

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

GREGORI PICOLOTTO CONTERATO

**MANUTENÇÃO INDUSTRIAL MECÂNICA
ESTUDO DE CASO SOBRE GESTÃO DA MANUTENÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2017

GREGORI PICOLOTTO CONTERATO

MANUTENÇÃO INDUSTRIAL MECÂNICA
ESTUDO DE CASO SOBRE A GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco

Orientador: Prof. Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa.

PATO BRANCO

2017

FOLHA DE APROVAÇÃO
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL MECÂNICA
ESTUDO DE CASO SOBRE A GESTÃO DA MANUTENÇÃO

GREGORI PICOLOTTO CONTERATO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 08/06/2017 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

Prof^a. MsC. Maria Nalu Verona
UTFPR

Prof. MsC. Paulo Cesar Adamczuk
UTFPR

Prof. Dr. Sergio Luis Ribas Pessa
UTFPR
Orientador

Prof. Dr. Bruno Bellini Medeiros
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, instituição que proporcionou uma estrutura sólida de ensino. Em específico, ao Departamento de Mecânica e professores sem exceções que de alguma forma contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

Ao meu orientador, Prof.^o Dr. ^o Sergio Luiz Ribas Pessa, o qual sempre transmitiu seu conhecimento, orientação e que nunca mediu esforços para que eu conseguisse alcançar meus objetivos.

Aos meus pais, Vilson Conterato e Marlei Picolotto Conterato, pelos ensinamentos diários, apoio e compreensão durante toda minha vida. Por fim, agradeço a meus amigos e colegas, que foram parte muito importante para meu amadurecimento desde que ingressei nesta instituição.

RESUMO

CONTERATO, Gregori P. **Manutenção Industrial Mecânica - Estudo de caso sobre a gestão da manutenção.** 2017. 62p. Monografia (Bacharel em Engenharia Mecânica). - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

Este estudo de caso exploratório tem como objetivo a proposta de um modelo de gestão para o processo de manutenção industrial mecânica de uma indústria localizada no sudoeste do Paraná. Através da descrição do processo produtivo e equipamentos utilizados na empresa, são apresentados modelos de cadastro de equipamentos, ordens de serviço e plano de manutenção, criando uma memória organizacional das atividades de manutenção. Visando minimizar as manutenções corretivas nos equipamentos da empresa, que custam mais e prejudicam sua capacidade produtiva. Esta forma de gestão organiza e documenta as atividades do processo para que o acompanhamento das atividades seja feito através da análise de indicadores como disponibilidade e tempo médio entre falhas. Assim, com essa análise, podemos estabelecer valores meta para as atividades da empresa, onde o custo de manutenção não seja maior do que o custo para aumento da disponibilidade dos equipamentos.

Palavras-chave: Manutenção Mecânica, Indicadores de desempenho, Gestão da manutenção.

ABSTRACT

CONTERATO, Gregori P. **Industrial Mechanical Maintenance - Case study on the maintenance management.** 2017. 6p. Monograph (Bachelor in Mechanical Engineering). - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

This exploratory case study has as main objective, the proposition of a management model for the industrial mechanical maintenance process of an Industry located in the southwest of Paraná. Through the detailing of the manufacturing process and equipment utilized by the company, a model of equipment registration, service orders and maintenance plan are presented. Aiming to minimize the corrective maintenances in the company's equipment, that cost more and decreases its productive capacity. This form of management organizes and register the activities of the process so that the activities can be monitored through the analysis of performance indicators like availability and medium time between failures. With this analysis, we can stablish target values to the company activities, where the cost of maintenance do not be higher than the cost of the availability of the equipment.

Keywords: Mechanical Maintenance, Performance Indicators, Maintenance Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Importância da Manutenção	17
Figura 02 - Relação Custos vs Disponibilidade.	19
Figura 03 - Etapas de elaboração de um plano de manutenção	25
Figura 04 - Natureza dos custos de manutenção	27
Figura 05 - Ponto ótimo de disponibilidade.	28
Figura 06: Fluxograma da metodologia aplicada.	29
Figura 07 - Esboço do layout da empresa.	34
Figura 08 - Fluxograma do processo de produção da empresa.	35
Figura 09 - Modelo de codificação dos equipamentos.	41
Figura 10 - Exemplo do histórico do custo variável de manutenção	52
Figura 11 - Histórico de disponibilidade dos equipamentos.	55
Figura 12 - Distribuição das atividades de manutenção.	56
Figura 13 - Etapas sugeridas para aplicação do modelo de gestão	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Custo Total da Manutenção/Faturamento Bruto.	18
Tabela 02 - Aplicação dos recursos na manutenção.	21
Tabela 03 - Aplicação dos recursos na manutenção.	23
Tabela 04 - Determinação do tempo médio entre falhas (TMEF).	53
Tabela 05 - Apresentação do acompanhamento do Tempo médio de reparo (TMR).	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Ficha de identificação de equipamentos.	24
Quadro 02 - Modelo de Tag para identificação de equipamentos mecânicos.	39
Quadro 03 - Classe de prioridade de equipamentos.	40
Quadro 04 - Divisão de setores da empresa analisada.	41
Quadro 05 - Cronograma do plano de manutenção preditivo.	42
Quadro 06 - Setores e equipamentos - Plano de manutenção preditiva.	43
Quadro 07 - Check List Prensa Hidráulica.	45
Quadro 08- - Check List - Equipamentos de usinagem	46
Quadro 09 - Check List geral para Motores Elétricos	47
Quadro 10 - Check list da manutenção preventiva dos equipamentos de fixação.	48
Quadro 11 - Ordem de serviço para manutenção corretiva.	49
Quadro 12 - Ordem de serviço para manutenção preventiva	50
Quadro 13 - Custos fixos de manutenção.	51
Quadro 14 - Registro dos custos de manutenção para Prensa Hidráulica 1 (CM01PH1A) e Parafusadeira pneumática (FF01PPA1).	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos específicos	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	17
2.1	CONCEITO DE MANUTENÇÃO	17
2.1.1	Necessidades e objetivos da manutenção	17
2.1.2	Manutenabilidade	19
2.1.3	Confiabilidade	19
2.1.4	Disponibilidade	20
2.1.5	Segurança	20
2.2	TIPOS DE MANUTENÇÃO	20
2.2.1	Manutenção corretiva	21
2.2.2	Manutenção preventiva	21
2.2.3	Manutenção preditiva	22
2.3	DETERMINAÇÃO DA CRITICIDADE DE UM EQUIPAMENTO	23
2.4	REGISTROS E FICHA DE EQUIPAMENTO	24
2.5	PLANOS DE MANUTENÇÃO	25
2.5.1	Ordens de serviço	26
2.6	INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO	26
2.6.1	Principais indicadores da manutenção	27
2.6.1.1	Custo de manutenção	27
2.6.1.2	Disponibilidade	28
2.6.1.3	Taxa de falhas	28
2.6.1.4	Tempo médio entre falhas (tmef)	28
2.6.1.5	Tempo médio de reparo (tmpr)	28
3	METODOLOGIA	29
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	29
3.2	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	30
3.3	LAYOUT E FLUXOGRAMA DE PROCESSOS	30
3.4	PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E REGIME DE TRABALHO	30
4	RESULTADOS	33

4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	33
4.2	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	33
4.3	LAYOUT:.....	34
4.4	FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO.....	35
4.4.1	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PELA EMPRESA.....	35
4.4.1.1	Prensas hidráulicas.....	36
4.4.1.2	Equipamento de acabamento superficial	36
4.4.1.3	Motores elétricos.....	36
4.4.1.4	Compressor.....	36
4.4.1.5	Forno de convecção elétrico	37
4.4.2	Regime de trabalho.....	37
4.5	ATUAL PROCESSO DE MANUTENÇÃO DA EMPRESA.....	37
4.6	MEMÓRIA ORGANIZACIONAL DA MANUTENÇÃO MECÂNICA.....	37
4.6.1	Cadastro dos equipamentos	38
4.6.1.1	Identificação	39
4.6.2	Classificação de prioridade dos equipamentos	40
4.6.3	Código dos equipamentos.....	40
4.6.4	Plano de manutenção preditivo.....	41
4.6.5	Plano de manutenção preventivo.....	43
4.6.5.1	Prensas hidráulicas.....	43
4.6.5.2	Manutenção do óleo hidráulico	44
4.6.5.3	Check list - Prensa hidráulica.....	45
4.6.5.4	Equipamentos de usinagem.....	45
4.6.5.5	Motores elétricos.....	46
4.6.5.6	Equipamentos de fixação	47
4.6.5.7	Ordens de serviço	48
4.6.6	Indicadores de desempenho da manutenção mecânica	51
4.6.6.1	Custos de manutenção	51
4.6.6.2	Tempo médio entre falhas.....	53
4.6.6.3	Tempo médio de reparo	54
4.6.6.4	Disponibilidade.....	54
4.6.6.5	Distribuição de trabalhos realizados.....	55
4.3	SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES SUGERIDAS	56
5	CONCLUSÃO	59

REFERÊNCIAS.....	60
-------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

Manutenção mecânica é tido como um dos processos mais importantes de qualquer indústria atualmente, pois é quem faz com que os equipamentos mecânicos estejam em pleno funcionamento e disponíveis para os processos de produção, minimizando quebras, diminuição da produtividade e desvio dos padrões de qualidade do equipamento.

