquina da linha, recebendo o número 80.

Optou-se por deixar uma folga de nove dígitos na codificação entre máquinas para que a codificação mantenha a expansividade, isto é, com a inclusão de novas máquinas em uma linha, dificilmente será necessário alterar códigos já cadastradas, devido a espaçamentos deixados de forma planejada.

3.2.2.1.2 Fluxograma de serviço

Após o tagueamento e codificação, é avaliado o fluxo da informação relativa a manutenção das máquinas. Assim, as informações são mapeadas desde a identificação da necessidade de intervenção mecânica, até a sua execução e pós-acompanhamento.

Baseado nos dados obtidos, é proposto um novo modelo de fluxo da informação, onde o objetivo principal é o de registrar em *software* específico todas as necessidades de manutenções, bem como, os históricos de execuções e demais dados que alimentem indicadores como o *backlog*, MTBF, MTTR, financeiros, entre outros.

3.2.2.1.3 Solicitação de Serviço

Dentro desse novo modelo proposto, foi remodelada também a OS existente a fim de contemplar os dados requeridos para alimentação de informações para outras partes do sistema. Além da OS, houve a necessidade de se incluir a SS, que é preenchida visando a simplicidade da inserção dos dados, para que usuários com menor aptidão em sistemas informatizados também possam requisitar os serviços dos manutentores sem maiores dificuldades.

As funcionalidades necessárias para o novo modelo de SS podem ser visualizadas na Figura 17.

Figura 17 – Funcionalidades da SS



Fonte: Do autor.

Para que a SS atenda às necessidades de especificações do problema que sejam necessárias para a geração da OS, bem como, a SS seja de fácil preenchimento, são propostos os seguintes dados para serem contemplados pela SS:

- Status: o cabeçalho da SS deve informar um status, ou seja, o estado de andamento da solicitação, que indicará se ela ainda não foi avaliada, se foi aprovada e virou OS, ou se foi reprovada e o motivo da reprovação;
- Solicitante: É útil saber de onde a solicitação surgiu, inclusive para monitorar a eficiência da manutenção autônoma, onde a participação dos operadores de máquinas é fundamental. Porém, o preenchimento desde campo não será obrigatório, tendo em vista que, apesar da importância de se saber quem são os maiores solicitantes de reparos e melhorias, é importante levar em consideração que operadores e auxiliares de produção, podem acabar sentindo-se desconfortáveis de terem seus nomes expostos para solicitações de melhoria de suas condições de trabalho, como por exemplo, a solicitação de ventiladores, ou melhorias de ergonomia, entre outros. A ideia principal da SS deve ser a de centralizar e formalizar todas as solicitações de reparo e melhorias, para que depois estas recebam um retorno coerente;

- Local: Deve ser informado o local de execução do trabalho, esta informação deve ser de preenchimento obrigatório, pois a empresa possui centenas de ativos cadastrados;
- Descrição: Campo onde o solicitante relatará seu problema e/ou indicará uma solução. Esse campo é de preenchimento obrigatório;
- Prazo: A data de execução do trabalho será definida pelo PCM, porém o solicitante terá a opção de informar uma data em que gostaria que o serviço fosse executado, esse campo não terá preenchimento obrigatório.

3.2.2.1.4 Ordem de Serviço

A OS será o guia do manutentor para a execução do trabalho, com isto, ela deve conter informações que o capacitem a executar o serviço, considerando que ele nunca o tenha executado antes. Costuma-se delegar atividades à manutentores que já tenham experiência na sua execução, ainda assim podem ocorrer imprevistos, como faltas, férias ou desligamento da empresa, portanto uma descrição completa é importante.

O novo modelo de OS deverá ser baseado na ferramenta 5w2h, respondendo às perguntas sobre o que fazer, por que fazer, onde fazer, quando fazer, quem fará, como será feito e quanto custará. As informações requisitadas podem ser observadas na Figura 18.

Figura 18 – Informações da OS



Fonte: Do autor.

- Status e método de manutenção: O cabeçalho das OS deve informar o status das mesmas, para que se possa classifica-las entre urgentes, concluídas, programadas aguardando execução, em atraso, e por fim, suspensas. Da mesma forma deve ser informado o método de manutenção desta OS, para que sejam alimentados indicadores de desempenho;
- Nº de patrimônio e da OS: Para fins contábeis, cada máquina possui um nº de patrimônio, que deve ser informado no cabeçalho, ao lado, deve ser informado o número da OS, sendo que cada OS deverá ter um número único, para fins de buscas e diferenciação de ordens idênticas;
- Solicitante: É útil saber de onde a ordem partiu, inclusive para monitorar a eficiência da manutenção autônoma, onde a participação dos operadores de máquinas é fundamental, porém o preenchimento deste campo não será obrigatório, tendo em vista que apesar da importância de se saber quem são os maiores solicitantes de reparos e melhorias, é importante levar em consideração que operadores e auxiliares de produção podem

acabar sentindo-se desconfortáveis de terem seus nomes expostos para solicitações de melhoria de suas condições de trabalho, como por exemplo a solicitação de ventiladores, ou melhorias de ergonomia, entre outros. Desta forma, caso o PCM não receba a informação sobre solicitante, a OS será atribuída ao supervisor do setor;

- Local e centro de custo: Deve ser informado o local de execução do trabalho, esta informação deve ser de preenchimento obrigatório, pois a empresa possui centenas de ativos cadastrados. Ao preencher o local, o sistema deve vincular o centro de custo e informa-lo no cabeçalho, assim indicadores do setor de contabilidade são abastecidos com informações;
- Descrição: Campo onde é descrito o problema e apresentado o meio de solucionar o mesmo;
- Prazo para execução e o tempo necessário: O responsável pelo PCM fica responsável pela programação da data de execução em parceria com o PCP, baseado na análise de disponibilidade de mão de obra, peças e equipamentos. O tempo necessário para execução é definido com base nos registros de tempo médio de execução dos reparos, e também, em acordo com o supervisor de manutenção, sendo esse repassado ao setor de PCP para as devidas programações de produção;
- Criticidade: A OS deve exibir a criticidade da máquina, que é um dos principais fatores que indicam a urgência na execução de um trabalho;
- Peças: Ao gerar a OS, o responsável pelo PCM em parceria com o supervisor de manutenção, deve listar todas as peças necessárias para a execução do trabalho, bem como avaliar o risco de quebra de outras peças não listadas na ordem, em decorrência de uma abertura de máquina. A OS só poderá ser programada quando todas as peças necessárias estiverem disponíveis no almoxarifado de peças;
- Ferramentas, EPI e treinamentos: Ao programar uma OS, é essencial verificar a disponibilidade de ferramentas e equipamentos, como chaves diversas, máquinas de solda, empilhadeiras, entre outros. Da mesma forma é necessário alocar manutentores treinados para utilizar as ferramentas, equipamentos e máquinas necessárias para execução do trabalho. Para tal, faz-se necessária uma verificação dos treinamentos de segurança e EPI dos manutentores antes da alocação em uma OS;
- Histórico da máquina: Uma avaliação do histórico da máquina é necessária no momento do lançamento da OS, a fim de verificar a recorrência dos defeitos, falhas e panes. A

apresentação de um breve histórico de manutenções aos manutentores que executarão o trabalho é importante;

- Origem da OS: A OS pode ser originada de três maneiras; via aprovação de SS, o que exige um retorno ao solicitante, informando da execução do trabalho; via plano de manutenção, com disparos automáticos, como o caso de manutenções preventivas, preditivas e lubrificações; de forma urgente, no caso de pane iminente ou já ocorrida, onde é dispensada a SS.

3.2.2.2 Cadastros necessários

Nesta etapa é realizado o levantamento dos manuais de instruções, documentos, desenhos técnicos, registros digitais e impressos de manutenções realizadas, bem como, são fotografadas todas as máquinas. Em conjunto com o setor de PCP, são obtidas informações sobre a criticidade de cada máquina. Esses dados são agrupados no *software* CMMS para consulta simplificada.

Para que indicadores como *backlog* e financeiros possam funcionar corretamente, bem como para evitar problemas de segurança com alocação de manutentores sem treinamentos em trabalhos de risco, ou então para evitar horas extras e alocação de trabalhos fora dos turnos de cada membro da equipe, é vital um cadastro da equipe de manutenção no *software*. Esse cadastro deve contemplar ao menos os itens da Figura 19.

Figura 19 – Dados sobre a equipe de manutentores



Fonte: Do autor.

3.2.2.3 Planos de manutenção

Os planos de manutenção foram elaborados com base no questionário aplicado em cada máquina. Os resultados estabelecem a estratégia de manutenção adotada na linha de produção.

No plano de manutenção é cadastrada a rotina de manutenção prevista para a máquina, com datas de execução, tempo necessário, relação de peças, detalhes de operações e *checklists*. Esse cadastro será feito em *software* CMMS com a funcionalidade de gerar rotinas diárias de execução e envio de e-mails com lembretes.

3.2.2.3.1 Programação da execução das manutenções

Etapa onde é definida a carteira de serviços, através da análise do plano de manutenção e da avaliação das SS. São avaliados também a demanda de especialistas, os materiais necessários e são priorizadas OS pelo grau de urgência.

3.2.3 Análise dos indicadores de desempenho utilizados

Etapa onde é proposta de implantação do *backlog*, do MTBF, do MTTR, disponibilidade e por fim, uso de indicadores financeiros.

3.2.3.1 Backlog

Através do cadastro da mão de obra do setor de manutenção, e da indicação da quantidade de horas trabalhadas no momento do lançamento das OS, será calculado o *backlog*, que servirá como ferramenta para indicar datas de execução para os serviços solicitados e avaliar a necessidade de aumento ou redução do quadro de manutentores.

3.2.3.2 MTBF

O MTBF será contabilizado através do período médio entre o lançamento de OS para cada máquina, sendo um termômetro da eficácia das manutenções prestadas.

3.2.3.3 MTTR

O MTTR será calculado através da extração do tempo de máquina parada informado no momento da conclusão da OS, sendo um indicador importante para medir a produtividade do maquinário e a eficiência dos manutentores nos reparos.

3.2.3.4 Disponibilidade

A Disponibilidade terá um funcionamento semelhante ao MTTR, pois também coletará dados da OS para verificar quantas horas o ativo ficou parado em manutenção, porém o cálculo é diferente, obtendo-se o percentual de disponibilidade do mesmo, que é expressado dividindo a quantidade de horas disponíveis para produção, pela subtração da quantidade de horas paradas das horas disponíveis para produção.

3.2.3.5 Indicadores financeiros

Indicadores financeiros são implantados com o objetivo de mensurar os valores aplicados em manutenção, separando-os por ativo, e subdividindo-os pelos métodos de manutenção. Os dados para o cálculo dos valores desprendidos por ativo, serão extraídos das OS concluídas, onde serão multiplicados a quantidade de horas de manutentores pelo valor por hora, acrescentando também, o valor gasto em peças de reposição e de reparo.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso aplicado no presente trabalho visa propor um novo modelo de gestão da manutenção baseado na estruturação de funções para o PCM. Para a estruturação do trabalho é utilizada como base, a linha de produção de Água Sanitária da empresa fabricante de produtos de higiene e limpeza Girando Sol, situada na cidade de Arroio do Meio – RS.

Esta linha de produção foi selecionada por dois motivos principais, ter alta carga de utilização, e também por envasar produtos agressivos a materiais amplamente utilizados em confecção de peças de máquinas, como aço carbono, aço inox e borracha, o que causa um desgaste acelerado em muitos componentes.

O estudo de caso proposto, baseia-se inicialmente no uso de formulários de pesquisa aplicados a funcionários chave, para com base em suas respostas, definir os métodos de manutenção mais adequados às máquinas da linha de produção. Através dos resultados obtidos, é avaliada a estrutura necessária para dar condições a equipe de manutentores executarem as ações pertinentes aos métodos encontrados.

Assim, inicia-se a organização da manutenção com os cadastros necessários, onde são listados os ativos e os recursos humanos disponíveis. Na sequência, são formados os planos de manutenção e aplicados os indicadores de desempenho.

Desta forma conduz-se a formação de um novo modelo de gestão da manutenção, onde o PCM tem o papel de coordenar as atividades da equipe de manutentores.

4.1 Definição dos métodos de manutenção

Os métodos de manutenção pertinentes a cada uma das oito máquinas da linha foram definidos com auxílio do questionário apresentado da Figura 13, na seção 3.2.1 Análise e classificação dos métodos de manutenção. Com esse questionário, foram entrevistados alguns colaboradores chave do processo produtivo da empresa, como a gerência de produção, supervisão de produção e manutenção, alguns manutentores e a coordenação do PCP.

A avaliação sobre o questionário apresentado foi positiva, com a aprovação por parte dos entrevistados aos critérios, aos parâmetros e aos pesos atribuídos. Concluída a etapa de validação do questionário, onde também foi contextualizado a sua função na definição dos métodos de manutenção, aplicou-se o mesmo aos entrevistados, que o responderam para cada máquina da linha em estudo.

Com base nas respostas, foram definidos os métodos das máquinas da linha estudada. A Figura 20 demonstra os resultados obtidos para uma máquina.

Figura 20 - ENVASADORA CLORADA IMSB EGT830/10 - ENVL01

ENVASADORA CLORADA IMSB EGT830/10 - ENVL01		
ITENS	RESPOSTAS:	
1- Criticidade da máquina (sistema):	Z	
2- Complexidade das manutenções (requisitos técnicos):	MÉDIO	
3- Tempo necessário (MTTR):	MÉDIO	
4- Frequência de Quebras (MTBF):	MÉDIO	
5- Recomendações do Fabricante:	ESPECIFICADAS EM MANUAL	
6- Riscos à Segurança:	MÉDIO	
7- FATORES ECONÔMICOS:		
a) Perda de faturamento por hora parada:	ALTO	
b) A quebra de um item pode causar a quebra de outros?	ALTO	
c) Qual o custo máximo de uma quebra?	ALTO	
8- Frequência de uso da máquina:	DIÁRIA	
APLICAÇÃO DE CADA MÉTODO DE MANUTENÇÃO:		
MÉTODO:	IMPACTO (0 À 100%)	MÉDIA (SOMA = 100%)
CORRETIVA:	10,00%	6%
PREVENTIVA:	80,00%	50%
PREDITIVA:	50,00%	31%
DETECTIVA:	20,00%	13%
SOMA:	160,00%	MÉDIA: 100%

Fonte: Do autor.

Os resultados obtidos são exibidos em duas colunas, onde a primeira refere-se ao impacto ou percentual de atendimento de 0 à 100% aos requisitos de cada método, ou seja, para essa máquina o método preventivo tem 80% de seus requisitos atingidos, o preditivo tem 50% atingidos, o detectivo possui 20% e o corretivo 10%. A soma destes percentuais resulta 160%, ela é utilizada para o cálculo da segunda coluna.

Na segunda coluna simula-se qual a participação de cada método na estratégia da máquina. Desta maneira, uma máquina tendo 80% dos critérios para o método preventivo preenchidos, e a soma dos percentuais dos quatro métodos chegando a 160%, entende-se que dividindo 80% por 160%, chega-se ao resultando de 50% das ações de manutenção nesta máquina devem ser preventivas.

Com a finalidade de analisar o percentual de preenchimento das máquinas aos requisitos para cada método de manutenção, a Figura 21 apresenta um gráfico de radar. Em uma análise simples, pode ser observada a tendência das máquinas desta linha de produção para a estratégia preventiva com leve tendência à preditiva.

Figura 21 – Preenchimento dos requisitos dos métodos de manutenção



Fonte: Do autor.

A estratégia preventiva com inclinação para preditiva, tem relação direta com as características da linha em geral. A água sanitária é um produto que corrói diversos tipos de materiais, como o aço carbono, aço inox e a borracha, que são amplamente utilizados na produção de peças para máquinas. Outro aspecto que influi no resultado da estratégia da linha, é alta demanda de vendas, o que faz com que a carga de utilização das máquinas seja alta.

Além da avaliação sobre a agressividade do produto envasado na linha e da alta carga de utilização das máquinas, fatores esses que se avaliados isoladamente tendem a uma estratégia preditiva, são avaliados também, em um contexto geral, o tempo médio de reparos, o tempo médio entre falhas e a complexidade das manutenções.