Como todos os equipamentos mecânicos sofrem algum tipo de desgaste, mesmo que pequeno, a manutenção precisa ser gerida para que os reparos possam ser feitos de maneira programada, sempre visando o andamento normal das atividades da empresa.

Assim, neste trabalho iremos explorar como fazer o processo de gestão da manutenção mecânica, desde o cadastro dos equipamentos e suas principais características até a programação das atividades manutenção preventiva, preditiva e corretiva.

Serão abordados alguns indicadores de desempenho para que o processo de manutenção da empresa analisada possa ser acompanhado e a partir disso ter melhorias contínuas através de sua memória organizacional.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Diagnosticar a estrutura da empresa e a locação do setor de manutenção neste arranjo, analisando o grau de adequação, organização, indicadores e gestão.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a empresa, os processos e a relação com a atuação da manutenção.
- Priorizar dos sistemas utilizados, sob as óticas da:
 - ◆ Produção.
 - ◆ Indicadores de desempenho.
- Propor um modelo integrado para gestão e processamento da manutenção mecânica por meio de indicadores.

1.2 JUSTIFICATIVA

A grande competitividade encontrada no meio industrial atualmente faz com que as empresas busquem cada vez mais, menores custos de produção sem que o volume de produzido diminua. Entretanto, segundo Marconin e Camello Lima (2003) uma análise simplista de redução de custos e aumento de produção, pode tirar a empresa de um caminho sustentável.

Um aspecto importante de qualquer empresa é seu processo de manutenção, pois todo equipamento está, inevitavelmente, sujeito a deteriorar-se de acordo com o tipo e intensidade da atividade na qual é submetido. Para manter o processo produtivo com completa funcionalidade, segundo Lago e Gonçalves (2006), é necessário que todos os equipamentos sejam mantidos nas melhores condições de funcionamento.

Assim, todos os equipamentos da empresa irão sofrer ao longo de sua vida útil, reparos, inspeções, substituição de componentes, lubrificações e etc. Além disso, segundo Brito (2003):

A manutenção, reputada de tarefa secundária e dispendiosa, alvo de reduções fortes em tempo de crise ou em situações econômicas difíceis, passou, então, pelos custos das suas intervenções, a ser considerada fator determinante na economia das empresas, capaz de alterar radicalmente os índices de produtividade, a livre concorrência e o aumento de produção por empregado” (BRITO, 2003).

Kardec & Nascif (2009) mostram que a manutenção deve ser encarada como uma função estratégica na obtenção dos resultados da organização e deve estar direcionada ao suporte do gerenciamento e à solução de problemas apresentados na produção, lançando a empresa em patamares competitivos de qualidade e produtividade.

Tendo em vista a manutenção dos processos de produção da empresa em termos tanto de quantidade quanto de qualidade, uma estratégia de manutenção mecânica que vise a utilização da menor quantidade de recursos, sempre priorizando a melhor qualidade, se faz necessária a qualquer empresa que queira aumentar ou até mesmo manter seu nível de competitividade.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

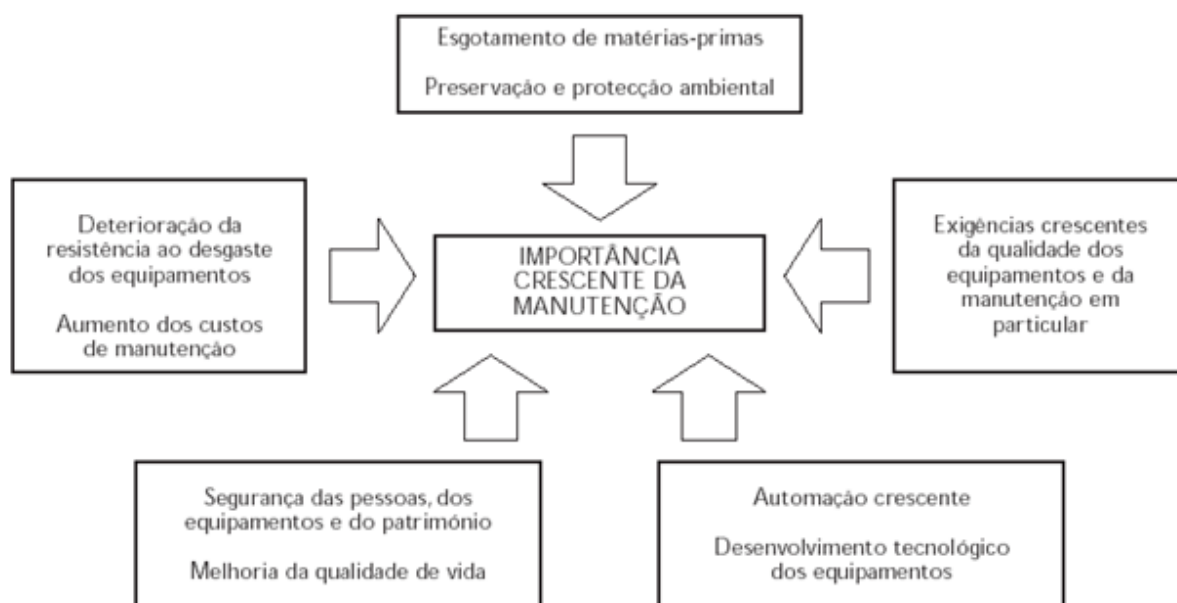
2.1 CONCEITO DE MANUTENÇÃO

Segundo Kardec e Nascif (2009), a missão ou objetivo de um processo de manutenção é o de restabelecer as condições originais dos equipamentos da empresa, ou seja, garantir que os equipamentos estejam disponíveis para atender a demanda de produção ou de serviço, de maneira que seja confiável, apresente segurança e garanta custos adequados ao processo, durante o maior prazo e rendimento possíveis.

2.1.1 Necessidades e objetivos da manutenção

Todo o equipamento em atividade está sujeito a um processo de deterioração, que pode ser mais rápido ou não, de acordo com a (s) atividade (s) que o componente desempenha e assim, eventualmente, todo equipamento vem a falhar.

Figura 1 - Importância da Manutenção.



Fonte: Brito (2003).

Para prevenir que estas falhas ocorram em períodos de trabalho que possam prejudicar o desempenho do processo produtivo da indústria, medidas ou processos de manutenção são necessários para que sempre seja mantida a máxima disponibilidade dos equipamentos, garantindo a confiabilidade do sistema de produção da indústria.

Sem manutenção mecânica nas máquinas e equipamentos utilizados, a empresa apresentará, ao longo do tempo, muitas dificuldades em cumprir cronogramas, obtenção de produtos com qualidade, manter a fidelidade dos clientes e competir no mercado tanto interno quanto externo.

Além de importante para o funcionamento da indústria, os processos de manutenção também requerem que uma boa quantidade de recursos seja aplicada (Tanto humanos quanto financeiros). Segundo a Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (Abraman), em 2013 os custos desses processos apresentaram uma fatia considerável do faturamento bruto da indústria, chegando a 4,69%. Estas informações são divulgadas a cada dois anos, porém ainda não se encontram disponíveis no site da associação os dados referentes ao biênio 2013-2015.

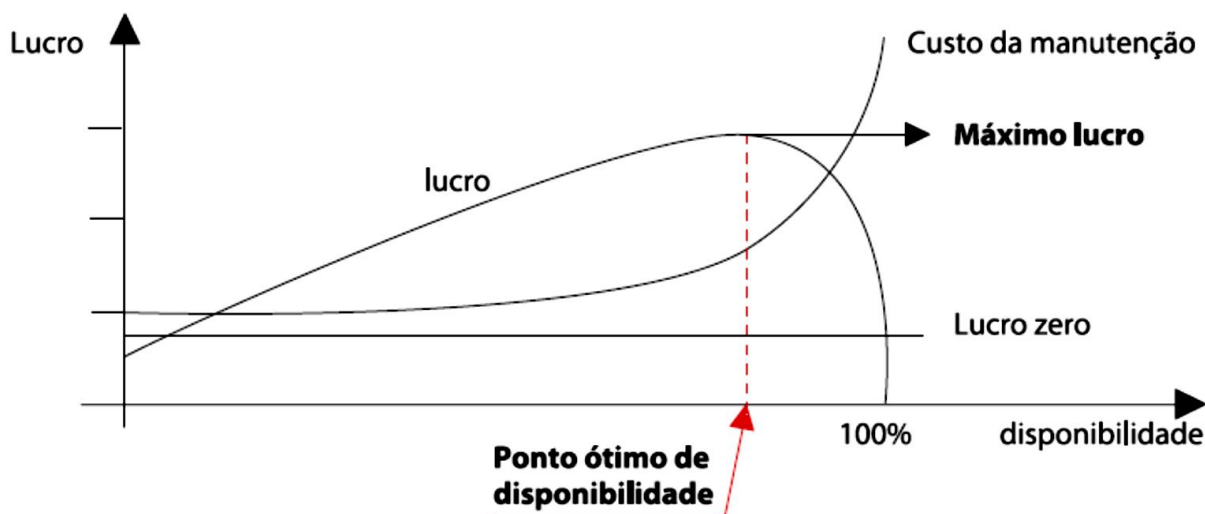
Tabela 01 - Custo Total da Manutenção/Faturamento Bruto.

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%

Fonte: Adaptado de Abraman, 2013.

Assim, Murty e Naikan (1995) nos mostram através da Figura 03, que é possível realizar a otimização de um processo de manutenção, levando em conta o custo ou lucro e disponibilidade do equipamento, onde para uma disponibilidade total (100%), o custo de manutenção seria inviável ao processo.