Estas demais avaliações não apresentam requisitos que possam ser considerados suficientemente altos para encaixarem-se ao método preditivo, conforme análise dos resultados dos formulários da Figura 21. Desta forma a estratégia obtida para a linha acaba por ser um misto entre preventiva, preditiva e corretiva.

4.2 Estruturando as funções para o PCM

A estruturação das funções para o PCM se faz necessária para dar suporte à equipe de manutentores. Esta estruturação é dividida em quatro etapas principais, a organização da manutenção; os cadastros necessários; a elaboração dos planos de manutenção; a implantação de indicadores de desempenho.

4.2.1 Organizando a manutenção

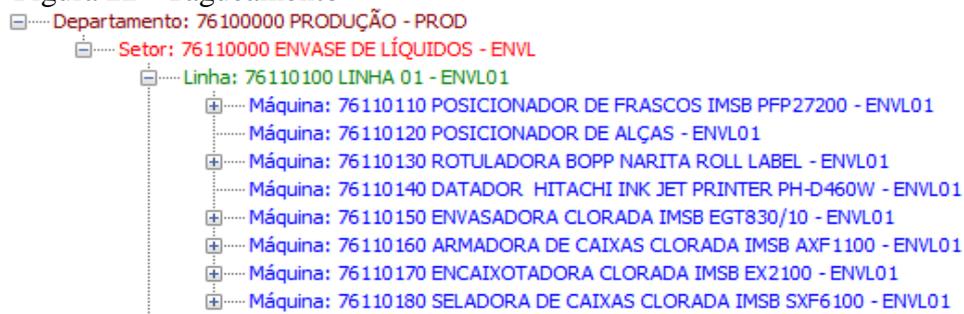
A organização do setor de manutenção possibilita a implantação, execução e acompanhamento dos métodos de manutenção selecionados para o maquinário em estudo. Nesse sentido a implantação do PCM baseia-se em três pontos principais, que são: o tagging e codificação das máquinas, a definição do fluxograma de serviços e então, a elaboração dos modelos de SS e OS.

4.2.1.1 Tagueando e codificando os ativos

Os modelos de tagueamento e codificação dos ativos são baseados no levantamento da estrutura fabril da empresa, onde são classificados os departamentos, os setores, as linhas e as máquinas.

A linha de produção abordada, encontra-se no departamento produtivo e no setor de envase de líquidos (linha número 01), conforme ilustrado na Figura 22.

Figura 22 - Tagueamento

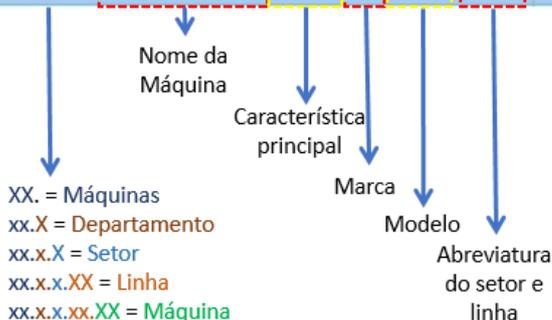


Fonte: Dados obtidos pelo autor utilizando software GSOLSYS na empresa Girando Sol.

Como ilustrado na Figura 14, na seção 3.2.2.1.1 Tagueamento e codificação de ativos, utilizou-se o recurso do PDM para a formação das *tags* e códigos. A Figura 23 apresenta a nomenclatura e a codificação utilizada para os departamentos, setores, linhas e máquinas abordados nesse estudo de caso:

Figura 23 – Codificação e tagueamento das oito máquinas da linha de produção

Estrutural	Nome	Patrimonio	Departamento	Setor	Nome Linha
76.1.1.01.10	POSICIONADOR DE FRASCOS IMSB PFP27200 - ENVL01	2608	PRODUÇÃO - PROD	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL	LINHA 01 - ENVL01
76.1.1.01.20	POSICIONADOR DE ALÇAS - ENVL01	3203	PRODUÇÃO - PROD	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL	LINHA 01 - ENVL01
76.1.1.01.30	ROTULADORA BOPP NARITA ROLL LABEL - ENVL01	2642	PRODUÇÃO - PROD	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL	LINHA 01 - ENVL01
76.1.1.01.40	DATADOR HITACHI INK JET PRINTER PH-D460W - ENVL01	3075	PRODUÇÃO - PROD	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL	LINHA 01 - ENVL01
76.1.1.01.50	ENVASADORA CLORADA IMSB EGT830/10 - ENVL01	2614	PRODUÇÃO - PROD	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL	LINHA 01 - ENVL01
76.1.1.01.60	ARMADORA DE CAIXAS CLORADA IMSB AXF1100 - ENVL01	2609	PRODUÇÃO - PROD	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL	LINHA 01 - ENVL01
76.1.1.01.70	ENCAIXOTADORA CLORADA IMSB EX2100 - ENVL01	2610	PRODUÇÃO - PROD	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL	LINHA 01 - ENVL01
76.1.1.01.80	SELADORA DE CAIXAS CLORADA IMSB SXF6100 - ENVL01	2611	PRODUÇÃO - PROD	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL	LINHA 01 - ENVL01



Fonte: Dados adaptados pelo autor utilizando software GSOLSYS na empresa Girando Sol.

Para compreender a importância das modificações propostas no método de codificação dos ativos, é importante mencionar que anteriormente ao modelo proposto, as máquinas utilizavam o número de patrimônio como forma de diferenciação no cadastro. Esta prática exige que os usuários do sistema decorem esses números, ou, então, tenham que se deslocar até o ativo para a confirmação de estarem analisando a máquina correta. Esta situação pode ser observada na Figura 24, onde o número de patrimônio é exibido na coluna Complemento 01, sendo a única forma de diferenciar as máquinas Rotuladoras cadastradas.

Figura 24 – Diferenciação pelo número de patrimônio

Produto	Complemento 01	Complemento 02	Descricao Interna
Rotuladora (R20)	322	0	
Rotuladora (R20)	2641	1	
Rotuladora (R20)	2642	1	
Rotuladora (R20)	2927	0	
Rotuladora (R20)	2930	0	
Rotuladora (R20)	1710	50	
Rotuladora (R20)	2914	1	
Rotuladora (R20)	2642	50	
Rotuladora (R20)	3212	0	
Rotuladora (R20)	3212	01	
Rotuladora (R20)	3342	0	
Rotuladora (R20)	2914	2	
Rotuladora (R20)	3969	0	
Rotuladora (R20)	2642	2	
Rotuladora (R20)	2643	0	

Fonte: Dados obtidos pelo autor utilizando software PSi na empresa Girando Sol.

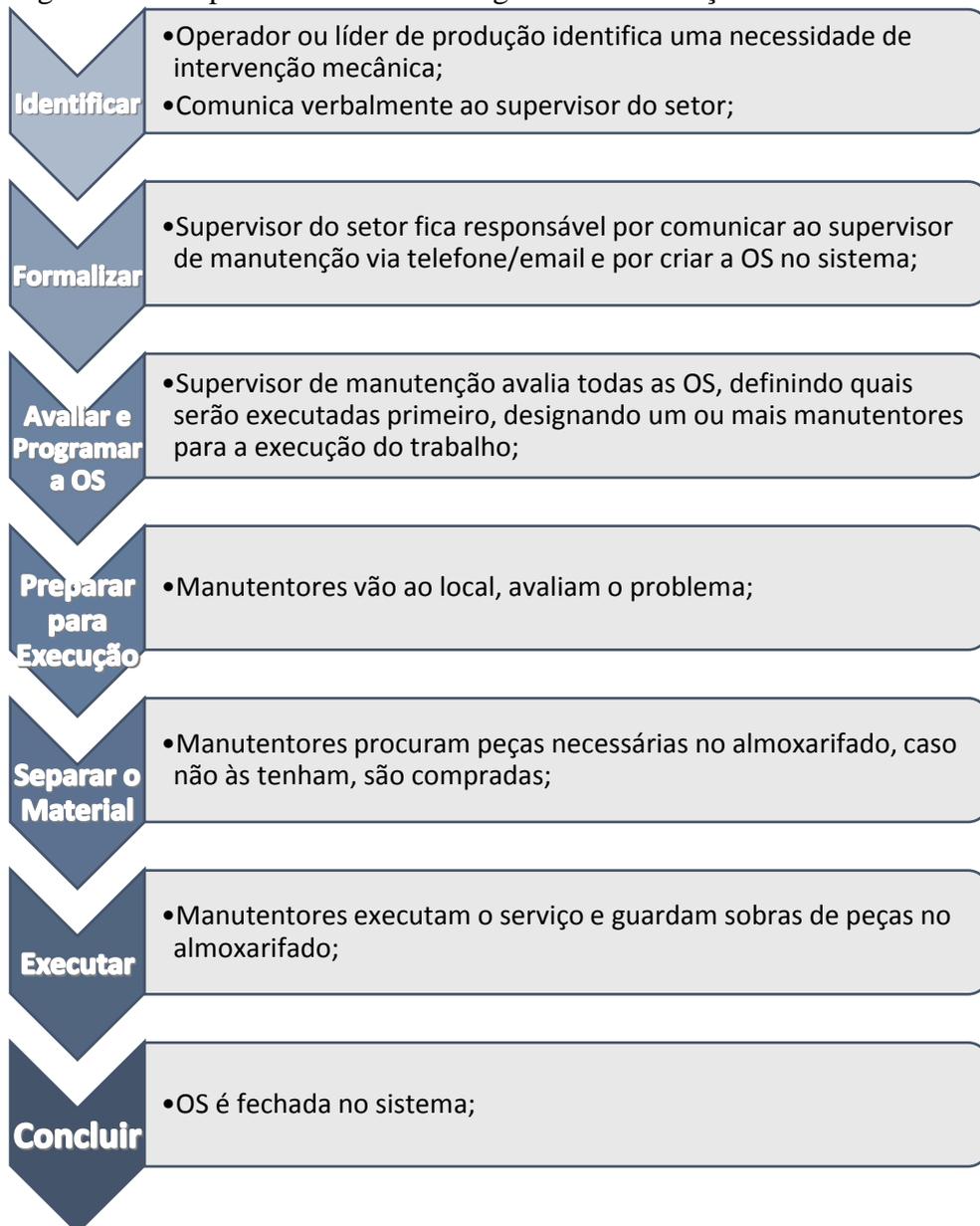
4.2.1.2 Fluxograma de serviço

A análise do fluxo de serviço é uma etapa vital para o bom andamento das rotinas diárias de manutenção. Nesta etapa, em um primeiro momento analisa-se o fluxo do serviço de manutenção, sendo mapeado desde o momento da percepção da necessidade de intervenção mecânica, passando pela data da execução da atividade, e por fim avaliando seu pós-acompanhamento para verificação da eficácia do trabalho.

Analisando a realidade encontrada na empresa, percebeu-se que a informação muitas vezes acabava correndo risco de não ser repassada a equipe de manutenção, que por sua vez, quando recebia a informação sobre a necessidade de intervenção mecânica, acabava por ter poucos dados, ocasionando interpretações ambíguas e falta de materiais para execução.

O fluxo da informação encontrado na empresa dava-se conforme a Figura 25.

Figura 25 – Mapeamento do fluxo original da informação



Fonte: Do autor.

Em uma análise da sequência adotada são propostas mudanças, que necessitam também da alteração do modelo de OS existente e da criação de um modelo de SS. Ou seja, o modelo utilizado de OS não responde às perguntas da ferramenta 5w2h, bem como, não apresenta um cabeçalho com informações importantes, conforme mencionado na seção 4.2.1.2.2 Ordem de Serviço.

A Figura 26 demonstra o modelo de OS utilizado pela empresa.

Figura 26 – Ordem de serviço atual

(410200) Ordem de Serviço Imob.Int.Mecanica Corretiva

Ordem Serviço: Criação: 17/04/2017 09:12 Controle: 0

Colaborador: 177 Felipe Jaco Hunemeyer

Cadastro: 1 Indústria e Comércio de Produtos de Limpeza Girando Sol Ltda

Complemento: 0 Controle: 0

Produto: 0

Descricao Interna:

Data Previsao: / / : Condicao: 0

Servico: 0 0 0

Valor: 0,00

(410202) Descrição do problema

Entregue por: Manutenção Telefone:

Descricao do problema

Ordem de serviço para testes.
Toda a descrição do trabalho é feita manualmente por encarregados, supervisores e alguns operadores, que digitam todo o texto de forma empírica.

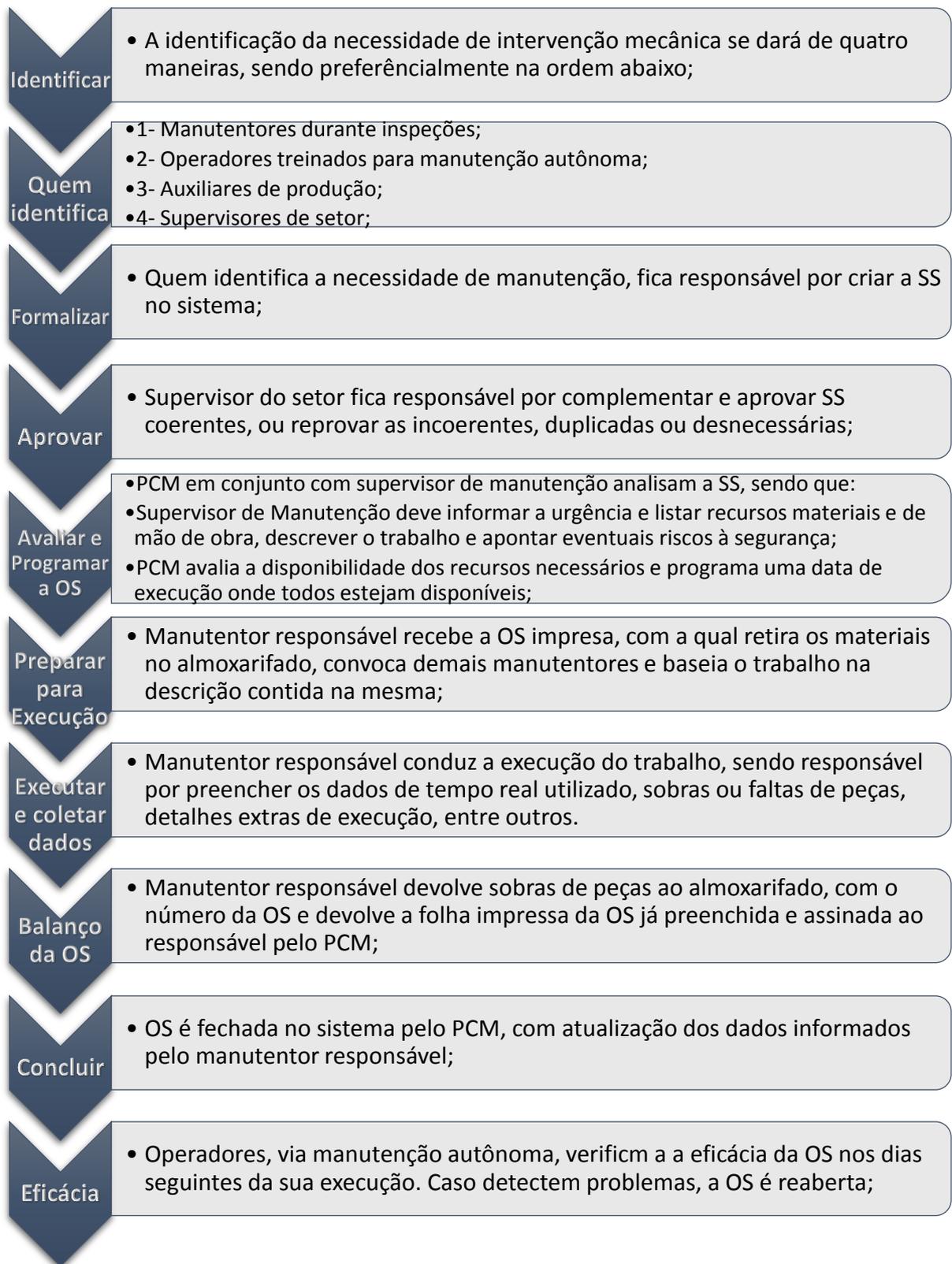
F2 F9 F10

Fonte: Dados obtidos pelo autor utilizando software PSi na empresa Girando Sol.