Figura 02 - Relação Custos vs Disponibilidade.



Fonte: Murty e Naikan (1995).

2.1.2 Manutenibilidade

Conforme a NBR 5462-1994, Manutenibilidade é a probabilidade de uma dada ação de manutenção efetiva, para um item sob dadas condições de uso, poder ser efetuada dentro de um intervalo de tempo determinado, quando a manutenção é executada sob condições estabelecidas e usando procedimentos e recursos prescritos.

2.1.3 Confiabilidade

É comum, segundo Kardec e Nascif (2009), que haja certa confusão entre os conceitos de Confiabilidade e Disponibilidade em um processo de manutenção. Para ilustrar a diferença entre estes dois conceitos, o mesmo utiliza o exemplo de uma lâmpada que ilumina a mesa de cirurgia de um neurocirurgião, onde a disponibilidade da lâmpada é de centenas de horas, porém ela de nada adianta se apagar por 5 segundos no meio de uma cirurgia (gerando atrasos, prejuízos e etc.), ou seja, se ela não apresentar uma confiabilidade coerente com o processo desenvolvido.

Assim, definindo formalmente, segundo a NBR 5462-1994, Confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um intervalo de tempo.

2.1.4 Disponibilidade

Segundo a norma NBR 5462-1994, Disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado intervalo de tempo determinado. Leva-se em conta aspectos como Confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, para garantir que o equipamento estará disponível para desempenhar sua função no processo produtivo.

2.1.5 Segurança

A realização de um procedimento de manutenção precisa analisar os aspectos relativos a segurança das operações, pois independentemente do porte da organização, este assunto é destaque devido a responsabilidade social e a preocupação com o bem estar dos funcionários.

Brito (2003) fala que a manutenção tem papel importante na avaliação da segurança, pois pode criar condições para detecção, avaliação e controle de potenciais riscos aos que os colaboradores possam estar sujeitos.

Portanto, a elaboração de Procedimento Operacional Padrão (POP), descrevendo detalhadamente as medidas necessárias para a realização de uma tarefa, seja ela de manutenção ou não, vem a ajudar na realização de procedimentos que sejam mais seguros e que diminuam riscos de acidentes de trabalho e/ou doenças ocupacionais.

2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

De acordo com Murça (2012), “a manutenção é uma combinação de ações técnicas, incluindo as de verificação, destinadas a manter ou reparar um bem de um equipamento, para que possa desempenhar a sua função”. Sendo assim, as principais práticas básicas de manutenção são: Manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção detectiva.

A tabela 2 nos mostra a quantidade percentual de recursos que são aplicados em cada tipo de manutenção utilizado pelas indústrias brasileiras.

Tabela 02 - Aplicação dos recursos na manutenção.

Aplicação dos Recursos na Manutenção (%)				
Ano	Manutenção			Outros
	Corretiva	Preventiva	Preditiva	
2013	30.86	36.55	18.82	13.77
2011	27.40	37.17	18.51	16.92
2009	26.69	40.41	17.81	15.09
2007	25.61	38.78	17.09	18.52
2005	32.11	39.03	16.48	12.38
2003	29.98	35.49	17.76	16.77
2001	28.05	35.67	18.87	17.41
1999	27.85	35.84	17.17	19.14
1997	25.53	28.75	18.54	27.18
1995	32.80	35.00	18.64	13.56

Fonte: Documento Nacional (Abraman, 2013).

2.2.1 Manutenção corretiva

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a “Manutenção Corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado”, ou seja, a manutenção somente é feita após um defeito (desempenho deficiente ou falha).

Ainda existem dois tipos de manutenção corretiva, a planejada e a não planejada ou emergencial. Como o nome sugere, a manutenção emergencial acontece por falha ou quebra do equipamento, impossibilitando o uso do equipamento e trazendo conseqüentemente atrasos ao sistema de produção, além de que quebras repentinas podem trazer maiores danos ao equipamento.

Na manutenção corretiva planejada, a intervenção acontece por decisão gerencial. Kardec e Nascif (2009) ainda lembram que um trabalho planejado é sempre mais barato e apresenta melhor qualidade do que uma ação feita às pressas.

2.2.2 Manutenção preventiva

Treno (2012) define manutenção preventiva como a detecção de falhas, porém mantendo o equipamento e a linha de produção de forma que não haja prejuízos ou atrasos, podendo ainda serem classificadas de duas formas: Preventiva Sistemática e Preventiva não-Sistemática.

A manutenção “Preventiva Sistemática - realizada em intervalos predefinidos (Plano de Manutenção), tendo em conta o conhecimento da resistência à fadiga dos equipamentos ou seguindo as normas indicadas pelo fabricante” (Treno, 2012).

A manutenção “Preventiva não sistemática – Intervenção nos equipamentos preventivamente, não seguindo um padrão regular de tempo, variando em função do desempenho do equipamento” (Treno, 2012).

2.2.3 Manutenção preditiva

Segundo Kardec e Nascif (2009) a manutenção preditiva, também conhecida como manutenção executada com base no estado do equipamento, onde a atuação é realizada com base na modificação da condição ou desempenho de um equipamento. Tal alteração é detectada através de um acompanhamento que obedece uma sistemática de monitoramento.

Uma vez o defeito detectado, a alteração é planejada e executada através de uma manutenção corretiva planejada. Entretanto este tipo de manutenção pode representar uma “quebra de paradigma” (KARDEC; NASCIF, 2009), pois dependendo da localização do equipamento na linha de produção da empresa, o acompanhamento deste equipamento pode custar mais do que eventuais falhas. Neste contexto, a tabela 3 nos mostra como são aplicados os recursos de manutenção no Brasil.

Tabela 03 - Aplicação dos recursos na manutenção.

Aplicação dos Recursos na Manutenção (%)				
Ano	Manutenção			Outros
	Corretiva	Preventiva	Preditiva	
2013	30.86	36.55	18.82	13.77
2011	27.40	37.17	18.51	16.92
2009	26.69	40.41	17.81	15.09
2007	25.61	38.78	17.09	18.52
2005	32.11	39.03	16.48	12.38
2003	29.98	35.49	17.76	16.77
2001	28.05	35.67	18.87	17.41
1999	27.85	35.84	17.17	19.14
1997	25.53	28.75	18.54	27.18
1995	32.80	35.00	18.64	13.56

Fonte: Documento Nacional (Abraman, 2013).

2.3 DETERMINAÇÃO DA CRITICIDADE DE UM EQUIPAMENTO

A determinação da criticidade de um equipamento em relação ao processo de produção precisa ser determinada para que o tipo ou estilo de manutenção aplicado ao equipamento seja escolhido. Campos (2011) sugere uma Avaliação Inicial, através da análise dos custos de equipamentos de medição (Aquisição, calibração, capacitação de pessoal, etc) e de funcionamento (Monitoração, manutenção dos equipamentos de medição, custo do armazenamento de dados, troca de componentes, etc).

O custo envolvido na avaliação inicial deve ser comparado com o prejuízo proporcionado pela indisponibilidade do equipamento, levando em conta possíveis gargalos gerados ou sobrecarga de outros equipamentos.

Assim, utiliza-se o tipo de manutenção que tem um custo menor ou igual ao prejuízo gerado pela falta do equipamento, sempre dando preferência para a manutenção preditiva, pois esta apresenta maior precisão.

2.4 REGISTROS E FICHA DE EQUIPAMENTO

A correta e clara identificação dos equipamentos envolvidos no processo de manutenção é de vital importância ao mesmo, pois possibilita a manutenção de registros dos equipamentos para que análises de tendências sejam feitas posteriormente.

Segundo Faria (2013), a ficha do equipamento deve possibilitar fácil identificação do equipamento e suas características mais evidentes, como é mostrado na Figura 03.

Quadro 01 - Ficha de identificação de equipamentos.

Ficha de equipamento Plano de manutenção e limpeza Ar Comprimido					
Identificação					
Designação			Código		
Marca	Nº de Série	Modelo			
Datas					
Fabricação	Aquisição	Instalação		Fim da Garantia	
Fornecedor			Nº		
Características					
Dimensões	Potência Instalada	Consumos			
		Energia	Água	Gás	Ar Comp.
Manutenção					
Período	Descrição da ação			Responsável	
Observações					

Fonte: Adaptado de Faria (2013).

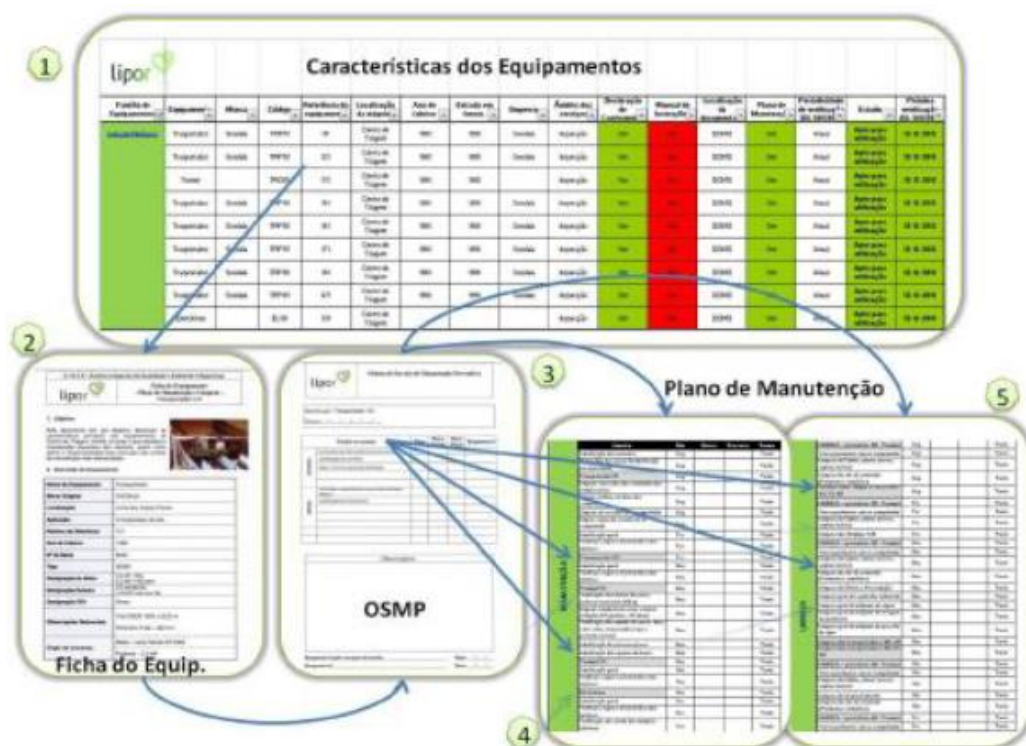
2.5 PLANOS DE MANUTENÇÃO

O planejamento da manutenção mecânica pode ser definido como a organização e padronização de atividades referentes a manutenção de equipamentos. Faria (2013) aponta que o plano de manutenção precisa ser uma maneira eficiente e rápida de gerir as necessidades de manutenção nos equipamentos após sua utilização.

Um planejamento de manutenção é feito através da identificação das características principais dos equipamentos e após isso é elaborado o cronograma de manutenções e verificações.

Tais manutenções e verificações (ou medições) são atribuídas aos responsáveis pelo processo através de uma ordem de manutenção, que Campos (2011) define como pedidos de manutenção feitos pelo gestor de manutenção ou por alguém ligado à área de produção, como mostrado na figura 03, que mostra as etapas do processo de manutenção e as ordens representadas pela sigla OSMP (Ordem de Serviço de Manutenção Preventiva).

Figura 03 - Etapas de elaboração de um plano de manutenção.



Fonte: Faria (2013).

2.5.1 Ordens de serviço

Para que o processo de manutenção possa ser analisado de maneira sólida, Filho (2012) fala que é preciso que todos os eventos, todas as ocorrências e trabalhos executados nos equipamentos sejam corretamente registrados e arquivados.

Filho (2012) também sugere a utilização de ordens de serviço com as características onde temos além dos serviços realizados nos equipamentos, informações como: responsável pela realização, equipamento, data programada para realização, materiais utilizados, custo estimado e etc.

É oportuno lembrar que as ordens de serviço precisam ser adaptadas para que sejam utilizadas somente as informações necessárias ao processo de gestão da manutenção de forma a deixar as atividades mais enxutas quanto possível.

2.6 INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO

Indicadores de desempenho na manutenção são informações que traduzem ou indicam o desempenho dos equipamentos e que podem ser comparados a um padrão ou referência, onde quanto maior for a qualidade dos indicadores, maior é o conhecimento da real situação do equipamento ou processo e a partir desta situação, podem ser analisadas medidas corretivas, de otimização ou ainda a decisão de não tomar nenhuma medida.

Segundo Cabral (2004), a busca por indicadores expressivos e fáceis de calcular, com uma quantidade que não seja exagerada e que a possibilidade de que os “por menores” das atividades possam ser avaliadas e assim variações possam ser detectadas, são boas práticas a serem seguidas nesse aspecto.

Faria (2013) menciona os indicadores mais utilizados na área de manutenção são:

- Taxa de avarias;
- Tempo médio entre falhas;
- Tempo médio para reparo;

- Disponibilidade do equipamento;
- Custos diretos e indiretos da manutenção;
- Distribuição de atividades por tipo de manutenção;
- Confiabilidade.

2.6.1 Principais indicadores da manutenção

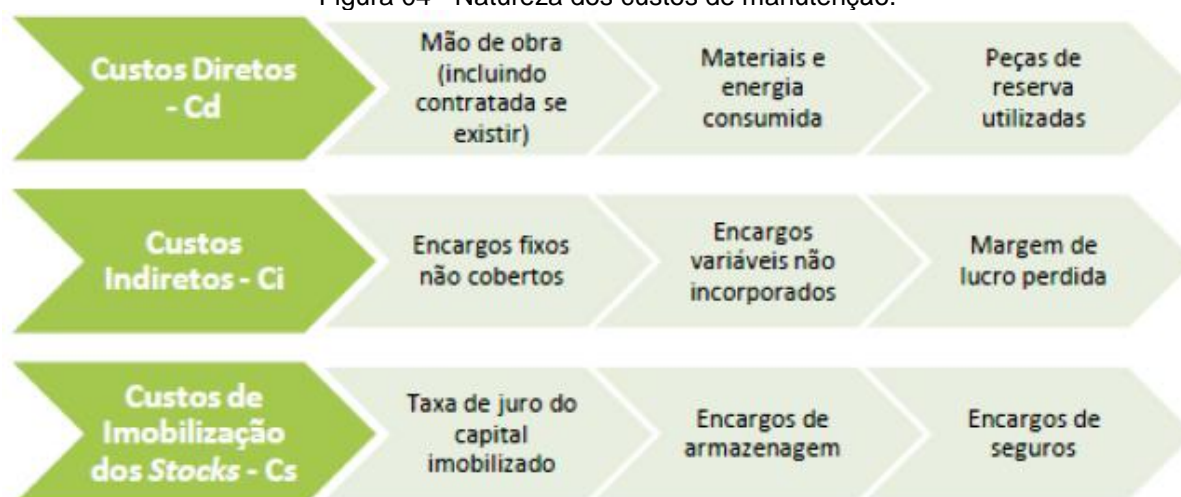
2.6.1.1 Custo de manutenção

Os custos de manutenção podem ser divididos em diretos e indiretos, onde os diretos referem-se aos custos como mão de obra e equipamentos substituídos, ou seja, os custos necessários para que processo de manutenção possa ocorrer.

Os custos indiretos de manutenção, referem-se a aspectos relacionados a quebra dos equipamentos, como uma “reação em cadeia”, que provoca perda na produtividade, além de custos como encargos de armazenamento, seguros e imobilização do capital.

Cabral (2004) define os encargos de armazenamento, seguros e imobilização do capital investido como “Custo de Imobilização”, como podemos ver na figura 04.

Figura 04 - Natureza dos custos de manutenção.

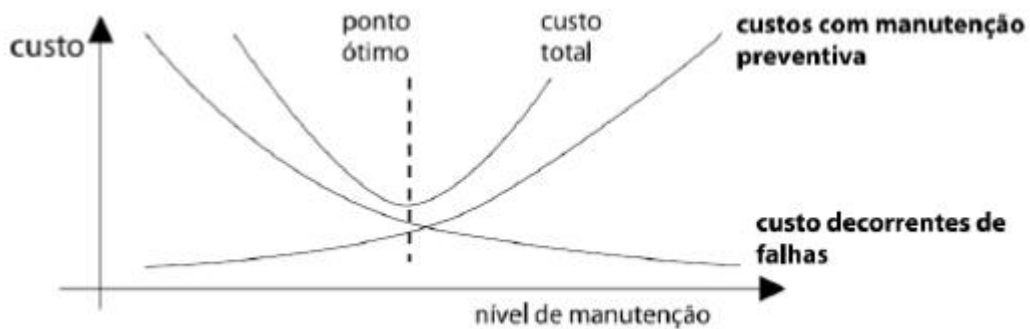


Fonte: Cabral (2004).

2.6.1.2 Disponibilidade

O tempo em que o equipamento fica disponível para o processo produtivo. Marcorin e Lima (2013) nos mostram na figura 05, que a disponibilidade deve ser comparada com os custos das falhas, em busca de um ponto ótimo de operação.

Figura 05 - Ponto ótimo de disponibilidade.



Fonte: Marcorin e Lima (2013).

2.6.1.3 Taxa de falhas

A taxa de falhas (λ) é definido como número de falhas por unidade de utilização (falhas/horas trabalhadas).

2.6.1.4 Tempo médio entre falhas (tmef)

Define o tempo médio de bom funcionamento do equipamento e é expresso como sendo o inverso da taxa de falhas (Horas trabalhadas/Falhas).

2.6.1.5 Tempo médio de reparo (tmpr)

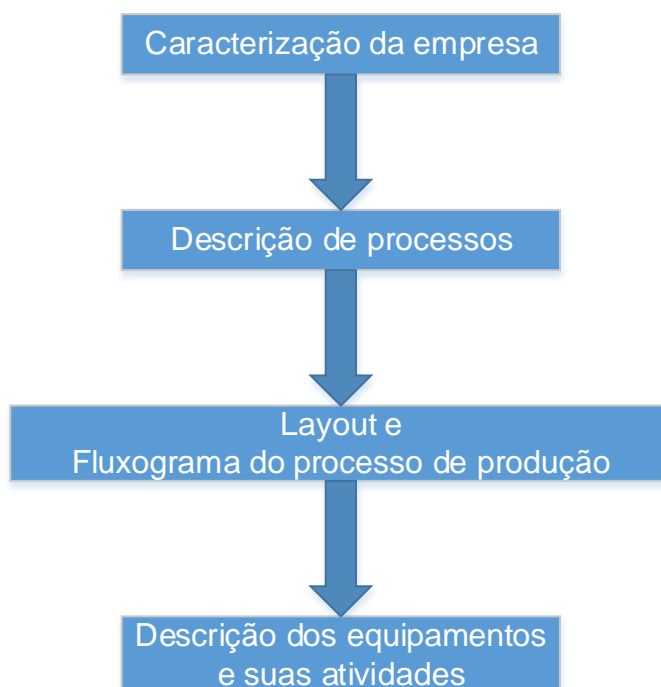
Tempo médio necessário para realizar a manutenção do equipamento. É expresso pela razão entre o tempo de reparo médio e o número de falhas.