Desta forma, são levantadas várias oportunidades de melhoria no fluxo da informação. Essas oportunidades partem do princípio básico de formalizar as necessidades de intervenções mecânicas, envolvendo a equipe de produção via manutenção autônoma, bem como, de oferecer um retorno adequado a essas solicitações também de maneira formal, via sistema informatizado.

O fluxo de informação precisa ser uma via de duas mãos, onde quem solicita os trabalhos dos mantenedores, receba um retorno sobre suas solicitações. A informação não deve fluir apenas do setor produtivo sem que exista um retorno formal por parte do setor de manutenção. Para tal, um novo fluxograma é proposto conforme a Figura 27.

Figura 27 – Novo fluxograma da informação e serviço



Conforme o fluxograma proposto na Figura 27, o fluxo da informação deve passar por nove etapas: Identificar; quem identifica; formalizar; aprovar; avaliar e programar a OS; preparar para a execução; executar e coletar dados; balanço da OS; conclusão da OS; análise da eficácia. As etapas propostas, são descritas na sequência:

Identificar: A identificação da necessidade de manutenção deve ocorrer de acordo com o método de manutenção adotado. Máquinas com estratégias preventivas, preditivas e detectivas devem ter as necessidades de manutenção preferencialmente percebidas pela equipe de manutenção, durante suas rotinas de inspeções e lubrificações.

Quem identifica: Os supervisores de setor não devem ser os maiores responsáveis pelos lançamentos de SS e OS, fazendo-os apenas em último caso. As identificações das necessidades de intervenções mecânicas devem partir prioritariamente já da própria equipe de manutenção, que em suas rotinas de lubrificações, trocas preventivas e acompanhamentos preditivos, devem ficar atentos as condições dos equipamentos e ambiente de trabalho, solicitando reparos e melhorias antes desses serem percebidas pelo setor produtivo.

Baseado nos princípios da manutenção autônoma, onde a temática principal está em implantar o sentimento de que os operadores e auxiliares devem sentir-se donos de suas máquinas, é vital treinar os mesmos para que possam solicitar via sistema as melhorias e correções por conta própria, gerando assim SS que tenham passadas despercebidas pela equipe de manutenção.

Desta forma, a percepção de necessidades de manutenção por supervisores de produção tende a ser minimizada.

Formalizar: A SS deve ser lançada por quem a identificou, formalizando assim a solicitação que fica disponível para qualquer usuário do sistema.

A comunicação oficial da necessidade de intervenção mecânica deve ser sempre via sistema. O uso de telefone para detalhar um pouco mais o trabalho ou informar de uma maior urgência pode ser considerado válido, desde que sirva para complementar informações, nunca para alterar dados registradas em sistema. Caso seja necessário alterar alguma solicitação de serviço, isto deve ser registrado formalmente.

Aprovar: O trabalho dos supervisores de setor no tocante a gestão da manutenção, deve ater-se à complementar SS geradas, adicionando ou corrigindo informações, assim como

filtrando SS duplicadas, e também, em último caso, gerando SS que possam não ter sido percebidas por operadores. De qualquer maneira, é vital envolver os operadores em todas as mudanças que possam ocorrer no maquinário, mesmo que esta necessidade não tendo sido percebida pelo operador.

Avaliar e programar a OS: A sequência de execução das SS será definida pelo programador de manutenção em conjunto com o supervisor de manutenção e coordenador de PCP. Existem vários fatores que precisam ser observados, como agendamento das paradas da máquina com o PCP, o status da SS, a sua urgência, a criticidade da máquina, a data de solicitação, *backlog* atual, complexidade e necessidade de especialistas para execução, disponibilidade de peças e ferramentas, entre outros.

Antes de finalizar o agendamento da execução, deverá ser verificado se todas as peças e equipamentos para a execução da OS estão disponíveis em estoque. As mesmas devem ser requisitadas via sistema no momento da geração da OS e reservadas pelo almoxarifado de peças. Caso sejam necessários itens que não existam em estoque, a OS deve ficar pendente até a entrada de todo material necessário, tendo em vista que a falta de peças para substituição imediata após a abertura de uma máquina causa diversos transtornos e perdas financeiras.

Preparar para execução: Antes da execução do serviço, a equipe envolvida deve receber a OS impressa, com a qual desempenhará diversas atividades como a retirada das peças e equipamentos necessários no almoxarifado, o *checklist* do material, a verificação dos EPIs e treinamentos necessários, bem como, terá informações sobre como e onde executar a atividade. Contará também com um breve histórico do ativo e tempo o esperado para a execução do serviço.

Executar e coletar dados: Após a conclusão do trabalho, o manutentor deve preencher a quantidade real de horas utilizadas, bem como, informar eventuais sobras ou faltas de peças ao almoxarifado. Com esses dados em mãos, o responsável pelo PCM atualiza as informações da OS, e o almoxarifado executa a baixa ou entrada dessas peças relativas à OS em que estavam destinadas.

Caso a equipe tenha verificado diferenças na execução comparado ao especificado na OS, ou tenha executado um trabalho complexo, é de grande importância o registro dessas informações na OS impressa. Esses dados devem ser arquivados, ficando disponíveis em futuras manutenções. O registro de imagens e vídeos é válido para manutenções complexas.

Balanço da OS: Ao final a OS impressa é devolvida ao programador de manutenção, já preenchida e assinada, onde é avaliada e tem seus dados atualizados no sistema.

Concluir: Com os dados de execução em mãos, a mesma é fechada no sistema, alimentando indicadores de desempenho, contábeis e financeiros.

Eficácia: Após a conclusão do trabalho, entra em vigência a manutenção autônoma, que deve verificar a eficácia do trabalho realizado, ficando atenta aos sinais pertinentes a um novo defeito, falha ou pane. Caso seja identificada alguma anomalia recorrente, deve ser solicitada a reabertura da OS concluída, sendo esta tachada como não eficaz no sistema.

Desta forma, é possível controlar a eficiência através das horas utilizadas no trabalho, assim como, a eficácia através da durabilidade dos serviços executados pelos manutentores. Esse controle tende a ser bastante efetivo por envolver os próprios operadores no monitoramento do serviço executado, já que são parte interessada no bom andamento das manutenções do maquinário por serem afetados no seu desempenho diário na execução de tarefas.

4.2.1.2.1 Solicitação de Serviço

Com base na necessidade de existir um meio de formalizar o pedido de intervenção mecânica, mas sem perder a simplicidade, tendo em vista que deve ser uma ferramenta que todos os operadores tenham acesso, viabilizou-se um modelo de SS. Esse modelo busca obter o máximo de informações fundamentais necessárias, porém sem preenchimento obrigatório de todos os campos disponíveis, o que permite que operadores façam desde solicitações elaboradas e completas, até simples pedidos com textos escritos sem muito aprofundamento.

A proposta da SS, é de que ela seja simples, para que possa ser criada por qualquer usuário, a fim de que não sejam perdidas informações importantes por questões ligadas à falta de aptidão no uso de software. Os supervisores de setor passam a ocupar o papel de complementar ou até mesmo reprovar as SS, caso estejam incompletas ou duplicadas, ou então, sejam desnecessárias. É importante o aval do supervisor de setor para que a SS possa ser avaliada pelo programador de manutenção, virando assim, uma OS.

Como forma de facilitar o preenchimento da SS, e também como um meio de aprimorar a qualidade da informação contida na mesma, verificaram-se quais as causas de problemas mais comuns em cada máquina, cadastrando-as no sistema. Com isto, foi criada uma tabela em cada máquina onde ficou contido um “cadastro de causas”, que, ao ser selecionado no lançamento da SS, já traz os demais dados pré-cadastrados, como ferramentas, peças e horas necessárias, entre outros. A Figura 28 apresenta um modelo de cadastro de causa, onde manutenções recorrentes são cadastradas.

Figura 28 – Causa padrão

MOTIVO DO SERVIÇO - WHY (CAUSA PADRÃO)			
Quebra de eixo XXX			
O QUE FAZER - WHAT (PROCEDIMENTO PADRÃO)			
-Desligar a chave geral da máquina; -Remover tampas 2, 3 e 7, nesta sequência; - Utilizar chave de boca 20 com dobra especial e lanterna para alcançar os pontos de fixação do eixo; -Retirar com cuidado...			
QUANDO - WHEN (TEMPO PADRÃO)			
TEMPO PREVISTO:	06:00h	TEMPO P/ TESTES:	02:00h
QUEM - WHO (EQUIPE PADRÃO)			
EXECUTANTE:	EQUIPE:	PREV.:	
Pedro		_: _h	
Jozé		_: _h	
Alceu		_: _h	
Oscar		_: _h	
COMO - HOW (MATERIAL PADRÃO)			
FERRAMENTAS/EQUIP.:			
EPI/TREINAMENTOS:			
CÓDIGO:	PEÇAS:	QUANT.:	
77.00.00.00	peça 2	1	
77.00.00.01	peça1	10	
77.00.00.02	peça4	2	
77.00.00.03	peça 3	25	

Fonte: Do autor.

Desta forma, solicitações de reparo ou melhoria são formalizadas com a comunicação formal via sistema ao supervisor de setor, o que evita esquecimentos. O supervisor, por sua vez, pode decidir se reprovaa, aprova ou complementa a SS, para então enviar uma solicitação mais completa ao responsável pelo PCM, que poderá assim programar com mais efetividade as OS.

Figura 29 – Modelo de SS proposto

SOLICITAÇÃO DE SERVIÇO (SS)			
DPTO:	PRODUTIVO	STATUS:	NÃO AVALIADA
SETOR:	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL	URGENTE (X)	
LINHA:	01	EQUIPE:	Mecânica 2
ATIVO:	POSICIONADOR DE FRASCOS IMSB PFP27200 - ENVL01		
TAG:			
MOTIVO DO SERVIÇO - WHY			
DESCRIÇÃO PADRÃO:	Rolamento YYY desgastado		
DESCRIÇÃO MANUAL:			
O QUE FAZER - WHAT			
DESCRIÇÃO PADRÃO DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO:			
-Verificar nível de ruído a cada 2 dias, se estiver acima de XX dB, trocar imediatamente; -Utilizar somente Mancal da marca X devido a...			
DESCRIÇÃO MANUAL DE EXECUÇÃO:			

Fonte: Do autor.

A SS dispõe de diversos campos para serem preenchidos de forma intuitiva, onde o departamento, setor, linha e ativo, são exibidos para que o usuário selecione o local adequado. Na parte de “MOTIVO DO SERVIÇO – *WHY*”, o usuário pode optar por selecionar uma causa já presente no cadastro de causas, ou então inserir uma solicitação nova em “DESCRIÇÃO MANUAL”. A SS necessita obrigatoriamente apenas de um motivo de serviço, seja ele uma “DESCRIÇÃO PADRÃO” ou “DESCRIÇÃO MANUAL” para que possa ser lançada, mas quanto mais informações forem inseridas, maior a eficiência do lançamento da OS posteriormente.

4.2.1.2.2 Ordem de Serviço

O modelo de OS proposto é embasado na ferramenta 5w2h, respondendo portanto, às perguntas sobre o que fazer, por que fazer, onde fazer, quando fazer, quem fará, como será feito e quanto custará. A emissão das OS pode originar-se de três maneiras diferentes, partindo de uma SS, ou então através dos planos de manutenção, em que são emitidas automaticamente de acordo com horas trabalhadas da máquina ou datas pré-agendadas em datas fixas, bem como, de forma urgente em caso de pane iminente ou concreta. A Figura 30 apresenta a OS proposta.

Figura 30 – Modelo de OS proposto

ORDEM DE SERVIÇO (OS)							
DPTO:	PROD	Nº da OS:	12345	C. CUSTO:	1305	STATUS:	NÃO INICIADA
SETOR:	ENVL	ORIGEM da OS:	Via SS	TIPO:	Corretiva	URGENTE (X)	
LINHA:	01	Nº SS ORIGEM:	10205	EQUIPE:	Mecânica 2		
ATIVO:	POSICIONADOR DE FRASCOS IMSB PFP27200 - ENVL01						
TAG:	ENVL01-10-04 CONJUNTO DA ÁRVORE DO POSICIONADOR -DESC.022201C05-04						
MOTIVO DO SERVIÇO - WHY							
DESCRIÇÃO PADRÃO:	NR 12 com Defeito						
DESCRIÇÃO MANUAL:							
BREVE HISTÓRICO:				RESPONSÁVEL:		DATA:	
Sensor Queimado				Pedro		17/11/2016	
CLP Queimado				Fulano		16/11/2016	
Rolamento da Parte YYY desgastado				Pedro		10/10/2016	
O QUE FAZER - WHAT							
DESCRIÇÃO PADRÃO DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO:							
Informar o técnico de segurança via email antes de executar o reparo, o mesmo deve acompanhar sempre que possível, ou então dar o aval de que está ok a alteração via email.							
DESCRIÇÃO MANUAL DE EXECUÇÃO:							
QUANDO - WHEN							
DATA PREVISTA:	__/__/__	TEMPO PREVISTO:	06:00h	TEMPO P/ TESTES:	02:00h		
REALIZADO:	__/__/__	REALIZADO:	08:00h	REALIZADO:	01:00h		
QUEM - WHO							
EXECUTANTE:				EQUIPE:		PREV.: REALIZ.:	
Mário				Pintores		: h : h	
Alceu				Elétrica 2		: h : h	
Oscar				Pintores		: h : h	
COMO - HOW							
FERRAMENTAS/EQUIP.:							
EPI/TREINAMENTOS:							
CÓDIGO:				PEÇAS:		QUANT.: RETIRADA: REALIZ.:	
77.00.00.00				peça 2		1 17/11/16 : h	
77.00.00.01				peça 1		10 24/11/16 : h	
77.00.00.03				peça 3		25 21/11/16 : h	
ASSINATURAS:							
SOLICITANTE		APROVAÇÃO		MANUTENÇÃO		DATA	

Fonte: Do autor.

O modelo de OS proposto pode ser dividido em sete partes, onde são respondidas todas as perguntas do método 5w2h e incluídas informações de identificação da OS no seu cabeçalho. A parte do *how much* (quanto custará) não será informada diretamente na OS por questões de sigilo no investimento de valores com peças, materiais de consumo, custo de mão de obra, entre outros. Esses dados serão calculados a partir de informações obtidas na OS, sendo visualizados na seção de indicadores financeiros, que terão acesso restrito. As seis partes são divididas em:

- Ordem de Serviço (OS): Nesta parte é respondida a pergunta sobre onde o trabalho será realizado (*Where*). São informados também dados necessários para a formação do cabeçalho da OS, como seu número, sua origem, método de manutenção, status, urgência, entre outros;

- Motivo do serviço – *Why*: Etapa onde o motivo de serviço é informado de forma sucinta, com apresentação do título do problema, como por exemplo, “NR 12 com defeito”. Os problemas apresentados vão sendo cadastrados no cadastro de causas, sendo que se ele for recorrente, será listado no campo “Descrição Padrão”. Caso seja um problema novo que não esteja cadastrado, o preenchimento se dará no campo “Descrição manual”. Logo abaixo, é apresentado um breve histórico com os três últimos motivos de serviço, quem os executou e a data das ocorrências;
- O que fazer – *What*: Esta parte é composta por dois campos, sendo o primeiro, “Descrição padrão de execução do serviço”, preenchido automaticamente com a seleção de um título de problema presente no cadastro de causas, que pode ser selecionado na seção anterior, “Motivo do Serviço – *Why*”. O segundo campo, “Descrição manual de execução” deve ser preenchido caso o motivo do serviço não seja uma causa padrão pré-cadastrada, ou então, se for necessário detalhar mais a causa padrão;
- Quando – *When*: Momento em que é programada a data de execução da OS, assim como o tempo previsto para o serviço e o tempo necessário para a calibragem e demais ajustes finos ao reiniciar os trabalhos com o ativo. São disponibilizados também os campos para preenchimento dos dados conforme o que foi realizado na prática. No momento do fechamento da OS são substituídos os dados de tempo previsto pelo tempo real, informado pelos manutentores. Fica sob responsabilidade do supervisor de manutenção cobrar a execução dos trabalhos conforme previamente definido;
- Quem – *Who*: onde é delegada a equipe responsável pela execução, bem como atribuída a quantidade de horas estimada em que cada manutentor trabalhará na execução da OS. Esses dados são atualizados após a execução dos trabalhos, a partir da devolução da OS impressa preenchida ao responsável pelo PCM. Através da alocação dos manutentores e da quantidade de horas necessárias de cada um deles, é calculado o *backlog*. Também é informado ao programador de manutenção, a jornada de trabalho dos manutentores e seus treinamentos e habilitações para uso de ferramentas e máquinas, evitando assim, horas extras desnecessárias e alocação de manutentores em trabalhos que lhes ofereçam riscos à segurança;
- Como – *How*: Etapa onde são listadas as ferramentas e equipamentos necessários, como máquinas de solda, chaves de boca, empilhadeiras, cintos para trabalhos em altura, entre outros. Da mesma forma são listados os treinamentos de segurança e cursos necessários para execução dos trabalhos, como curso de solda, habilitação para operar empilhadeira,

treinamentos para trabalho em altura ou para espaço confinado, entre outros. Finalizando a seção, são listadas as peças necessárias para a execução do trabalho. As peças precisam estar disponíveis em estoque para que a manutenção possa ser iniciada;

Finalizando a OS, são encontrados campos para assinatura das partes interessadas na execução da ordem, o solicitante, no caso de uma OS originada de uma SS; quem aprovou, que normalmente será o supervisor do setor, ou no caso das ordens originadas do plano de manutenção, a assinatura pode ser do supervisor de manutenção; e por fim, a assinatura do mantenedor responsável pela OS e a data da entrega do formulário da OS ao PCM.

4.2.2 Cadastros necessários

Com a listagem das máquinas, a definição dos métodos de manutenção, bem como do fluxo de serviço e dos modelos de SS e OS, ainda faltam alguns cadastros necessários para que os planos de manutenção possam ser implantados.

O primeiro passo é o cadastro em *software*, dos departamentos, dos setores e das linhas de produção. Devem ser acrescentadas informações básicas ao cadastro, como o orçamento disponível por ano para cada ativo, bem como a vinculação de quais linhas formam cada setor e quais setores formam cada departamento. O cadastro pode ser visualizado na Figura 31.

Figura 31 – Departamento com meta orçamentária

Cod Departamento	Ano	Orçamento	Consumido
27	2016	300.000,00	0,00
27	2017	250.000,00	0,00

Fonte: Dados obtidos pelo autor utilizando software GSOLSYS na empresa Girando Sol.

Figura 32 – Cadastro de setor, com meta orçamentária ligada ao seu departamento

Novo Grava Cancela Exclui

Cadastro Orçamentos Anuais

Código: 14
 Nome: ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL
 Estrutural: 76110000
 Abreviatura: ENVL
 Departamento: PRODUÇÃO - PROD
 Criticidade: 9

Orçamentos

Setor	Ano	% Orçamento
14	2016	25,00
14	2017	23,00

Fonte: Dados obtidos pelo autor utilizando software GSOLSYS na empresa Girando Sol.

Figura 33 – Cadastro de linha de produção, com meta orçamentária ligada ao seu setor

Novo Grava Cancela Exclui

Cadastro Orçamentos Anuais

Código: 15
 Nome: LINHA 01 - ENVL01
 Estrutural: 76110100
 Departamento: PRODUÇÃO - PROD
 Setor: ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL
 Criticidade: 10 Max Hr Paradas: 02:00

Orçamentos Anuais

Ano	% Orçamento
2016	25,00
2017	26,00

Fonte: Dados obtidos pelo autor utilizando software GSOLSYS na empresa Girando Sol.

Na sequência são exibidas as máquinas que compõem a linha, com a adição de informações obtidas a partir da busca por todos os manuais de instruções, documentos,

desenhos técnicos, registros digitais e impressos de manutenções realizadas, bem como, o registro fotográfico de cada máquina. Os dados foram anexados ao *software*, conforme Figura 34.

Figura 34 – Cadastro de máquinas

The screenshot displays the 'Cadastro' (Registration) screen for a machine in the GSOLSYS software. The interface includes a navigation bar with 'Máquinas', 'Departamentos', 'Setores', and 'Linhas'. Below this, there are buttons for 'Novo', 'Grava', 'Cancela', and 'Exclui'. The main form is divided into sections for 'Cadastro' and 'Pesquisa'. The 'Cadastro' section contains fields for 'Código' (250), 'Estrutural' (76110150), 'Patrimônio' (2614), 'Família' (MÁQUINAS - ENVL), and 'Categoria' (ENVASADORAS). A callout box on the right offers 'Consulta de manuais, vídeos, treinamentos e outros documentos'. The 'Pesquisa' section shows 'Descrições' and 'PDM' tabs. The 'Descrições' tab displays the machine's name and a detailed long description: 'ENVASADORA CLORADA IMSB EGT830/10 - ENVL01', 'MODELO: EGT830/10', 'ABREVIATURA DA LINHA: - ENVL01', 'NOME DO FORNECEDOR: ENVASADORA GRAVIMÉTRICA COM TAMPADOR EGT830/10', 'CÓDIGO DO FORNECEDOR: 081765', 'DATA DE FABRICAÇÃO: 01/10/2011', 'PESO: 3800 KG', 'Nº DE SÉRIE: 1083', 'Nº DE FASES: 3+N+PE', and 'TENSÃO ELÉTRICA: 380V/60HZ'. A photo of the machine is labeled 'MQ250-01.jpg'. At the bottom, there are fields for 'Linha' (LINHA 01 - ENVL01), 'Departamento' (PRODUÇÃO - PROD), 'Setor' (ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL), 'Criticidade' (10), 'Max Horas Paradas Dia', and 'Preventivas' (Periodicidade and Última efetuada).

Fonte: Dados obtidos pelo autor utilizando software GSOLSYS na empresa Girando Sol.

Outro cadastro essencial é o da equipe de mantenedores, pois através dele indicadores como o *backlog* e financeiros são abastecidos com dados, bem como, são evitados problemas de segurança, com alocação de mantenedores sem treinamentos em trabalhos de risco. Com o cadastro da jornada de trabalho da equipe, são evitadas também as horas extras e alocação de trabalhos fora de seus turnos. Para atender todas essas situações, criou-se um formulário de cadastro dos mantenedores, conforme a Figura 35.

Figura 35 – Modelo de cadastro de mão de obra

EQUIPE DE MANUTENÇÃO:										
NOME COMPLETO:	Felipe Jacó Hünemeyer							STATUS:	FÉRIAS	15/01/16
NOME DE USUÁRIO:	FELIPE H							LISTA DE MANUTENÇÕES EM QUE PARTICIPOU:		
CÓDIGO:	001							-MOSTRAR AS 3 ÚLTIMAS	28/11/2016	
NASCIMENTO:	04/04/1991							-APRESENTAR SEMPRE O TÍTULOS	20/11/2016	
INÍCIO NA EMPRESA:	14/01/2008							-DEPOIS DA TERCEIRA, EXPANDIR	12/11/2016	
EQUIPES:	MECÂNICA 1 PREDITIVA MECÂNICA 2							...(BOTÃO PARA EXIBIR RELATÓRIO COM TODAS)		
SENHA DIGITAL:	*****							LISTA DE PEÇAS RETIRADAS:		
ESCOLARIDADE:	Cursando Engenharia de Produção							-MOSTRAR AS 3 ÚLTIMAS	28/11/2016	
CURSOS:	Excel Avançado; Mecânica Básica; Gestão de Estoque de peças...							-APRESENTAR SEMPRE DESC. BREVE	20/11/2016	
								-DEPOIS DA TERCEIRA, EXPANDIR	12/11/2016	
								...(BOTÃO PARA EXIBIR RELATÓRIO COM TODAS)		
TREIN. DE SEGURANÇA:	Treinamento em altura; Corte e Solda; Espaço Confinado; Empilhadeira à Gás...							HORAS TRABALHADAS EM OS (MÊS CORRENTE):		
								TOTAL UTILIZÁVEL NO MÊS:	176	
FERRAMENTAS/EPIS:	Luvas de vaqueta; Luvas nitrílicas; Avental de vaqueta; Cinto para altura; Máscara de							JÁ EXECUTADAS NO MÊS:	65:30:00	
								AGENDADAS:	100:00:00	
JORNADA DE TRABALHO:	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	DISPONÍVEIS: 10,50		
	INÍCIO	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00	-	-	HORAS TRABALHADAS EM OS (ANO):	
	PARADA	11:45	11:45	11:45	11:45	11:45	-	-	TOTAL UTILIZÁVEL NO ANO:	1936
	INTERVALO	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	-	-	JÁ EXECUTADAS NO ANO:	800
	INÍCIO	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	-	-	AGENDADAS:	350
	PARADA	17:03	17:03	17:03	17:03	17:03	-	-	DISPONÍVEIS:	786,00
	TOTAL	08:48	08:48	08:48	08:48	08:48	-	-	...(BOTÃO PARA EXIBIR RELATÓRIO DETALHADO)	
LANÇAMENTO DE ALTERAÇÕES NO CALENDÁRIO:										
ATRASOS, FALTAS, ATEST.:	02:00		DATA: XX/XX/XX							
HORAS EXTRAS:	02:00		DATA: XX/XX/XX							
FÉRIAS:	DE: XX/XX/XX		ATÉ: XX/XX/XX							
LANÇAR!										

Fonte: Do autor.

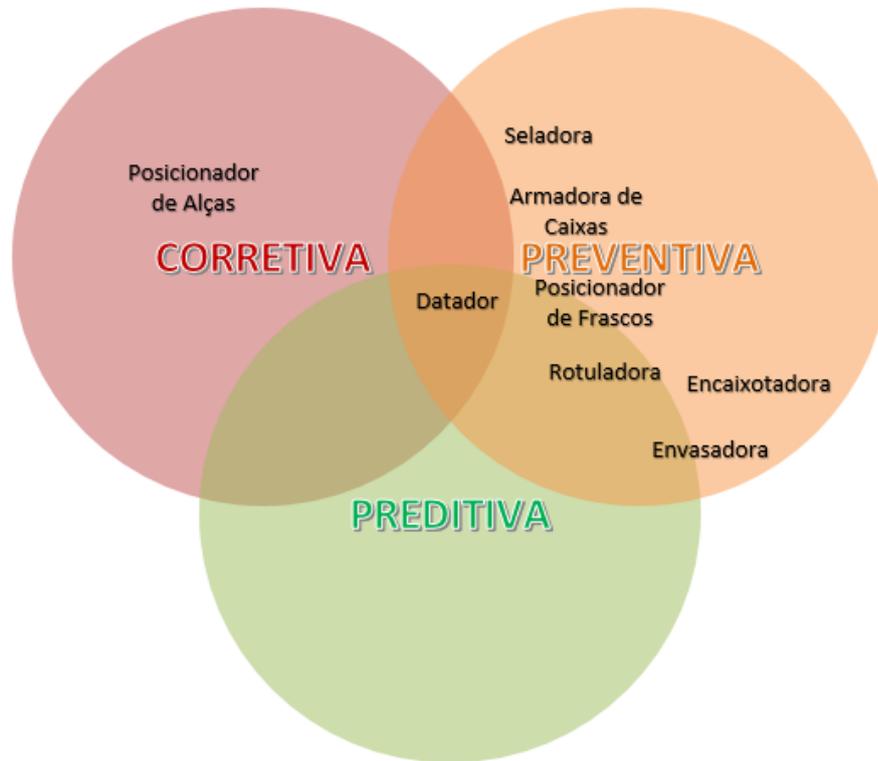
Além dos dados básicos requeridos, foram adicionadas informações sobre o histórico de trabalhos de cada mantenedor, as equipes de trabalho às quais ele está vinculado, o custo aproximado por hora de sua mão de obra e a quantidade de horas de sua jornada utilizada na execução de rotinas de manutenção e OS. Esses dados auxiliam na gestão da equipe de mantenedores, bem como, alimentam indicadores de desempenho e financeiros.

4.3 Organizando as atividades: Planos e métodos de manutenção

Os planos de manutenção foram elaborados com base no questionário aplicado em cada máquina, tendo como objetivo agrupar tarefas semelhantes e organizar a execução das atividades por parte dos mantenedores. Os resultados obtidos com o questionário aplicado

auxiliam na definição da estratégia de manutenção adotada na linha de produção, que pode ser visualizada na Figura 36.

Figura 36 – Distribuição das máquinas, de acordo com os métodos de manutenção



Fonte: Do autor.

A estratégia de manutenção adotada, consiste em não utilizar apenas um método de manutenção para todas as máquinas, mas sim, o mais adequado a cada situação. Para a escolha do método ideal a ser utilizado em cada componente, são avaliadas as características dos ativos, como históricos de quebras, criticidade, custos envolvidos, entre outros. Desta forma, são elaborados os planos de manutenção, visando elevar a disponibilidade dos ativos, com o melhor custo benefício possível.

Independentemente do método adotado em cada máquina, a execução das lubrificações é essencial para que elementos de apoio, como rolamentos, polias, mancais, entre outros, possam ter uma longa duração. Com isto, estabelece-se um plano de execução das lubrificações que atenda todas as máquinas, sem levar em consideração o método escolhido para cada uma.

4.3.1 Montagem dos planos de manutenção

Como forma de organizar as atividades do setor de manutenção, são montados os planos de lubrificações e de manutenções.

4.3.1.1 Montagem do plano de lubrificação

Com base nos dados levantados, definiu-se o plano de lubrificação das máquinas da linha em estudo, conforme a Figura 37.

Figura 37 - Plano de Lubrificação - Armadora de Caixas

The screenshot displays a software interface for creating a lubrication plan. The main form is titled '250 ENVASADORA CLORADA IMSB EGT830/10 - ENVL01'. It includes the following fields and values:

- Sequência: 130
- Descrição: ESTRELA DE ENTRADA DA ENVASADORA PT1-EM CIMA
- Execuções:
 - Periodicidade: 168
 - Última efetuada: 30/03/2017
- Lubrificante: 36 GRAXA N°01
- Quantidade Padrão Utilizada: 0,012 KG

A table at the bottom lists other maintenance points:

Sequência	Descrição	Periodicidade	Última Efetuada
10	ESTEIRA DE FRASCOS - ENTRADA - PT01	168	30/03/2017
20	ESTEIRA DE FRASCOS - ENTRADA - PT02	168	30/03/2017
30	ESTEIRA DE FRASCOS - SAÍDA - PT03	168	30/03/2017
40	CONJUNTO DE REGULAGEM DA ALTURA DO TANQUE - PT1	168	30/03/2017
50	CONJUNTO DE REGULAGEM DA ALUTRA DO TANQUE - PT2	168	30/03/2017
60	CONJUNTO DE REGULAGEM DA ALTURA DO TANQUE - PT3	168	30/03/2017
70	CONJUNTO DE REGULAGEM DA ALTURA DO TANQUE - PT4	168	30/03/2017
80	ÁRVORE DO TANQUE - PT1	168	30/03/2017
90	ÁRVORE DO TANQUE - PT1	168	30/03/2017
100	ÁRVORE PRINCIPAL DO TANQUE (EM BAIXO DAS MESAS)	168	30/03/2017
110	MESAS (BALANÇAS) DOS FRASCOS - 30PTS	48	17/04/2017
120	CAIXINHA DO CARACOL (SEM FIM)	168	30/03/2017
130	ESTRELA DE ENTRADA DA ENVASADORA PT1-EM CIMA	168	30/03/2017
140	ESTRELA DE ENTRADA DO ROSQUEADOR	168	30/03/2017

Fonte: Dados obtidos pelo autor utilizando software GSOLSYS na empresa Girando Sol.

Para a formação do plano de lubrificação, cadastrou-se os pontos lubrificáveis de todas as máquinas, nos moldes da Figura 37. Inseriram-se informações como a sequência de localização, uma fotografia destacando o ponto de lubrificação, uma breve descrição, a periodicidade, o tipo de graxa e sua quantidade.