3 METODOLOGIA

A metodologia do deste trabalho visa atingir os objetivos de caracterização da empresa, processos e proposta de modelo integrado para a gestão e processamento da manutenção mecânica através de uma pesquisa que é classificada por Martins (2014) como um estudo de caso exploratório, onde um estudo-piloto é feito para testar instrumentos e procedimentos norteadores do processo.

Esta etapa do presente trabalho é elaborada seguindo o fluxograma mostrado na figura 06.

Figura 06: Fluxograma da metodologia aplicada.



Fonte: Autor.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa analisada neste estudo de caso é caracterizada através de seu ramo de atuação, portfólio de produtos, matérias primas e processos de produção que são desenvolvidos pela empresa.

Além destas informações, a caracterização da empresa dispõe do período em que a empresa vem desenvolvendo suas atividades de forma a melhor relacionar o estudo desenvolvido com o contexto da organização.

3.2 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Os processos da empresa são descritos de forma a evidenciar todas as etapas de produção e acabamento, além de sua localização e sequência de atividades, com o objetivo de classificar a classe de prioridade dos equipamentos de maneira sólida.

Nesta etapa, são relacionados todos os equipamentos e áreas disponíveis na planta baixa da organização de uma forma que possamos ter uma visão geral das atividades desempenhadas pela organização.

3.3 LAYOUT E FLUXOGRAMA DE PROCESSOS

O layout da empresa é analisado na forma de sua planta baixa, onde são identificadas todas as partes ou locais da empresa, desde a localização de equipamentos até local de descarte de sucata.

Estas informações são elaboradas para que possamos analisar qual a sequência de atividades e aonde elas são desenvolvidas pelos colaboradores da empresa.

3.4 PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E REGIME DE TRABALHO

Para uma melhor gestão do processo de manutenção da empresa, serão identificados os equipamentos mais relevantes em que algum tipo de manutenção é necessário.

Além da identificação dos equipamentos, serão abordadas suas principais funções dentro dos processos de produção e acabamento de produtos desenvolvidos pela organização analisada.

Após a determinação dos equipamentos e atividades por eles desempenhadas dentro dos processos de produção, é descrito o regime de trabalho da empresa, contanto com horário de funcionamento, quantidade de colaboradores, quantidade de produtos média produzida e outros detalhes que evidenciem a importância de cada equipamento dentro dos processos da empresa.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa analisada neste trabalho está instalada na cidade de Pato Branco, sendo uma indústria do ramo de fabricação de artigos de metal para uso doméstico.

A organização vem desenvolvendo suas atividades desde 2013, onde atualmente tem em seu portfólio de produtos artigos como painelas, travessas e bules, que tem alumínio como sua principal matéria prima. O processo de produção da empresa é responsável pelas etapas de conformação e acabamento da linha de painelas, além do processo de pintura dos demais artigos de seu portfólio.

4.2 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

O processo de fabricação das painelas tem início no local 0 (Fig.07), onde ocorre o recebimento da matéria prima em forma de discos de alumínio. Os discos de alumínio seguem para a etapa de conformação no local 4, onde estão duas prensas hidráulicas, uma para estampar a forma da painela e outra para a forma da tampa.

Após o processo de conformação, a painela segue para o local 3 enquanto a tampa segue para o local 5. Nesta etapa, ambas são polidas interna e externamente, tendo suas extremidades usinadas (remoção de rebarbas e excesso de material). Ainda, as painelas são dobradas conforme padrão dimensional.

Acabado os processos de conformação e usinagem, tanto tampas quanto painelas são direcionadas para as cabines de pintura no local 9, onde tinta em pó é borrifada sobre o material. Após este processo, o material segue para o local 10, onde é posto em prateleiras de metal e então levado ao forno para cura da pintura. A temperatura de cura dos materiais utilizados na pintura varia de 250 a 300 °C, com permanência de 30 min.

Por fim, o material segue para o processo de furação, realizado nos locais 3 e 6, com a colocação dos cabos e rebites no local 7, onde também acontece a

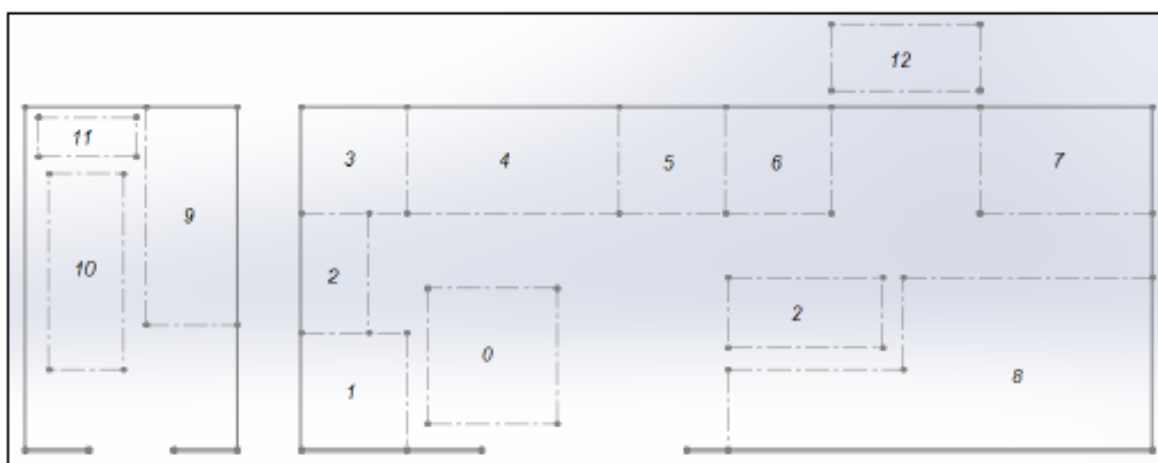
montagem do conjunto final, que é então direcionada para o estoque de produtos acabados no local 8.

Os outros artigos que tem parte de sua produção feita pela empresa, são os bules e travessas (ou bandejas) de alumínio. Estes são recebidos de forma pré-acabada e após o recebimento no local 0, estes são levados para as cabines de pintura no local 9 e assim levados para o mesmo processo de cura, furação e fixação dos cabos que é aplicado a produção de painelas.

4.3 LAYOUT:

O processo descrito acima acontece segundo a disposição do layout mostrado na Figura 07 e na Figura 09, onde nesta última, temos a vista panorâmica das instalações.

Figura 07 - Esboço do layout da empresa.



Fonte: Autor.

Como mostrado na Figura 01, o espaço da fábrica é dividido da seguinte forma:

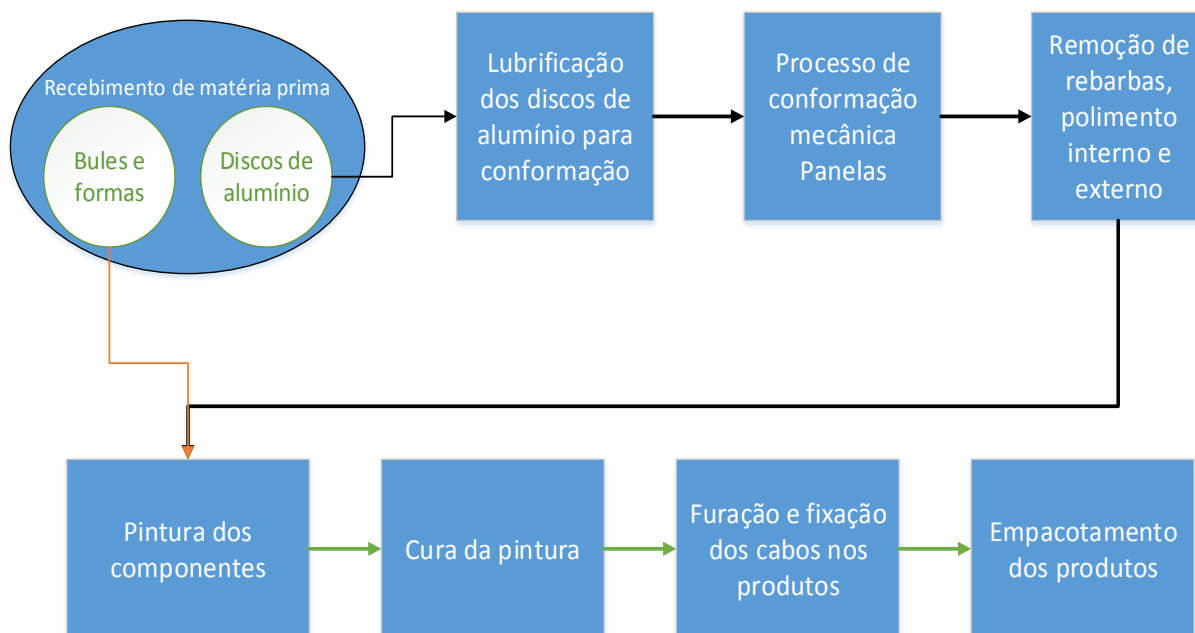
- 0 - Armazenamento de matéria prima;
- 1 - Copa e Banheiro;
- 2 - Descartes do processo (Cavaco e produtos com defeito);
- 3 e 5 - Processo de usinagem e polimento;
- 4 - Processo de conformação (Prensas);
- 6 - Processo de furação;
- 7 - Processo de fixação (rebites);

- 8 - Depósito de produtos acabados;
- 9 - Processo de pintura - Cabines;
- 10 - Processo de pintura - Forno;
- 11 - Mesas;
- 12 - Compressor.