4.3.1.2 Montagem do plano corretivo

Tendo em vista que componentes, ou até mesmo máquinas inteiras podem enquadrar-se no método corretivo de manutenção, onde a equipe de manutentores deve aguardar a quebra de uma máquina para agir, faz-se necessária uma estratégia de ação corretiva emergencial. Esse plano de manutenção deve entrar em prática imediatamente após a identificação da falha ou pane, evitando assim maiores consequências aos ativos e colaboradores envolvidos.

Para dar maior celeridade às manutenções corretivas, e também evitar reincidências desnecessárias, faz-se necessário o levantamento dos itens de desgaste natural e itens passíveis de quebras por motivos diversos, como, erro de operação, queima por queda de energia elétrica, entre outros. Esses itens foram listados, quantificados e cadastrados às máquinas a que pertencem, para então serem submetidos a uma avaliação baseada nos seguintes critérios:

- **Custo:** Comparar o impacto financeiro de uma quebra, com o custo da troca preventiva da peça quebrada, em alguns casos é interessante aguardar a quebra, em outros trocar antecipadamente. É importante somar o custo das perdas produtivas por paradas dos processos nesta conta;
- **Complexidade da prevenção:** Verificar se é viável tecnicamente aplicar técnicas preventivas. Algumas vezes a prevenção é tecnologicamente complexa deixando-a financeiramente inviável;
- **Disponibilidade de recursos:** Mesmo optando pela estratégia corretiva, é necessário ter uma equipe de manutentores estruturada, e também, possuir peças de reposição disponíveis. Há casos em que é vantajoso deixar um conjunto de peças pré-montados em estoque, para rápida substituição de todo um conjunto no momento da falha ou pane.
- **Não se acomodar:** Agir de forma corretiva pode ser a estratégia economicamente mais viável, porém a investigação do motivo da parada deve ocorrer, afim de bloquear a reincidência da falha ou pane.

Um exemplo de avaliação dos componentes de uma máquina pode ser visualizado na Figura 38.

Figura 38 - Componentes com estratégia corretiva

PLANO DE MANUTENÇÃO										
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PEÇA	QTD	POSIÇÃO/TAG	VIDA ÚTIL MÉDIA	AÇÃO	LUBRIF.	PREVENTIVA	INÍCIO PREDITIVA	FREQ. PREDITIVA	FREQ. DETECTIVA
76110110	POSICIONADOR DE FRASCOS IMSB PFP27200 - ENVL01									
77000701	IMSB TDS: 000701 - ROLAMENTO HR 30216J	1	ENVL01-10-04-ÁRVORE DO POSICIONADOR	INDEFINIDO	TER RESERVA	X	N/A	N/A	N/A	N/A
77082064	PASTILHA DE FREIO F100 - D20 - C20 REF. M317	2	ENVL01-10-05-FREIO DO POSICIONADOR	INDEFINIDO	TER RESERVA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
77082071	CILINDRO DIAFRAGMA UNIVERSAL 7" (CUIÇA)	1	ENVL01-10-05-FREIO DO POSICIONADOR	INDEFINIDO	TER RESERVA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
77055841	MOTOREDUTOR_R57DZ100LS4_2-2KW_M2_30-18_B_V220_HZ60	1	ENVL01-10-03-BASE DO POSICIONADOR	3 anos	TROCAR RETENTOR, ÓLEO E ROLAMENTO	3 ANOS	N/A	3 ANOS	MENSAL	N/A
								OBS.: N/A = Não Aplicável		

Fonte: Do autor.

Para implantar o plano de manutenção corretiva, foram listados os componentes com características de desgaste natural de acordo com o uso da máquina. Esses componentes foram identificados com seu nome, o seu código de cadastro no sistema e a sua posição/tag na máquina.

Além disso, analisaram-se os históricos de quebra e manuais de fabricantes, com o objetivo de verificar a presença de vida útil média, o que justificaria uma estratégia preventiva ou preditiva, porém muitos itens não possuem uma previsibilidade de quebra e não tem um custo elevado, justificando uma estratégia corretiva.

No caso da Figura 38, as três primeiras peças listadas não possuem vida útil média conhecida, então a ação a ser tomada é ter uma peça reserva em estoque, mantendo a lubrificação em dia (quando aplicável).

4.3.1.3 Montagem do plano preventivo

As máquinas em que a estratégia básica é preventiva, além de terem seus pontos de lubrificação cadastrados, tiveram também uma análise dos seus manuais de instruções, com a busca por planos de manutenção preventiva.

Após a consulta aos manuais, foram analisados os históricos de manutenções a fim de verificar a durabilidade média de componentes. Foram verificadas também a presença de peças com durabilidade informada pelos fabricantes, como rolamentos, pistões pneumáticos, entre outros.

A Figura 39 apresenta a análise de alguns componentes de uma máquina da linha, os quais tiveram a troca preventiva agendada.

Figura 39 – Peças com estratégia preventiva

PLANO DE MANUTENÇÃO										
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PEÇA	QTD	POSIÇÃO/TAG	VIDA ÚTIL MÉDIA	AÇÃO	LUBRIF.	PREVENTIVA	INÍCIO PREDITIVA	FREQ. PREDITIVA	FREQ. DETECTIVA
76110130	ROTULADORA BOPP NARITA ROLL LABEL - ENVL01									
-	MANGUEIRAS PNEUMÁTICAS DE AR COMPRIMIDO	16	GERAL	365 D	SUBSTITUIR	N/A	365 D	N/A	N/A	N/A
-	COLEIRO	1	GERAL	N/A	ESVAZIAR E LIMPAR	N/A	182 D	N/A	N/A	N/A
-	TAMBOR DA COLA	1	GERAL	N/A	ESVAZIAR E LIMPAR	N/A	182 D	N/A	N/A	N/A
-	TAMBOR DE VÁCUO	1	GERAL	N/A	LIMPAR E REABRIR OS FUROS	N/A	182 D	N/A	N/A	N/A
								OBS.: N/A = Não Aplicável		

Fonte: Do autor.

Para implantar o plano de manutenção preventiva, foram listados os componentes com características de desgaste natural de acordo com o uso da máquina. Esses componentes foram identificados com seu nome, o seu código de cadastro no sistema e a sua posição/tag na máquina. Foram consultados históricos de quebra e manuais de fabricantes com o objetivo de verificar a presença de vida útil média, o que poderia ajudar a justificar uma estratégia preventiva ou preditiva.

Com base nos registros encontrados, definiu-se por exemplo, a necessidade de trocar anualmente todas as mangueiras pneumáticas de ar comprimido da máquina em questão, pelo fato de acabarem ressecando devido às condições ambientais inerentes ao processo produtivo.

Esta troca anual preventiva, justifica-se por ser um material barato e com vida útil conhecida, não se justificando por exemplo, um acompanhamento preditivo, que acaba sendo oneroso por exigir verificações constantes dos manutentores. O uso de uma estratégia corretiva também não se justifica, pois ela apresenta riscos reais de paradas que sairiam mais caras do que a simples troca total de todas as mangueiras antes que uma rompa.

Esse critério foi aplicado aos demais itens de desgaste da máquina, formando assim o plano de manutenções preventivas.

4.3.1.4 Montagem do plano preditivo

As máquinas que possuem a estratégia preditiva, adotam os mesmos passos iniciais do plano preventivo, onde são analisados os manuais de instruções, históricos de trocas de peças e levantamento de componentes com durabilidade informada por fabricantes.

A grande diferença desse método está na adição de rotinas de inspeções, como avaliação do ruído, análise de óleo para verificar presença de fuligem metálica, vibração, termografia, entre outros. Essas avaliações visam prolongar a utilização de peças e componentes além da vida útil prevista, chegando próximo ao limite máximo de utilização que antecede sua quebra.

O método preditivo tem como principal benefício evitar paradas de máquinas para trocas de peças que ainda poderiam ser utilizadas por mais tempo. Em contrapartida, é exigido da equipe de mantenedores, uma rotina de verificações constantes em relação a identificação de anomalias, o que por sua vez, demanda uma quantidade maior de tempo, exigindo também, um maior aperfeiçoamento por parte do mantenedor na observação dos desvios que predizem uma quebra iminente.

Com base nos dados obtidos, foram programadas as verificações preditivas, conforme a Figura 40.

Figura 40 – Peças com estratégia preditiva

PLANO DE MANUTENÇÃO										
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PEÇA	QTD	POSIÇÃO/TAG	VIDA ÚTIL MÉDIA	AÇÃO	LUBRIF.	PREVENTIVA	INÍCIO PREDITIVA	FREQ. PREDITIVA	FREQ. DETECTIVA
76110130	ROTULADORA BOPP NARITA ROLL LABEL - ENVL01									
77990040	CÓD.- 990040 - RL132009X ROLAMENTO CÔNICO	2	ENVL01-30-01-FACA	365 D	VERIFICAR RUIDO, VIBRAÇÃO E CONTAMINAÇÃO DO ÓLEO	X	N/A	360 D	15 D	N/A
77990041	CÓD.- 990041 - RL132008XJ ROLAMENTO CONICO	2	ENVL01-30-01-FACA	365 D		X	N/A	360 D	15 D	N/A
77990042	CÓD.- 990042 - RL122208- ROLAMENTO DUPLO CONICO	1	ENVL01-30-01-FACA	365 D		X	N/A	360 D	15 D	N/A
77990050	NARITA 77990050 02-10-03-007 FACA GIRATÓRIA	1	ENVL01-30-01-FACA	365 D		N/A	N/A	360 D	15 D	N/A
77990070	NARITA 77990070 CRS240L075 CORREIA DO SERVO MOTOR	1	ENVL01-30-02-CALANDRA	182 D		N/A	N/A	180 D	15 D	N/A
77990072	RL2-620-5 ZZ- ROLAMENTO DO EIXO EMBORRACHADO	2	ENVL01-30-02-CALANDRA	365 D		X	N/A	360 D	15 D	N/A
77990061	RL2-620-9 ZZ- ROLAMENTO DO MANCAL DO EIXO CENTRAL	2	ENVL01-30-04-APLICADOR	365 D		X	N/A	360 D	15 D	N/A

Fonte: Do autor.

Para implantar o plano de manutenção preditiva, foram listados os componentes com características de desgaste natural de acordo com o uso da máquina. Esses componentes foram identificados com seu nome, o seu código de cadastro no sistema e a sua posição/tag na máquina. Foram consultados históricos de quebra e manuais de fabricantes com o objetivo de verificar a presença de vida útil média, o que poderia justificar uma estratégia preventiva ou preditiva.

Com base nos dados encontrados, identificou-se, por exemplo, a durabilidade média em registros de substituições a cada ano, em um conjunto de rolamentos e correias da máquina rotuladora. Esta durabilidade pode ser ampliada com as devidas lubrificações e cuidados diários na operação da máquina.

O acompanhamento preditivo do conjunto de correias e rolamentos indicadas na Figura 40, justifica-se então, tendo em vista que seu custo financeiro é relativamente alto. Além disto, a troca acaba exigindo também, grande esforço da equipe de manutentores, que acaba por ter de desmontar boa parte da máquina, necessitando que a mesma fique parada durante várias horas.

Esse procedimento de avaliação foi aplicado aos demais itens de desgaste da máquina, formando assim o plano de manutenções preditivas.

4.3.1.5 Montagem do plano detectivo

A estratégia detectiva não se fez presente para a linha de produção abordada. Isto se deve principalmente ao fato de ser a linha de maior demanda da empresa, característica esta, oposta ao que o método detectivo visa solucionar; o teste de máquinas e equipamentos que permanecem inativos por longos períodos.

Apesar das máquinas desta linha não se adequarem ao método detectivo, a possibilidade de agendamento de verificações detectivas deve estar incorporada ao *software* para futuros cadastros de outras linhas.

4.3.2 Programação da execução dos planos de manutenção

A programação da execução dos planos de manutenção visa atender ao plano de lubrificação e aos planos de manutenções corretivas, preventivas, preditivas e detectivas. Para atender a demanda de mão de obra desses planos, é proposta uma divisão da equipe de manutentores de acordo com os planos de manutenção.

Com o agrupamento de atividades semelhantes e a delegação da sua execução sempre ao mesmo manutentor, espera-se que o mesmo reduza o tempo de execução das atividades, tendo em vista que acaba tornando-se especialista em determinada rotina de trabalho.

Além disto, o treinamento a novos membros da equipe é facilitado, pois as atividades passam a ser descritas com a transformação do conhecimento tácito em explícito, ou seja, a documentação formal das informações, que até então ficavam restritas ao conhecimento individual de cada membro da equipe.

4.3.2.1 Execução do plano de lubrificação

Para a execução do plano de lubrificação, propõem-se um cadastro dos pontos, preferencialmente em *software* adequado para tal. Deve ser registrada a lista dos pontos que precisam ser lubrificados em cada máquina, assim como a frequência de execução, baseando-se na quantidade de horas trabalhadas da máquina para definir a data da próxima lubrificação. Desta maneira, é gerado um *checklist* de verificação dos pontos, com o qual o manutentor responsável pelas lubrificações é guiado na execução da tarefa.

Uma proposta de *checklist* de lubrificações pode ser visualizada na Figura 41.

Figura 41 – *Checklist* de lubrificações

17/04/2017 09:31:47 Página: 1		Cronograma de Lubrificações		Efetuada	
Lubrificações do dia: 06/04/2017		Lubrificante		Sim	Não
EIXO CENTRAL - FORA DA MÁQUINA, ACESSO POR BAIXO		GRAXA Nº00 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EIXO CENTRAL - DENTRO DA MÁQUINA, ACESSO POR BAIXO		GRAXA Nº00 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAIXINHA DO CARACOL		GRAXA Nº00 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máquina: 18 - ROTULADORA BOPFNARITA ROLL LABEL - ENVL01					
ROLO DA COLA - INFERIOR		GRAXA Nº00 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ROLO DA COLA - SUPERIOR		GRAXA Nº00 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 PONTOS DO ROLO DA FAÇA (2 EM CIMA, 2 EM BAIXO)		GRAXA Nº00 - 0,020 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CALANDRA - INFERIOR		GRAXA Nº00 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CALANDRA - SUPERIOR		GRAXA Nº00 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EIXO DO TAMBOR - ACESSO POR BAIXO DA MÁQ. (TAMPA)		GRAXA Nº00 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máquina: 250 - ENVASADORA CLORADA IMSB EGT830/10 - ENVL01					
ESTERA DE FRASCOS - ENTRADA - PT01		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTERA DE FRASCOS - ENTRADA - PT02		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTERA DE FRASCOS - SAÍDA - PT03		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONJUNTO DE REGULAGEM DA ALTURA DO TANQUE - PT1		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONJUNTO DE REGULAGEM DA ALTURA DO TANQUE - PT2		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONJUNTO DE REGULAGEM DA ALTURA DO TANQUE - PT3		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONJUNTO DE REGULAGEM DA ALTURA DO TANQUE - PT4		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ÁRVORE DO TANQUE - PT1		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ÁRVORE DO TANQUE - PT1		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ÁRVORE PRINCIPAL DO TANQUE (EM BAIXO DAS MESAS)		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAIXINHA DO CARACOL (SEM FM)		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTRELA DE ENTRADA DA ENVASADORA PT1-EM CIMA		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTRELA DE ENTRADA DO ROSQUEADOR		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTRELA SAÍDA ROSQUEADOR		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ENGRENAGENS EM BAIXO DA MÁQ. -9PTS- 3 ACIMA		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ENGRENAGENS EM BAIXO DA MÁQ. -9PTS- 3 ABAIXO		GRAXA Nº01 - 0,036 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máquina: 20 - ARMAZENADORA DE CAIXAS CLORADA MSB AXF100 - ENVL01					
2 PTS - BATEDOR DO FUNDO DAS CAIXAS		GRAXA Nº01 - 0,012 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 PTS - EIXO MAGAZINE VENTOSAS (EM BAIXO DO EIXO)		GRAXA Nº01 - 0,024 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 PTS NA REGULAGEM DA ESTEIRA INTERNA (NAS CORDOAS)		GRAXA Nº01 - 0,024 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máquina: 21 - ENCAIXOTADORA CLORADA IMSB EX2100 - ENVL01					
ESTERA TRANSPORTADORA DE FRASCOS - INCD		GRAXA Nº01 - 0,008 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTERA TRANSPORTADORA DE FRASCOS - FINAL		GRAXA Nº01 - 0,008 KG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: Dados obtidos pelo autor utilizando software GSOLSYS na empresa Girando Sol.

O cronograma proposto apresenta os pontos que precisam ser lubrificados, informando também o tipo e a quantidade de lubrificante, separando os pontos por linha e por máquina, em ordem de posicionamento da primeira para a última da linha. Desta forma o manutentor pode seguir um trajeto linear de lubrificação, marcando os pontos que lubrificou no cronograma de lubrificações, evitando confusões e movimentos desnecessários.

As lubrificações devem ser feitas por um manutentor responsável, tendo em vista que a repetição do trabalho o deixa mais atento a alterações, como vibrações, sons, odores, calor, etc, que se detectadas e corrigidas previamente, podem evitar futuras falhas e panes.

A rotatividade de mão de obra na execução do plano de lubrificação não é aconselhável, pois, equívocos na utilização de lubrificantes podem trazer sérias consequências negativas ao ativo, já que são necessárias graxas e óleos diferentes para pontos da mesma máquina. Outra questão importante a ser observada, é a existência de diversos pontos de lubrificação difíceis de serem visualizados, que muitas vezes não são encontrados por quem os inspeciona pela primeira vez, necessitando de auxílio de fotos cadastradas no *software*, situação que pode causar confusões, demoras na identificação e prejuízos ao maquinário.

4.3.2.2 Execução do plano corretivo

Diferentemente dos planos preventivos, preditivos ou detectivos, a estratégia corretiva não se sustenta sobre trocas ou verificações programadas, mas sim, na listagem de componentes passíveis de quebras por motivos diversos, para que quando surja uma necessidade urgente, a equipe esteja preparada para agir rapidamente.

A estratégia corretiva consiste basicamente em atender chamados urgentes. Espera-se que o tempo gasto com manutenções corretivas não seja superior ao dos demais métodos, e que ela seja executada majoritariamente em máquinas onde esta estratégia de atuação tenha sido escolhida pelo responsável pelo PCM.

Apesar da estratégia de esperar uma quebra para que a equipe de manutentores entre em ação em determinadas máquinas, é de vital importância promover uma investigação da causa raiz da falha ou pane após o seu reparo, para que ela possa ser corrigida com o objetivo de não haver reincidência prematura.

O nível de experiência do manutentor responsável por manutenções corretivas urgentes precisa ser alto, tendo em vista que a execução do reparo deve ser rápida e de qualidade, usando peças e equipamentos adequados e respeitando normas de segurança do trabalho.

Tudo isso exige uma organização do responsável pelo PCM e do almoxarifado de peças, que precisam ter as informações referentes ao maquinário atualizadas, com fácil acesso e com as peças e ferramentas de trabalho necessárias no momento da necessidade de uso. Da parte do setor de manutenção em si, é necessário preparo, treinamento, experiência e vivência fabril, além de um raciocínio rápido e apurada observação de detalhes.

4.3.2.3 Execução do plano de trocas preventivas

Através da contabilização das horas trabalhadas, propõe-se que o *software* emita OS para troca preventiva das peças e componentes cadastrados. Esta emissão deve ser feita quando a quantidade de horas trabalhadas estiver a 16 horas de ser atingida, equivalente a dois turnos de trabalho.

Uma semana antes, o equivalente a 80 horas trabalhadas (considerando dois turnos com 8 horas em cada um, durante cinco dias), deve ser emitido um alerta via sistema, informando que a data da manutenção está próxima. O plano de manutenções preventivas para as máquinas abordadas pode ser visualizado na Figura 42, onde foram agrupadas as atividades semelhantes facilitando a execução dos trabalhos.

Figura 42 – Execução do plano de manutenção preventiva

MÁQUINA	PLANO DE MANUTENÇÃO							
	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PEÇA	QTD	POSIÇÃO/TAG	VIDA ÚTIL MÉDIA	AÇÃO	LUBRIFICAÇÃO	PREVENTIVA
76110110	77055841	IMSB TDS: 055841 - MOTOREDUTOR_R57DZ100LS4_2-2KW M2 30-18 B V220 HZ60	1	ENVL01-10-03-BASE DO POSICIONADOR	730	RETENTOR, ROLAMENTO, ÓLEO	730	730
76110130	-	COLEIRO	1	GERAL	N/A	ESVAZIAR E LIMPAR	N/A	182
76110130	-	TAMBOR DA COLA	1	GERAL	N/A	ESVAZIAR E LIMPAR	N/A	182
76110130	-	TAMBOR DE VÁCUO	1	GERAL	N/A	REABRIR OS FUROS	N/A	182
76110130	-	MANGUEIRAS PNEUMÁTICAS DE AR COMPRIMIDO		GERAL	365	SUBSTITUIR	N/A	365
76110150	77001398	IMSB TDS: 001398 - BORRACHA EPDM BASE DO FRASCO D110MM 60 SHORE	10	ENVL01-50-13-ROSQUEADOR	365	SUBSTITUIR	N/A	365
76110150	77001389	IMSB TDS: 001389 - 033500-042 (BORRACHA DE VEDAÇÃO PARA O FRASCO ENVL01)	30	ENVL01-50-08-VÁLVULA 7/8" (BICO DE ENV)	120 D	SUBSTITUIR	N/A	120
76110150	77001208	ANEL O'RING VITON 2016	30	ENVL01-50-08-VÁLVULA 7/8" (BICO DE ENV)	30	SUBSTITUIR	N/A	28
76110150	77000570	IMSB TDS: 000570 - ROLAMENTO 6203 ZZ	1	ENVL01-50-11-ESTICADOR REG. ALTURA DO TQ	180	SUBSTITUIR	N/A	180
76110150	77034389	IMSB TDS: 034389 - GAXETA 25 X 32 X 5 - 3129 VITON	30	ENVL01-50-08-VÁLVULA 7/8" (BICO DE ENV)	180	SUBSTITUIR	N/A	180
76110150	77000674	IMSB TDS: 000674 - ROLAMENTO 6006 DDU	10	ENVL01-50-15-CABEÇOTE ROSQUEADOR	180	SUBSTITUIR	N/A	180
76110150	77029139	IMSB TDS: 029139 - ROLAMENTO 6012 DDU	1	ENVL01-50-18-PICK AND PLACE	180	SUBSTITUIR	N/A	180
76110150	77029138	IMSB TDS: 029138 - ROLAMENTO 6005 DDU	4	ENVL01-50-20-CONJUNTO DO SEM FIM	180	SUBSTITUIR	N/A	180
76110170	77002808	IMSB TDS: 002808 - CILINDRO DSNU 25-35 PPV-A	1	ENVL01-70-07-ESTEIRA DE CAIXAS	365	VERIF. ACION.	N/A	365

OBS.: N/A = Não se aplica

Fonte: Do autor.

Esse tipo de manutenção pode ser executado por manutentores de menor experiência, desde que tenham supervisão adequada, tendo em vista que o ciclo de parada, desmontagem, montagem e checagem deve ser respeitado, conforme apresentado no capítulo 2.3.2 Manutenção Preventiva, na Figura 5 - Estrutura de execução da manutenção preventiva.

Desta forma, espera-se reduzir a quantidade de quebras e atendimentos emergenciais, possibilitando a organização planejada da carteira de serviços, sendo executadas as tarefas com maior precisão e sem adaptações e desvios, que muitas vezes são feitas quando ocorrem falhas ou panes não planejadas.

4.3.2.4 Execução do plano preditivo

O plano preditivo deverá ter seu agendamento de execução programado de forma semelhante a preventivo, ou seja, serão estimadas as vidas úteis de determinadas peças, com a diferença de que, quando essas estiverem próximas do final da sua durabilidade teórica, deverá ser iniciado o acompanhamento preditivo ao invés da troca preventiva.

O acompanhamento preditivo justifica-se apenas a peças caras, e/ou de máquinas críticas ou de alta complexidade de troca, pois ele demanda de mão de obra treinada e costuma exigir algumas verificações demoradas e complexas, como a análise laboratorial de óleos lubrificantes, por exemplo.

Na linha de produção em estudo nenhuma máquina possui estratégia predominantemente preditiva, mas algumas máquinas e alguns componentes isolados de ativos possuem tendência para a preditiva.

O perfil do manutentor que executa verificações preditivas deve ser o de um profissional atento a pequenos detalhes, capaz de analisar criticamente os indícios e dados coletados, não sendo necessário ser o membro da equipe com a maior técnica na execução de reparos, mas sim, sensível a percepção de pequenos detalhes ou anomalias, assim como, ser metódico quanto ao registro de dados coletados nas inspeções efetuadas.

A listagem de peças para acompanhamento preditivo é efetuada com base em vários fatores. É necessário o levantamento do histórico de quebras das máquinas, assim como, a análise dos seus componentes de desgaste natural, a consulta nos manuais em busca de dados

sobre a durabilidade média de itens como rolamentos e correias por exemplo, e também, efetuar uma análise do custo de novas peças. Com base nos dados encontrados, propôs-se o plano de manutenção preditiva da linha, conforme Figura 43.

Figura 43 – Execução do plano de manutenção preditiva

MÁQUINA	PLANO DE MANUTENÇÃO									
	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA PEÇA	QTD	POSIÇÃO/TAG	VIDA ÚTIL MÉDI	AÇÃO	LUBRIFICÇÃO	PREVENTIV A	INÍCIO PREDITI VA	FREQ. PREDITI VA
76110150	77001532	IMSB TDS: 001532 - CORREIA CORRUGADA 2207 X 70MM COM GUIA	1	75085386-ESTEIRA DE CAIXAS ESQUERDA	180	VERIFICAR ADERÊNCIA COM A CAIXA	N/A	N/A	175	14
76110110	77085794	IMSB TDS: 085794 - CORREIA SINCRONIZADORA 1100H100 Z220 PASSO 1/2"	1	ENVL01-10-01-POSICIONADOR DE FRASCOS	1095	VERIFICAR ESTADO DOS DENTES	N/A	N/A	1090	56
76110130	77990070	NARITA 77990070 CRS240L075 CORREIA DO SERVO MOTOR	1	ENVL01-30-02-CALANDRA	182	VERIFICAR ESTADO DOS DENTES	N/A	N/A	175	14
76110130	77990040	CÓD.- 990040 - RL132009X ROLAMENTO CÔNICO	1	ENVL01-30-01-FACA	365	VIBRAÇÃO, RUÍDO,	X	N/A	360	14
76110130	77990041	CÓD.- 990041 - RL132008XJ ROLAMENTO	1	ENVL01-30-01-FACA	365	VIBRAÇÃO, RUÍDO,	X	N/A	360	14
76110130	77990042	CÓD.- 990042 - RL122208- ROLAMENTO DUPLO CÔNICO	2	ENVL01-30-01-FACA	365	VIBRAÇÃO, RUÍDO, CALOR	X	N/A	360	14
76110130	77990050	NARITA 77990050 02-10-03-007 FACA	1	ENVL01-30-01-FACA	365	VIBRAÇÃO, RUÍDO,	X	N/A	360	14
76110130	77990072	CÓD.- 990072 - RL2-620-5 ZZ- ROLAMENTO DO EIXO EMBORRACHADO	2	ENVL01-30-02-CALANDRA	365	VIBRAÇÃO, RUÍDO, CALOR	X	N/A	360	14
76110130	77990061	CÓD.- 990061 - RL2-620-9 ZZ- ROLAMENTO DO MANCAL DO EIXO CENTRAL	2	ENVL01-30-04-APLICADOR DE COLA	365	VIBRAÇÃO, RUÍDO, CALOR	X	N/A	360	14
76110150	77001532	IMSB TDS: 001532 - CORREIA CORRUGADA 2207 X 70MM COM GUIA	1	75085385-ESTEIRA DE CAIXAS DIREITA	180	VERIFICAR ADERÊNCIA COM A CAIXA	N/A	N/A	175	14
76110150	77085253	IMSB TDS: 085253 - MOTOREDUTOR IBR030 0-25CV 1-20 L EO DI14 V220 -380-HZ601	1	75085386-ESTEIRA DE CAIXAS ESQUERDA	N/A	ROLAMENTO, RETENTOR E ÓLEO	X	N/A	1090	56
76110150	77085253	IMSB TDS: 085253 - MOTOREDUTOR IBR030 0-25CV 1-20 L EO DI14 V220 -380-HZ601	1	75085385-ESTEIRA DE CAIXAS DIREITA	N/A	ROLAMENTO, RETENTOR E ÓLEO	X	N/A	1090	56
76110170	77006703	IMSB TDS: 006703 ROLAMENTO LINEAR KH 2030PP	4	75085889-BANDEJA	730	VIBRAÇÃO, RUÍDO, CALOR	N/A	N/A	725	14
76110170	77003368	IMSB TDS: 003368 - CORREIA TRANSPORTADORA CORRUGADA 400X2200MM AS	1	ENVL01-70-12-ESTEIRA DE LONA INCLINADA (1000MM)	1095	VERIFICAR ADERÊNCIA COM A CAIXA	N/A	N/A	1090	56
76110170	77001258	IMSB TDS: 001258 - MOTOR 71-1-2CV-C-FL-B14-4P-V220-380-HZ60	1	ENVL01-70-04-ESTRUTURA COM ESTEIRA	N/A	ROLAMENTO, RETENTOR E ÓLEO	X	N/A	1090	56
76110170	77001255	IMSB TDS: 001255 - MOTOR 63-1-4CV-C-FL-B14E-4P-V220-380-HZ60	1	ENVL01-70-07-ESTEIRA DE CAIXAS	N/A	ROLAMENTO, RETENTOR E ÓLEO	X	N/A	1090	56
76110180	77003312	IMSB TDS: 003312 - CORREIA CORRUGADA C'GUIA CENTRAL 2.70 X2350MM (GUIA E DENTADO)	1	75085430-MONTAGEM DA ESTEIRA DIREITA	730	VERIFICAR ADERÊNCIA COM A CAIXA	N/A	N/A	725	28
76110180	77003312	IMSB TDS: 003312 - CORREIA CORRUGADA C'GUIA CENTRAL 2.70 X2350MM (GUIA E DENTADO)	1	75085434-MONTAGEM DA ESTEIRA ESQUERDA	730	VERIFICAR ADERÊNCIA COM A CAIXA	N/A	N/A	725	28
76110180	77085253	IMSB TDS: 085253 - MOTOREDUTOR IBR030 0-25CV 1-20 L EO DI14 V220 -380-HZ601	1	75085430-MONTAGEM DA ESTEIRA DIREITA	N/A	ROLAMENTO, RETENTOR E ÓLEO	X	N/A	1090	56

Fonte: Do autor.

Na Figura 43 são listadas as peças com acompanhamento preditivo. Nesse plano preditivo, é exibido o código da máquina à qual a peça pertence, o código da própria peça, o seu nome, sua quantidade e posição na máquina, a ação preditiva tomada, seu período de início de acompanhamento e por fim, a frequência de checagem após o início do monitoramento.

4.3.2.5 Plano detectivo

O método detectivo acabou não sendo aplicável às máquinas da linha em questão, mas é importante que esse método faça parte da estratégia de manutenção da empresa como um todo, tendo em vista que ele confere confiabilidade à ativos ociosos, mas que eventualmente podem ser vitais.

Esse método é predominantemente utilizado em sistemas de proteção a incêndios, como hidrantes, alarmes e iluminação de emergência, que são vitais para a segurança dos colaboradores e instalações. Outra aplicação do método é a simples verificação periódica de máquinas que ficam desligadas por longos períodos.

Desta forma é possível executar o cronograma de verificação detectiva via manutenção autônoma, tendo em vista sua simplicidade de execução.

4.3.3 Planos de apoio a manutenção autônoma e melhoria contínua

Os métodos de manutenção autônoma e o *kaizen*, diferem-se do corretivo, preventivo, preditivo e detectivo. Isto se deve principalmente pelo fato de não formarem planos de manutenção propriamente ditos, com disparos automáticos de execuções, mas sim, ferramentas de apoio a execução das manutenções, de integração entre equipes, de identificação das oportunidades de melhorias, entre outros.