4.4 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Para exemplificar melhor o processo de produção desde o recebimento da matéria prima até o produto acabado e embalado, segue o fluxograma mostrado na Figura 09.

Figura 08 - Fluxograma do processo de produção da empresa.



Fonte: Autor.

4.4.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PELA EMPRESA

4.4.1.1 Prensas hidráulicas

Nas instalações da empresa, são utilizadas duas prensas hidráulicas com a finalidade de realizar o processo de embutimento ou estampagem profunda. Um destes equipamentos está dimensionado para estampar a panela e o outro para estampar a tampa da mesma.

4.4.1.2 Equipamento de acabamento superficial

O equipamento mecânico de acabamento superficial é responsável por duas operações importantes no processo de produção da linha de painéis da empresa.

A primeira acontece quando o equipamento retira a borda excedente do disco de alumínio que foi embutido. Na sequência, esta borda é dobrada e então a panela é polida tanto externa quanto internamente.

4.4.1.3 Motores elétricos

Motores elétricos movimentam os sistemas de: ar comprimido da planta (compressor), unidades hidráulicas de ambas as prensas, equipamento de acabamento superficial e exaustores das cabines de pintura e equipamento de acabamento superficial.

4.4.1.4 Compressor

O compressor da empresa é responsável por manter pressurizada a linha de ar comprimido da planta, que é utilizada para borrifar tinta em pó nos produtos antes da etapa de cozimento e também nas operações da parafusadeira pneumática.

4.4.1.5 Forno de convecção elétrico

O forno de convecção elétrico é utilizado para a cura da tinta utilizada na pintura dos artigos produzidos pela empresa. Ele trabalha em uma temperatura de 250 a 300°C com um ciclo médio de 30 min.

4.4.2 Regime de trabalho

São fabricadas diariamente cerca de 900 unidades de painéis com tampa em um regime de trabalho normal de 8 horas, onde o horário de funcionamento da planta da empresa é segunda à sexta-feira, das 8h30 às 12h00 e das 1h30 às 6h00.

Contando com dez colaboradores, a taxa de produção atual da empresa é de aproximadamente um conjunto (painel e tampa) a cada dois minutos.

4.5 ATUAL PROCESSO DE MANUTENÇÃO DA EMPRESA

A manutenção dos equipamentos da empresa é realizada de forma totalmente corretiva, ou seja, é feita somente quando a falha no equipamento não possibilita a continuidade do processo de produção.

O processo de manutenção da empresa torna-se mais importante em vista de que os trabalhos são terceirizados e assim, dependem da disponibilidade de terceiros, o que pode atrasar ainda mais o retorno do andamento da produção da empresa.

4.6 MEMÓRIA ORGANIZACIONAL DA MANUTENÇÃO MECÂNICA

Com o intuito de manter um plano de manutenção que consiga reduzir as quebras e melhorar os indicadores em geral, a gestão da manutenção precisa de uma memória organizacional bem organizada.

Atualmente pode ser muito difícil estabelecer parâmetros meta para processos industriais novos ou com poucos registros. Assim, através do histórico de indicadores

e das atividades do programa de manutenção da empresa, conseguiremos estabelecer valores meta para analisar a situação do processo de manutenção.

4.6.1 Cadastro dos equipamentos

É recomendado o armazenamento dessas informações de maneira digital em um dos computadores da empresa, além de um lugar específico ao lado de cada equipamento para que a equipe de manutenção possa ter um acesso rápido as informações mais relevantes de cada equipamento.

O cadastro completo dos equipamentos proposto aqui deverá ter os itens:

1. Código de identificação do componente;
2. Nome;
3. Setor
4. Linha de produção onde é utilizado;
5. Localização do equipamento indicada em planta baixa da empresa.
6. Classe de prioridade;
7. Modelo.
8. Descrição das suas funções no sistema em que se encontra;
9. Fabricante (Endereço e informações para contato);
10. Representante (Endereço e informações para contato);
11. Dados da aquisição do equipamento;
12. Manual de Operação;
13. Manual de Manutenção;
14. Plantas e desenhos técnicos;
15. Informações para transporte e armazenamento;
16. Dados de operação (Limites operacionais e características normais);
17. Dados de manutenção;
- 17.1 Lubrificantes;
- 17.2 Recomendações dos fabricantes;
- 17.3 Relação das principais peças;
18. Histórico de manutenção executadas no equipamento.

4.6.1.1 Identificação

Propõe-se a identificação dos equipamentos através de “Tag’s” que contém informações relevantes a equipe de manutenção (Quadro 02) como: “nome do equipamento”, informações de potência, tensão e corrente de operação, processos de que faz parte, lubrificante (s) utilizado (s), estado de manutenção mecânica (Em progresso, livre ou precisando), entre outras informações.

Quadro 02 - Modelo de Tag para identificação de equipamentos mecânicos.

Setor da fábrica - Identificação de equipamentos					
Identificação do equipamento					
Nome			Código		
Marca		Nº de Série		Modelo	
Datas					
Fabricação		Aquisição		Instalação	
Fornecedor				Nº	
Características					
Volume		Potência Instalada		Consumos médios	
				Energia	Água
Dados de Manutenção					
Lubrificantes utilizados					
Inspeções					
Função na linha de produção			Observações		

Fonte: Autor.

4.6.2 Classificação de prioridade dos equipamentos

Classificando os equipamentos através de uma ordem de prioridade que é norteada pelos impactos do equipamento no processo produtivo da companhia, propõe-se o quadro 03.

Quadro 03 - Classe de prioridade de equipamentos.

Classes de prioridade de equipamentos	
A	Para a linha de produção imediatamente
A1	Para a linha de produção após 2 horas
B	Reduz produção - Ocorre a sobra de mão de obra
B1	Reduz produção sem prejuízo na mão de obra
C	Equipamento não gera gargalos na linha
D	Equipamento não faz parte da linha de produção

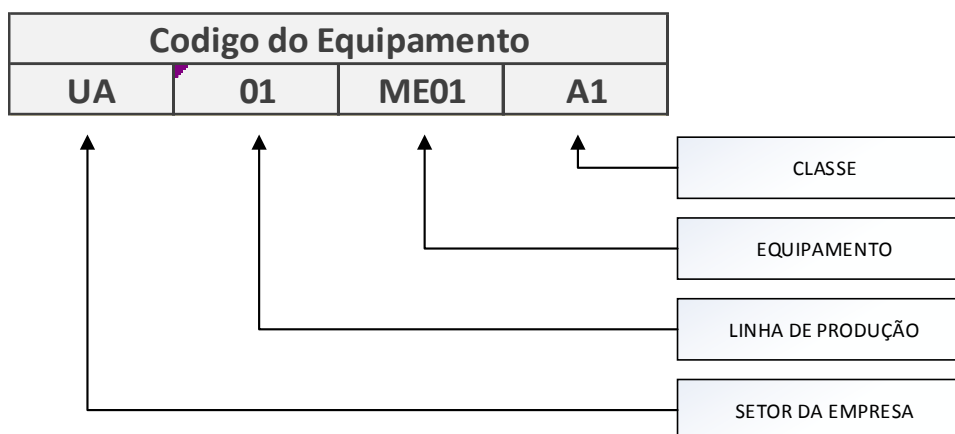
Fonte: Autor.

Como a empresa base para a análise feita nesse trabalho tem somente uma linha de produção, todos os equipamentos mencionados aqui são classificados como A ou A1. Entretanto, é oportuno que seja mantido um padrão visando eventuais expansões.

4.6.3 Código dos equipamentos

A identificação dos equipamentos apresentada segue o modelo apresentado na figura 10 apresentada abaixo.

Figura 09 - Modelo de codificação dos equipamentos.



Fonte: Autor.

Os setores da empresa foram divididos e são mostrados no quadro 04. Complementam os dados de codificação dos equipamentos, o número de identificação da linha de produção, iniciais do nome do equipamento (Ex.: Motor Elétrico 01) e classe de prioridade.

Quadro 04 - Divisão de setores da empresa analisada.

Divisão de setores	
UA	Usinagem e acabamento
CM	Conformação mecânica
PC	Pintura e cozimento
FF	Furação e Fixação

Fonte: Autor.

4.6.4 Plano de manutenção preditivo

No quadro 05, é apresentado um modelo de plano de manutenção preditivo, onde as inspeções são realizadas conforme calendário em que o ano é dividido em 52 semanas.

Quadro 05 - Cronograma do plano de manutenção preditivo.

CRONOGRAMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA											
S E M	F E R	DIA SEMANA	DIA MÊS	MÊS	SETORES / EQUIPAMENTOS						
					UA	CM	PC	FF	ME	CP	DE
1					X	X			X		X
2							X	X		X	
3						X					
4					X			X			
5						X	X				X
6					X			X			
7						X	X				
8								X			
9					X	X					X
10							X	X			
11						X					
12					X		X	X			
13						X			X		X
14					X			X		X	
15						X	X				
16								X			
17					X	X	X				X
18								X			
19					X	X					
20							X	X			
21					X	X					X
22							X	X			
23						X					
24					X			X			
25						X	X				X
26					X			X	X		
27						X	X			X	
28								X			
29					X	X					X
30							X	X			
31					X	X					
32							X	X			
33						X					X
34					X			X			
35						X	X				
36								X			
37					X	X	X				X
38								X			
39					X	X			X		
40							X	X		X	
41						X					X
42					X		X	X			
43						X					
44					X			X			
45						X	X				X
46								X			
47					X	X	X				
48								X			
49					X	X					X
50							X	X			
51						X					
52					X		X	X	X	X	

Fonte: Autor.

Quadro 06 - Setores e equipamentos - Plano de manutenção preditiva.

UA	Setor de Usinagem e Acabamento
CM	Setor de Conformação Mecânica
PC	Setor de Pintura e Cozimento
FF	Setor de Furação e Fixação
ME	Motores elétricos
CP	Compressor
DE	Demais equipamentos

Fonte: Autor.

4.6.5 Plano de manutenção preventivo

O plano de manutenção preventiva é feito de maneira análoga ao mostrado no quadro 05, onde as atividades devem ser planejadas de acordo com o setor de produção da empresa, para que as paradas para manutenção tenham o menor impacto possível na produtividade da empresa.

4.6.5.1 Prensas hidráulicas

Os operadores de prensa desempenham um papel importante em manter o equipamento em funcionamento eficiente. A manutenção deve tratar imediatamente de ruídos estranhos, vibrações ou algo que não parece certo. Quanto mais cedo os problemas forem detectados e corrigidos, melhor. Muitas vezes isso pode significar uma manutenção mais barata, evitando propagação de defeitos.

Pequenas medidas preventivas muitas vezes podem evitar muitos problemas em uma prensa hidráulica. Alguns itens que podem ser inspecionados diariamente são mostrados a seguir:

- Verifique se há vazamentos de óleo em todas as linhas hidráulicas. Um pequeno vazamento pode trazer grandes transtornos ao funcionamento do equipamento. Aperte ou troque as conexões com vazamento e limpe o excesso de óleo. Manter a prensa limpa irá ajudar muito na identificação de novos vazamentos.

- Verifique o nível de óleo. A maioria das prensas tem uma etiqueta de óleo listando o tipo e o volume de óleo necessário.
- Verifique se há parafusos soltos ao redor da área da prensa. Choques e vibrações tendem a afrouxar os parafusos.
- Verifique a lubrificação nas guias, que devem ser lubrificadas para manter uma fina película de lubrificação sobre a haste.
- Verifique a temperatura do óleo. Temperaturas elevadas podem causar mal funcionamento de equipamentos como válvulas e atuadores.
- Verifique o cilindro atuador. O cilindro de uma prensa deve estar úmido, mas não deverá pingar óleo.

4.6.5.2 Manutenção do óleo hidráulico

Além da realização das inspeções diárias, o pessoal de manutenção deve monitorar de perto a “saúde” do óleo hidráulico. Uma prensa hidráulica tem seu desempenho prejudicado se estiver com seu nível de óleo baixo ou sujo.

A sujeira e o calor são os principais inimigos de uma prensa hidráulica. A faixa de temperatura ideal de operação fica entre 40°C e 50°C e pode ser mantida por ar, refrigeradores de água ou até mesmo pela contínua recirculação do óleo no tanque hidráulico.

Manter o óleo de uma prensa em boas condições é bastante fácil de fazer. Fluidos hidráulicos devem ser amostrados e testados para garantir que a contaminação e propriedades fluidas estão dentro de níveis aceitáveis. Esta, mostra quantas partículas de tamanho diferente estão no óleo, se o óleo tem água nele, e as propriedades de lubrificação do óleo.

Na maioria dos casos, é desnecessário mudar o óleo, mas certos aditivos químicos podem ser necessários para restaurar propriedades lubrificantes. Uma amostragem também determina se os filtros de óleo estão sendo trocados a intervalos apropriados e se o nível correto de filtragem está sendo alcançado.

4.6.5.3 Check list - Prensa hidráulica

Todos os pontos apontados nos tópicos acima, podem ser resumidos pelo check list disposto no Quadro 07, onde são também sugeridos os responsáveis pelas atividades.

Quadro 07 - Check List Prensa Hidráulica.

Check List - Prensa Hidráulica	
Diário	Responsável
Verificar local de trabalho e equipamentos de proteção	Operador
Dispositivos de partida e parada	Operador
Sistemas de lubrificação	Operador
Observar e anotar condições incomuns	Operador
Semanal	
Vazamentos de óleo	Eq. de Manut.
Filtros de óleo	Eq. de Manut.
Comandos elétricos	Eq. de Manut.
Mensal	
Reguladores de pressão e válvulas de segurança	Eq. de Manut.
Trimestral	
Verificar fixação e nível do equipamento	Eq. de Manut.
Verificar demais componentes do equipamento.	Eq. de Manut.

Fonte: Autor.

4.6.5.4 Equipamentos de usinagem

Os serviços periódicos de manutenção consistem de vários procedimentos que visam manter a máquina e equipamentos em perfeito estado de funcionamento. Esses procedimentos envolvem várias operações:

- Monitorar as partes da máquina sujeitas a maiores desgastes;
- Ajustar ou trocar componentes em períodos predeterminados;
- Exame dos componentes antes do término de sua vida útil;
- Testar os componentes elétricos.

O Quadro 08 auxiliará na manutenção preventiva e corretiva na empresa, onde seleciona-se os seguintes itens a serem seguidos para uma melhor vida útil do equipamento e para não ocorrer paradas indesejáveis que afetam a produção.

Quadro 08 - Check List - Equipamentos de usinagem.

Check list - Equipamento de Usinagem e Acabamento	
Diário	Responsável
Pré-Aquecimento da máquina e verificação de sua condição de funcionamento	Operador
Retirar excessos de cavaco na área do equipamento	Operador
Verificar vazamentos de ar	Operador
Verificar dispositivos de partida e parada	Operador
Verificar afiação das ferramentas de corte	Operador
Observar e anotar condições incomuns	Operador
Semanal	
Verificar lubrificação de guias e fusos	Eq. de Manut.
Verificar condições das instalações elétricas	Eq. de Manut.
Verificar pontos de fixação do equipamento	Eq. de Manut.
Trimestral	
Verificar fixação e nível do equipamento	Eq. de Manut.
Verificar demais componentes	Eq. de Manut.

Fonte: Autor.

4.6.5.5 Motores elétricos

4.6.5.5.1 Inspeção geral

] Alguns itens podem ser verificados no processo de manutenção em todos os motores elétricos e são mostrados no quadro 09.

Quadro 09 - Check list geral para motores elétricos.

Check list - Motores Elétricos	
Diário	Responsável
Manter o motor limpo de forma que a corrente de ar produzida pelo ventilador possa circular livremente.	Operador
Mensal	
Verificar o estado dos retentores.	Eq. de Manut.
Verificar o estado das ligações e parafusos de sustentação.	Eq. de Manut.
Semestral	
Verificar o estado dos rolamentos observando: Aparecimento de ruído, vibrações, temperatura elevada e condições da graxa.	Eq. de Manut.
Quando for detectada uma mudança nas condições de trabalho normais, verificar o motor, inspecionar as partes necessárias e trocá-las, se necessário.	Operador / Eq. de Manut.

Fonte: Autor.

4.6.5.5.2 Lubrificação de motores sem graxeira

Os motores com carcaças com volume de até 200L normalmente são fornecidos sem graxeira. Assim, a relubrificação é efetuada seguindo os itens:

- Desmontar os motores;
- Retirar toda a graxa;
- Lavar o rolamento com querosene ou diesel;
- Relubrificar o rolamento.

Obs.: Não girar o rolamento sem graxa.

4.6.5.6 Equipamentos de fixação

Os equipamentos de manutenção se apresentam de dois tipos um manual e outro pneumático, o equipamento manual é utilizado para colocação dos rebites nos produtos e funciona através de um pedal de acionamento, já o equipamento pneumático é utilizado para rebitar o produto e os acabamentos.

Assim como em qualquer processo quanto antes ocorrer a verificação da presença de problemas menor os danos causados ao processo de fabricação e aos operadores. Essas medidas devem ocorrer de forma diária, semestral e anual. No Quadro 03 podemos ver quais são essas verificações e a frequência necessária.

Quadro 10 - Check list da manutenção preventiva dos equipamentos de fixação.