Em síntese, a aplicação dos dois métodos baseia-se nos treinamentos aos operadores e na busca pela melhoria contínua.

4.3.3.1 Plano de incentivo a manutenção autônoma

O incentivo da manutenção autônoma traz como principais benefícios para a empresa a melhora na comunicação entre o setor de manutenção e operadores de máquinas, e também, um maior comprometimento dos operadores com a conservação dos ativos.

Para uma inserção do conceito de manutenção autônoma, é proposto um treinamento da equipe de operadores e auxiliares de produção, com o estabelecimento de dois objetivos principais, o de melhorar a relação entre mantenedores e operadores, assim como, o de inserir o conceito “operador é o dono da máquina”, que conseqüentemente faz com que eles criem rotinas de limpeza, conservação e identificação de anomalias.

É importante ressaltar que a implantação da manutenção autônoma é um projeto extenso, que exige treinamento constante de reciclagem ao longo de anos. Para tal, são propostas as seguintes etapas:

- a) Primeiro estágio - Aquisição de conhecimento mais aprofundado sobre a máquina ou equipamento, através de:
 - Elaboração e documentação de padrões de limpezas, de lubrificações e de reapertos;
 - Criação de listas de verificações (*checklists*) de conservação da máquina em trocas de turnos;
 - Criação de diário de bordo das máquinas, onde principais atividades como setups e mudanças de configurações são registradas;
 - Identificação de anomalias e criação de SS por parte dos operadores;
 - Pequenos consertos que não gerem riscos à segurança ou maquinário;
 - Registro formal dos parâmetros dos equipamentos, e também, os procedimentos padrões nas correções das falhas mais comuns.

- b) Segundo estágio - Treinamento que concerne aos operadores maiores competências, exigindo também, maior aptidão por parte dos mesmos, sendo vital a assimilação das etapas do primeiro estágio. Passam também a serem delegadas aos operadores as seguintes tarefas:
 - Realizar melhorias nos equipamentos, com o objetivo de reduzir resíduos, como sucatas ou que contaminem o ambiente, como pó, rebarbas, limalhas, vazamentos, entre outros;
 - Desenvolvimento de métodos de operação que reduzam os tempos de lubrificações e limpezas;
 - Desenvolvimento de manuais de inspeções, para fins de acelerar e qualificar a atividade, e também, posterior utilização em treinamentos de novos operadores;
 - Padronização de procedimentos de manuseio e fluxo de materiais;
 - Padronização do procedimento de registro de dados;

A manutenção autônoma terá a responsabilidade de fazer o pós-acompanhamento das OS, reabrindo-as caso não tenham sido executadas de forma correta. O operador responsável por cada máquina em seu turno deve saber tudo o que ocorre com a mesma, pois os números

de produtividade serão de sua responsabilidade. É importante que todos os operadores de uma mesma máquina trabalhem em sinergia.

4.3.3.2 Plano de incentivo ao *kaizen*

O *kaizen*, também chamado de melhoria contínua, é vital para a competitividade da empresa frente ao mercado, tendo em vista que a pressão por redução de despesas é constante. Muitas vezes ótimas ideias de melhoria de processos produtivos surgem dentro do setor de produção. Isto ocorre principalmente se operadores e auxiliares forem instigados a trazerem soluções e melhorias, desta forma, a tendência de que surjam várias ideias é grande, já que eles estão em contato direto com o ambiente fabril, conhecendo a fundo os processos.

A grande questão a ser pensada está no fato de surgirem ideias muito boas, mas outras nem tanto. Surgem ideias que podem parecer interessantes, porém voltadas para ativos que não precisem de melhorias de produtividade, como no caso de máquinas que não sejam gargalo ou que estejam em linhas pouco utilizadas.

Para tal, é proposta uma plataforma de incentivo a sugestões, onde todos os membros do setor fabril, como a equipe de manutentores, operadores, auxiliares, entre outros, possam dar sugestões de melhorias através do preenchimento de um formulário, no próprio *software* de gestão da manutenção, conforme a Figura 44.

Figura 44 – Formulário para sugestão de melhorias baseado no *kaizen*

FORMULÁRIO DE SUGESTÕES DE MELHORIAS (KAIZEN)						
LOCAL ONDE A MELHORIA SERÁ APLICADA:			DATA DA SOLICIT.: 12/06/2017			
AUTOR:	FULANO		STATUS:	NÃO AVALIADA		
DPTO:	PRODUTIVO		URGENTE:	<input checked="" type="checkbox"/>		
SETOR:	ENVASE DE LÍQUIDOS - ENVL		EQUIPE:	Mecânica 2		
LINHA:	01					
ATIVO:	POSICIONADOR DE FRASCOS IMSB PFP27200 - ENVL01					
TAG:						
MELHORIA:						
-Descrever aqui a sugestão de melhoria apresentada. Esta descrição pode ser feita de forma simples;						
-É importante observar o TIPO de GANHO que esta sugestão de melhoria oferece;						
-Avaliar a importância do local que recebe a melhoria, para a empresa;						
-Avaliar o payback, tempo de retorno do investimento;						
TIPOS DE GANHOS:						
ERGONOMIA ()	AUMENTO DE PRODUTIVIDADE ()	REDUÇÃO DE MÃO DE OBRA ()	REDUÇÃO DE MATÉRIA PRIMA E DESPERDÍCIOS ()	REDUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ()	MENOR QUEBRA DE MÁQUINAS ()	OUTROS:
CRITICIDADE DO LOCAL QUE RECEBE A MELHORIA:						
CRITICIDADE DO LOCAL:			LOCAL CONSIDERADO GARGALO:		SIM ()	NÃO ()
CUSTO ESTIMADO PARA IMPLANTAR						
VALOR ESTIMADO:		R\$ 3.000,00	É NECESSÁRIO TREINAMENTO?		SIM ()	NÃO ()
GANHO FINANCEIRO/MÊS						
VALOR ESTIMADO/MÊS:		R\$ 710,00				
RETORNO DO INVESTIMENTO (PAYBACK)						
CUSTO:	R\$ 3.000,00	GANHO/MÊS:	R\$ 710,00	TEMPO DE RETORNO:	4,23 MESES	
DECISÃO:						
APROVADO ()			REPROVADO ()			
PREVISÃO DE INÍCIO:	01/01/2018		ASSINATURA RESP.:			

Fonte: Do autor.

O formulário de sugestão de melhoria é dividido em oito etapas, onde a melhoria é formalizada de forma estruturada e concisa, embasando uma tomada de decisão sobre dados reais ao invés de decidir pela aprovação ou não da ação proposta de maneira empírica. Os principais pontos a serem observados são:

- Preenchimento do cabeçalho: Onde são informados o local de aplicação, nome do autor, data da solicitação e urgência do trabalho;
- Melhoria: Campo onde o autor deve descrever a ideia proposta. Maiores detalhes sobre a sugestão podem ser coletados em uma conversa posterior com o autor;

- Tipos de ganhos: Ao sugerir uma melhoria, esta deve apresentar algum ganho. Ao marcar os ganhos obtidos, o autor é instigado a repensar sua ideia, para que seja possível atender o máximo de ganhos possíveis. Os principais tipos de ganhos são: Ergonomia; aumento da produtividade; redução da mão de obra; redução de uso de matéria prima ou desperdícios; redução de consumo de energia elétrica; menor quebra de maquinário;
- Criticidade do local que recebe a melhoria: Através da escolha do local, ao preencher o cabeçalho, a criticidade desse ativo é exibida automaticamente, de acordo com o que foi cadastrado previamente no sistema.
- Custo para implantar: Uma estimativa de custo total de implantação deve ser inserida. Esta estimativa precisa ser reavaliada pelo PCM posteriormente. Além do custo financeiro, é necessária uma avaliação a respeito de treinamento à operadores e a sua complexidade.
- Ganho financeiro: Uma estimativa de ganho financeiro por mês deve ser inserida. Esta estimativa precisa ser reavaliada pelo responsável pelo PCM posteriormente.
- Retorno do investimento (*payback*): Etapa onde é feito o cálculo de viabilidade financeira do investimento. Divide-se o custo total de implantação, pelo retorno financeiro mensal, resultando na quantidade de meses necessários para pagar pelo investimento. A partir do pagamento do investimento, o restante dos meses de utilização da melhoria incide em ganho efetivo para a empresa;
- Decisão: Etapa mais delicada do processo. A sugestão ideal de melhoria deveria atender a todos os tipos de ganhos propostos, ter baixo custo de implantação, não necessitar de treinamentos, ser aplicada em ativos críticos, e também, ter alto ganho financeiro mensal. Porém, sabe-se que a maioria das melhorias sugeridas não vão atender a todos os critérios estipulados, cabendo aos gestores a avaliação crítica dos requisitos preenchidos, para então, optarem pela aprovação ou não da sugestão.

4.4 Indicadores de desempenho e financeiros

O uso de indicadores de desempenho e financeiros justifica-se a partir da avaliação dos benefícios que eles trazem para a empresa, levando em consideração como se encaixam no modelo de gestão proposto. Em síntese, aplicou-se o seguinte questionamento para selecionar dentre vários indicadores os mais adequados à realidade da empresa:

“O que esse indicador avalia, o que vamos fazer com seus resultados e como eles podem nos auxiliar?”

Para responder esse questionamento, é importante relacionar os indicadores apontados com o objetivo principal e com os específicos do trabalho. Estes objetivos visam fundamentalmente definir os métodos de manutenções mais adequados aos ativos da empresa, para então propor-se a estrutura de trabalho necessária para que a equipe de manutentores execute os métodos indicados, o que consiste na implantação de um modelo de gestão baseado no PCM. Os indicadores selecionados trazem os benefícios ao atendimento dos objetivos do trabalho.

Além das definições conceituais sobre os indicadores selecionados e a listagem de seus benefícios trazidos à instituição, é necessário definir a forma de coletar os dados, a periodicidade dessas coletas e a sua fórmula de cálculo. A forma da coleta varia de acordo com cada indicador, mas a periodicidade é sempre igual, sendo coletada diariamente de forma automática via *software*. Na sequência são listados os indicadores selecionados, as suas funções, os benefícios trazidos, as formas de coleta dos dados, e por fim, suas fórmulas para cálculo:

a) *Backlog*: Tempo estimado para zerar toda a demanda de OS abertas;

– Benefícios:

- i. Análise de ociosidade/superalocação de atividades aos membros da equipe;
- ii. Melhor distribuição do uso da mão de obra, através do agrupamento de atividades;

– Forma de coletar os dados:

- i. Horas de manutenção em carteira (HMC): Coletadas a partir do tempo informado para executar a OS no momento de sua criação;
- ii. Homem hora disponível (HHD): Quantidade de manutentores em atividade, multiplicado pela sua carga horária diária, descontado de 20% devido a perdas com atividades diversas;

– Fórmula para cálculo:

$$i. \textit{Backlog} = \frac{\sum \text{HMC}}{(\sum \text{HHD}) \times 0,8}$$

b) MTBF: Tempo médio entre falhas;

- Benefícios:
 - i. Análise da eficácia das manutenções, onde problemas reincidentes podem ser identificados, investigados e corrigidos na raiz;
 - ii. Forma de avaliar se a estratégia de manutenção escolhida está correta, tendo em vista que uma alta taxa de falhas pode ser reflexo de uma falta de lubrificações ou prevenções, por exemplo;
 - iii. Quanto maior o tempo médio entre falhas, maior a disponibilidade do ativo;
- Forma de coletar os dados:
 - i. Total de horas trabalhadas pela máquina (HD): A empresa conta com sistema de coleta de dados automática, onde sensores informam o software a quantidade de horas trabalhadas;
 - ii. Total de paradas Corretivas (NC): Através da contagem das OS corretivas executadas;

- Fórmula para cálculo:

- i. $MTBF = \frac{HD}{NC}$

c) MTTR: Tempo médio de reparos;

- Benefícios:
 - i. Avaliação da eficiência dos membros da equipe de manutentores;
 - ii. Avaliação da complexidade das manutenções;
 - iii. Alocação correta de tempo de parada programada da máquina para manutenção;
 - iv. Quanto menor for o tempo médio de reparo, maior será a disponibilidade do ativo;
- Forma de coletar os dados:
 - i. Total de horas paradas em manutenção corretiva (HIM): Coletadas a partir das OS corretivas concluídas, com a extração das horas utilizadas nos reparos;
 - ii. Total de paradas Corretivas (NC): Através da contagem das OS corretivas executadas;
- Fórmula para cálculo:
 - i. $MTTR = \frac{HIM}{NC}$

- d) Disponibilidade: Percentual de tempo em que os ativos ficaram disponíveis para operação;
- Benefícios:
 - i. Deve ser a forma de avaliar se o planejamento do setor de manutenção funciona em um todo, pois um dos principais objetivos desse setor, é garantir a disponibilidade dos ativos quando esses forem requisitados;
 - Forma de coletar os dados:
 - i. Horas planejadas para produção (HO): Obtidas pela subtração das horas indicadas como paradas planejadas, pela quantidade total de horas disponíveis para produção;
 - ii. Horas produtivas (HDP): Obtidas pela subtração das horas de paradas com manutenções corretivas, pela quantidade de horas planejadas para produção;
 - Fórmula para cálculo
 - i. $DISPONIBILIDADE = \frac{HO}{HDP}$
- e) Indicador Financeiro: Avalia os custos com manutenção, dividido por departamentos, setores, linhas e máquinas, bem como por método de manutenção;
- Benefícios:
 - i. Avaliação sobre o custo/benefício da estratégia de manutenção adotada;
 - ii. Base para elaboração do orçamento de manutenção de cada departamento/setor/linha;
 - iii. Controle de gastos com manutenção, estoque de peças, horas extras, desperdícios de materiais, entre outros;
 - Forma de coleta dos dados:
 - i. Somatório de todas as horas trabalhadas em todos os planos de manutenção (HT);
 - ii. Valor aproximado da mão de obra com encargos (MO): Através de consulta ao RH da empresa;
 - iii. Custo total com peças utilizadas (CP): Através da extração de dados das OS;
 - Fórmula para cálculo:
 - i. $DESPESAS = (HT \times MO) + CP$

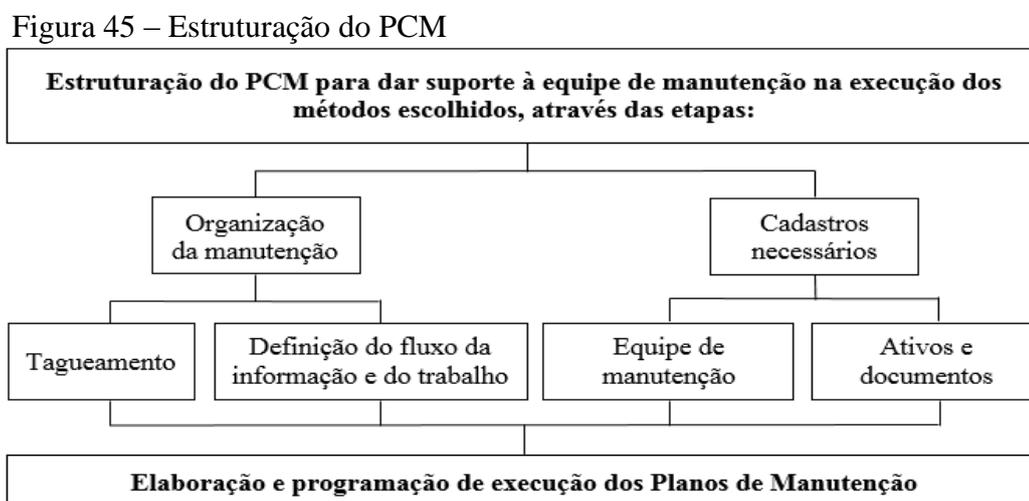
4.5 Formação da proposta de novo modelo de gestão da manutenção

O modelo de gestão da manutenção proposto parte do princípio de buscar uma postura ativa da equipe de manutentores. Para tal, seus esforços precisam ser empenhados na detecção antecipada de problemas, em trocas preventivas, e também, em técnicas de aumento da vida útil de componentes. A viabilização desta postura ativa se dá com base na aplicação de diversas técnicas e ferramentas para melhoria da gestão da manutenção, que são discutidas no presente trabalho.

Desta forma, são necessárias várias mudanças no modelo de gestão até então aplicado, que partem inicialmente da definição dos métodos de manutenção mais adequados aos ativos da empresa. Na sequência, com base nos métodos encontrados com maior frequência, monta-se a estratégia de atuação do setor.

Esta estratégia de atuação dá suporte a equipe de manutenção para a execução das suas atividades, exigindo uma forte gestão das informações referentes aos ativos da empresa. Nesse cenário as funções para o PCM passam a ser facilitadoras do trabalho dos manutentores.

O PCM encarrega-se de organizar a manutenção com o tagueamento dos ativos, a definição do fluxo de trabalho e os cadastros necessários. Nesses cadastros a equipe de manutentores tem registradas as suas aptidões, treinamentos, carga horária, entre outros. Da mesma forma, os ativos da empresa são cadastrados com todas as informações técnicas necessárias para uma melhor execução dos trabalhos de manutenção. Conforme pode ser visualizado na Figura 55.



Fonte: Do autor.

Após o registro dos dados necessários sobre a equipe de manutentores e dos ativos da empresa, parte-se para a elaboração dos planos de manutenção. Nesse, as principais contribuições são o agrupamento de atividades semelhantes em planos específicos, agilizando a execução dos trabalhos, bem como, a organização das atividades dos manutentores de forma a conferir postura ativa na execução das atividades de manutenção.

Finalizando o novo modelo de gestão proposto são aplicados indicadores, que servem para monitorar o desempenho do setor de manutenção como um todo, conforme a sequência indicada:

- *Backlog*, monitora se as OS estão sendo executadas em um tempo adequado após seu lançamento.
- MTBF atesta se a quantidade de quebras no maquinário está aceitável ou não, embasando uma mudança de estratégia de atuação, caso necessário.
- Através do MTTR avalia-se o desempenho dos manutentores na execução dos trabalhos, a fim de verificar discrepâncias entre tempos dentro da própria equipe.
- A disponibilidade e o acompanhamento financeiro são os indicadores chave, pois o principal objetivo do setor de manutenção deve ser o aumento da disponibilidade dos ativos, com o menor custo possível.

4.6 Resultados

A partir do novo modelo de gestão da manutenção proposto, são esperados os seguintes resultados:

- Montagem da estratégia de atuação baseada nos métodos de manutenção mais adequados para cada máquina;
- Suporte à equipe de manutentores para que a estratégia de manutenção seja executada, estruturando assim funções de PCM para coordenação das atividades da equipe, possibilitando uma postura ativa por parte da mesma;
- Monitoramento do desempenho do maquinário e da equipe de manutentores através da implantação de indicadores de desempenho e financeiros;
- Aumento na disponibilidade do maquinário e controle de despesas;

Ao longo da coleta de dados para a formação da proposta de modelo de gestão da manutenção com base na implantação de funções para o PCM, foram obtidos alguns resultados já concretos. São listados na sequência alguns deles, como a perda de produção por hora parada e o cadastro de peças para a formação dos planos de manutenção da linha abordada. Os dados obtidos podem ser visualizados na sequência:

- Perda de produção por hora parada: 10.200 Litros de água sanitária deixam de ser envasados a cada hora em que a linha fica parada;
- Pontos de Lubrificação cadastrados: 127 pontos de lubrificação foram encontrados e cadastrados nas oito máquinas avaliadas;
- Quantidade de peças encontradas com desgaste proporcional a carga de utilização da máquina: 69 peças com potencial de quebra com o passar do tempo foram identificadas na linha abordada;
- Peças com definição de estratégia corretiva: 35 das 69 peças de desgaste encontradas, foram encaixadas no método corretivo de manutenção, sendo mantido estoque de peças reservas no almoxarifado;
- Peças com manutenções preventivas programadas: 14 das 69 peças de desgaste encontradas, tiveram sua troca preventiva agendada após serem avaliadas;
- Peças com manutenções preditivas programadas: 20 das 69 peças de desgaste encontradas tiveram sua avaliação preditiva agendada após serem avaliadas.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho tem como forte característica a implantação das bases para a estruturação de funções para o PCM. Essas funções são responsáveis por dar suporte à equipe de manutentores, para que esses possam executar suas atividades de forma ativa com o objetivo de aumentar a disponibilidade do maquinário e reduzir custos.

Foram abordados diversos temas relacionados à gestão da manutenção, visando formar um modelo adequado a realidade da empresa em questão com base na correlação entre a literatura e a realidade do processo produtivo da linha em estudo.

Desde o início do trabalho, imaginava-se que não seria encontrado um modelo de gestão já pronto, que atendesse plenamente a necessidade da empresa. Esta inexistência de um modelo pronto é normal, tendo em vista que apesar de existirem características genéricas nas indústrias, como por exemplo, a presença de ativos, manutentores, operadores, entre outros, existem também, aspectos específicos que precisam ser levados em consideração, como questões culturais, carga de trabalho do maquinário, entre outros.

Alguns aspectos são situações específicas de cada empresa, que fazem com que elas sejam únicas em suas particularidades, exigindo uma avaliação individual a cada instituição para a formação de um modelo de gestão adequado. São exemplos de situações específicas, as questões culturais, as características próprias do processo produtivo em questão, como corrosividade de produtos envasados, a carga de trabalho aplicada ao maquinário, entre outros.

Apesar da inexistência de um modelo pronto que atenda plenamente todas as peculiaridades da empresa, acredita-se que tenha sido possível fazer um detalhamento técnico a respeito do processo produtivo, o qual foi suficiente para embasar uma pesquisa bibliográfica que oferece técnicas capazes de auxiliar na melhoria de desempenho dos resultados do setor de

manutenção. Com base nas ferramentas e técnicas abordadas, busca-se excelência na utilização do tempo das máquinas para produção, que por sua vez, melhoram os resultados globais da instituição.

Analisando as condições em que a empresa estava antes da proposta de gestão apresentada, pode-se obter três conclusões principais.

A primeira delas é a da necessidade de divisão das execuções dos trabalhos dos manutentores pelos métodos de manutenção, que são abordados na seção 4.3.1 Montagem dos planos de manutenção. Esta divisão permite uma maior especialização por parte da equipe na execução dos seus trabalhos, bem como a documentação e parametrização dos procedimentos adotados.

Até então os manutentores executam simultaneamente todos os métodos de manutenção, como as lubrificações, as trocas preventivas, os acompanhamentos preditivos e as ações corretivas. Esses trabalhos, porém, eram executados sem um acompanhamento e documentação sobre o padrão ideal de execução, o que fazia com que as atividades se realizassem de forma empírica, por tentativa e erro.

A maior desvantagem desta forma de atuação, está no fato de que o conhecimento acaba ficando preso a determinados membros da equipe de manutenção, que ao se ausentarem por motivos diversos, geram grande desconforto ao seu setor. Isto ocorre já que seus substitutos acabam por resolver problemas também de forma empírica via tentativa e erro, devido à falta de registros formais sobre procedimentos e históricos de ocorrências.

A divisão das atividades de manutenção por métodos específicos permite o agrupamento de atividades semelhantes, o que melhora a qualidade do trabalho e reduz seu tempo de execução. Além do mais, são criados roteiros de execução e documentação das etapas, que definem o melhor meio de se proceder, tornando esse conhecimento acessível a todos.

A segunda importante conclusão obtida, está no fato de ser fundamental definir o fluxo da informação. Esta definição inicia com a estruturação de modelos formais para registrar necessidades de intervenções mecânicas, que são percebidas por manutentores, operadores e auxiliares de produção. Esse registro formal é executado através do modelo de SS proposto. Da mesma maneira, é necessário criar históricos de execução dos trabalhos que tenham sido

realizados, para que se possa mensurar a quantidade e tipo de ocorrências, bem como seus custos, o que é feito através da OS baseada na ferramenta 5w2h.

Complementando a questão do fluxo da informação, é vital que a comunicação entre setores flua bem, de forma clara e objetiva, onde qualquer membro da equipe consiga entender o que precisa ser feito através da leitura dos procedimentos cadastrados e das OS geradas. Caso o entendimento não ocorra através da documentação cadastrada, esta deve ser revisada.

O terceiro ponto observado, está na avaliação constante dos indicadores de desempenho, que precisam ter seus resultados analisados periodicamente, para que se observe oportunidades de melhorias que eventualmente possam estar passando despercebidas em análises empíricas.

O processo de melhoria deve ser contínuo, seguindo as bases do *kaizen*, que não precisa ser aplicado apenas em máquinas. Sua aplicação é adequada em todas as áreas da empresa, inclusive em modelos de gestão.

Em suma, conclui-se que o modelo de gestão da manutenção com base na implantação de funções para o PCM, atende o objetivo de dar suporte à equipe de manutentores, para que esses trabalhem de forma ativa na execução de suas atividades, aumentando desta maneira, a disponibilidade dos ativos e reduzindo custos.

5.1 Recomendações para trabalhos futuros

O presente trabalho parte da estruturação das bases de um modelo de gestão da manutenção, que busca alterar o modo de trabalho de uma equipe onde a atuação ocorre de forma passiva, aguardando a ocorrência de falhas e panes, para um novo cenário de atuação ativa com foco em antecipações de soluções.

Para tal, são tratados diversos assuntos, mas com o aprofundamento necessário apenas para atender ao objetivo principal e aos específicos do trabalho, conforme delimitado na seção 1.4 Delimitação do tema. Assim, alguns assuntos são tratados apenas de forma introdutória, tendo em vista que o detalhamento dos mesmos possui conteúdo suficiente para a criação de um novo trabalho de conclusão de curso.

A partir da maturidade da aplicação das ferramentas elucidadas no modelo de gestão proposto, é possível avançar na aplicação de novas técnicas, as quais necessitam de uma certa base para que suas implementações tenham sucesso.

Desta forma, destaca-se a oportunidade de aprofundamento em alguns temas, como a TPM, com a abordagem de seus oito pilares: o *kaizen*; a manutenção planejada; a manutenção autônoma; educação e treinamento; controle inicial; manutenção da qualidade; TPM administrativo; TPM ECO. Nesse trabalho apenas dois foram abordados, e de forma introdutória, o *kaizen* e a manutenção autônoma.

Outra prática de grande importância, abordada de maneira superficial no presente trabalho, é a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), que tem como objetivo definir de forma sistemática um modelo que aumente a confiabilidade dos ativos.

Uma terceira série de ferramentas pode ser aplicada, também após a implantação da base inicial proposta nesse trabalho, sendo que sua aplicação direta não é recomendável. O pacote é conhecido como Melhores Práticas de Manutenção (*best practices*), também chamado de Manutenção de Classe Mundial (WCM – *World Class Maintenance*).

REFERÊNCIAS

ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. **Documento Nacional 2013: A situação da manutenção no Brasil**. 28º Congresso Brasileiro de Manutenção. Salvador - BA, 2013.

ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. **A Futura Norma Internacional de Gestão de Ativos ISO 55.000**. Disponível em: < <http://www.abraman.org.br/sidebar/pas55> >. Acesso em: 25/09/2016.

ACCIOLY, Felipe; AYRES, Antônio de Pádua S.; SUCUPIRA, Cezar. **Gestão de estoques**. 1ª. edição, Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro – RJ, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462, Confiabilidade e manutenibilidade - terminologia**. Rio de Janeiro - RJ, 1994.

BIEHL, Norberto Carvalho; Sellitto, Miguel Afonso. **TPM e manutenção autônoma: Estudo de caso em uma empresa da indústria metal-mecânica**. Revista Produção Online - v.15, n. 4, p. 1123-1147. Florianópolis – SC, 2015.

BOTELHO, Alexandre Guimarães; FERNANDES, José Luiz; PITHON, Antônio José Caulliraux. **Análise de gestão da confiabilidade na indústria do petróleo**. CONEM – Congresso Nacional da Engenharia Mecânica. São Luís – MA, 2012.

BRANCO FILHO, Gil. **Indicadores e Índices de Manutenção**. Editora Ciência Moderna Ltda. Rio de Janeiro - RJ, 2006.

BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Editora Ciência Moderna Ltda. Rio de Janeiro - RJ, 2008.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da manutenção: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora – RJ, 2013.

CARVALHO, André Moreira de; GOMES, Geraldo Messias; BORGES, Márcio de Castro; FERREIRA JÚNIOR, Nilton Bráz. **Implantação de sistema informatizado para**

planejamento e controle da manutenção – Empresa Vileflex. Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE) e Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas (FAENG). Governador Valadares – MG, 2009

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial.** Elsevier Editora Ltda, 7ª reimpressão. Rio de Janeiro - RJ, 2009.

GARCIA, Helenice Leite; FERREIRA, Duan Vilela; ANDRADE, Mario Celso Neves de. **Relação do PCM/PCP no beneficiamento de cloreto de potássio.** XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Belo Horizonte - MG, 2011.

GASNIER, Daniel G.; BANZATO, Eduardo; CARILLO, Edson; MENDES, Jerônimo; TOMASELLI, Mauro; MOURA, Reinaldo A. **Gestão de estoques e suprimentos na cadeia de abastecimento.** 1ª edição, IMAM. São Paulo - SP, 2007.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre - RS, 2009.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** Editora Atlas, 4. ed., São Paulo - SP, 2006.

GOULART, Alessandra Z. **A Gestão de estoque como ferramenta estratégica na redução de custos: Um estudo de caso sobre o gerenciamento de rolamentos sobressalentes.** Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville - SC, 2014.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de Qualidade Total.** Editora Campus. Rio de Janeiro – RJ, 1993.

KARDEC Alan; NASCIF Julio. **Manutenção: função estratégica.** Editora Qualitmark Petrobrás, 3. ed. Rio de Janeiro - RJ, 2009.

LAMB, Maiquel Auri; CORCINI NETO, Secundino Luis Henrique; LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; GOLDMEYER, Dieter Brackmann. **Modelo de planejamento e controle da manutenção para empresas do saneamento básico.** XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador – BA, 2013.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica.** Editora Atlas, 7. ed., São Paulo – SP, 2010.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preventiva.** Editora Edgard Blucher Ltda, Volume 1, 4ª reimpressão. São Paulo – SP, 2008.

PIECHNICKI, Ademir Stefano. **Metodologias para implantação e desenvolvimento de sistemas de gestão da manutenção: As melhores práticas.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa – PR, 2011

SANTOS, Arthur Tranzola. **Abertura comercial na década de 1990 e os impactos na indústria automobilística.** Fronteira, v. 8, n. 16, p. 107. Belo Horizonte - MG, 2º sem 2009.

SILVA, Michel Philipe da Trindade e. **Aplicação de técnicas de manutenção preditiva para o aumento da confiabilidade de locomotivas diesel-elétricas.** Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

SIMÕES JÚNIOR, Valdir. **Implantação de um sistema de gestão para manutenção industrial.** Universidade regional do noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Panambi – RS, 2014.

SNOW, Richard. **Ford - o Homem Que Transformou o Consumo e Inventou A Era Moderna.** Editora Saraiva, São Paulo – SP, 2014.

SOUZA, Gilberto Francisco Marta de; SILVA, Dennis Wilfredo Roldán; SANTOS, Luiz Carlos Martins. **Implantação da gestão de manutenção de máquinas automatizadas.** CONEM – Congresso Nacional da Engenharia Mecânica. São Luís – MA, 2012.

STRÖHER, Leandro Martin. **Evolução do Planejamento e Controle de Manutenção na ótica da manutenção de classe mundial.** Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário UNIVATES. Lajeado – RS, 2012.

VIANA, Herbert R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção.** 1ª Edição, Qualitymark Editora. Rio de Janeiro - RJ, 2014.

VERRI, Luiz Alberto. **Gerenciamento pela Qualidade Total na manutenção industrial: Aplicação Prática.** 1ª Edição, Qualitymark. Rio de Janeiro – RJ, 2007.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** INDG Tecnologia e Serviços Ltda. Nova Lima - MG, 2004