Check list - Equipamentos de fixação		
Rebitadeiras	Diário	Responsável
	Verificar dispositivos de partida e parada	Operador
	Verificar posicionamento dos componentes do equipamento	Operador
	Verificar limpeza e organização do equipamento	Operador
	Semanal	
	Verificar lubrificação do equipamento	Eq. de Manut.
	Verificar integridade do mandril	Eq. de Manut.
	Semestral	
	Verificar fixação e nível do equipamento	Eq. de Manut.
	Verificar demais componentes do equipamento	Eq. de Manut.
Parafusadeira	Diário	Responsável
	Verificar conexões de ar comprimido	Operador
	Verificar pressão de ar comprimido do sistema	Operador
	Verificar dispositivos de partida e parada	Operador
	Verificar posicionamento, organização e limpeza dos componentes do equipamento	Operador
	Semanal	
	Verificar lubrificação do equipamento	Eq. de Manut.
	Verificar integridade dos componentes do equipamento	Eq. de Manut.
	Verificar filtros de ar comprimido	Eq. de Manut.
	Semestral	
	Verificar tubulação de ar comprimido	Eq. de Manut.
	Troca dos filtros de ar	Eq. de Manut.
	Verificar fixação e nível do equipamento	Eq. de Manut.
	Verificar demais componentes	Eq. de Manut.

Fonte: Adaptado de Disfil - Manutenção de parafusadeira pneumática.

4.6.5.7 Ordens de serviço

Para a correta documentação dos processos de manutenção e análise de seus indicadores, se faz necessário a utilização de ordens de serviço (O.S.) para que os trabalhos sejam realizados.

Na atual conjuntura da empresa, duas ordens de serviço são apresentadas. Uma para manutenções programadas (preventivas) e outra para manutenções não programadas.

São apresentados dois modelos de O.S. pois o segundo serve para casos em que o serviço precisa ser realizado de maneira imediata, onde o preenchimento da O.S. pode vir a ser um atrapalho.

Quadro 11 - Ordem de serviço para manutenção corretiva.

FICHA DE CONTROLE DE MANUTENÇÃO CORRETIVA						
DATA		HORA CHAMADA		RETORNO		
TEMPO TOTAL DE PARADA			SOLICITANTE			
TAG/EQUIPAMENTO						
CAUSA DO PROBLEMA						
SINTOMA (S)						
INTERVENÇÕES REALIZADAS						
TIPO DE MANUTENÇÃO	MECÂNICO		ELÉTRICO		ELETRÔNICO	
	PNEUMÁTICO		LUBRIFICAÇÃO		HIDRÁULICO	
	OUTROS					
OBSERVALÇÕES				CUSTOS		
				MÃO DE OBRA	MATERIAIS	
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO	NOME					
	ASSINATURA					

Fonte: Autor.

Quadro 12 - Ordem de serviço para manutenção preventiva.

PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO					
ORDEM DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO					
Nº DA O.S.:		DATA:		TIPO	
EQUIPAMENTO				CÓD. EQUIP	
INÍCIO PROG	DATA	HORA	TÉRMINO PROG	DATA	HORA
SERVIÇOS SOLICITADOS					
ATIVIDADE 1					SOLICITANTE
					PRIORIDADE
ATIVIDADE 2					SOLICITANTE
					PRIORIDADE
ATIVIDADE 3					SOLICITANTE
					PRIORIDADE
PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA A SEGUIR					
1					
2					
3					
4					
SERVIÇOS PRESTADOS					
INÍCIO REAL	DATA	HORA	TÉRMINO REAL	DATA	HORA
MÁQUINA PARADA?			QUANTO TEMPO?		
MÁQUINA VOLTOU A FUNCIONAR NORMALMENTE?			Se não, por que?		
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS REALIZADOS E TEMPO DE TRABALHO MECÂNICO					
COMENTÁRIOS ADICIONAIS			CUSTOS		
			MÃO DE OBRA	MATERIAL DE CONSUMO	
			TOTAL		
			RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO		
			NOME		
			ASSINATURA		

Fonte: Autor.

4.6.6 Indicadores de desempenho da manutenção mecânica

São apresentados nesta etapa do trabalho, os indicadores de desempenho base para análise e gestão dos processos de manutenção mecânica.

4.6.6.1 Custos de manutenção

Levando em conta que os serviços de manutenção executados na empresa são todos terceirizados, uma proposta de contrato para ser feito com empresa terceirizada para a realização dos planos de manutenção anteriormente e é mostrada no quadro 12 e compõe os custos fixos de manutenção.

Para o plano de manutenção de equipamentos elétricos (Preventivo e Corretivo), a contratação de 60 horas/mês deverá ser suficiente para a realização dos serviços. Estimando o custo de R\$20,00 por hora (Adicional de R\$25,00 por hora extra) trabalhada.

No plano de manutenção mecânica (Preventivo, corretivo e lubrificação) estima-se que a utilização de 120 horas/mês, com o mesmo custo da manutenção elétrica, deverá suprir as necessidades da empresa de.

Para a manutenção preditiva, 42 horas/mês, com um custo de R\$ 40,00 (Custo de R\$40,00 por hora extra) devido à empresa utilizar neste processo, equipamentos para a realização de testes para análises termográficas, análise de vibrações, análises de potência elétrica consumida em cada equipamento analisado.

Quadro 13 - Custos fixos de manutenção.

Estimativa de custos de contrato de manutenção com empresa terceirizada				
Tipo de manutenção	Horas base	Atividades	Custo	Adicional Hora Extra
Manutenção Elétrica	60	Manutenção preventiva e corretiva	R\$ 1,200.00	R\$ 25.00
Manutenção Mecânica	120	Manutenção preventiva e corretiva	R\$ 2,400.00	R\$ 25.00
Manutenção Mecânica	42	Manutenção preditiva	R\$ 1,500.00	R\$ 40.00
Total de horas base contratadas	222	Custo Fixo Mensal	R\$ 5,100.00	

Fonte: Autor.

Também teremos a parcela de custos variáveis, mostrada no quadro 13, como exemplo para o registro dos custos de manutenção variável no primeiro mês do calendário do plano de manutenção.

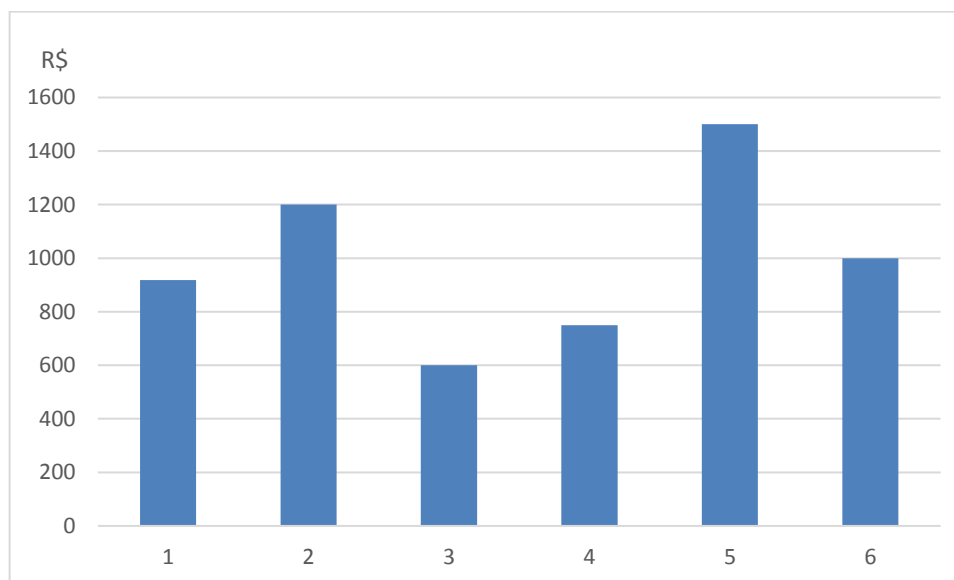
Quadro 14 - Registro dos custos de manutenção para Prensa Hidráulica 1 (CM01PH1A) e Parafusadeira pneumática (FF01PPA1).

Custos variáveis da manutenção											
Tag Equipamento	Semana	Custos de Material		Custos indiretos		Custo do serviço	Tempo Equip Parado	Tempo de reparo (H)	Tipo Manutenção	Nº O.S.	
CM01PH1A	1	R\$	10.00	R\$	200.00	R\$	210.00	2	2	Preventiva	
CM01PH1A	2	R\$	78.00	R\$	100.00	R\$	178.00	1	1	Corretiva	
CM01PH2A	3	R\$	20.00	R\$	100.00	R\$	120.00	2	2	Preventiva	
FF01PPA1	2	R\$	30.00	R\$	50.00	R\$	80.00	1	1	Preventiva	
FF01PPA1	3	R\$	150.00	R\$	100.00	R\$	250.00	2	2	Corretiva	
FF01PPA1	4	R\$	30.00	R\$	50.00	R\$	80.00	1	1	Preventiva	
Custo Variável Total		R\$	918.00								

Fonte: Autor.

Para o melhor acompanhamento do indicador custo ao longo do tempo, apresentamos um gráfico de barras (Figura 10).

Figura 10 - Exemplo de histórico do custo variável de manutenção.



Fonte: Autor.

O histórico de manutenção nos ajuda a definir um valor médio mensal para os custos variáveis do processo de manutenção e assim também estabelecer valores meta ao longo do tempo.

Por existirem vários fatores que impactam na velocidade de desgaste do equipamento e que dependem muito de cada processo produtivo, modo de operação, quantidade de horas trabalhadas, entre outros, a análise deste indicador contribuirá para o planejamento financeiro da empresa.

Também podemos usar o histórico de custos de manutenção da empresa para analisar a manutenção corretiva (Figura 10) e assim identificar oportunidades de melhoria ou troca de equipamentos.

4.6.6.2 Tempo médio entre falhas

O tempo médio entre falhas pode ser utilizado para a atualização do intervalo de manutenção que é adotado para o equipamento dentro dos planos de manutenção tanto preditiva quanto preventiva.

Os equipamentos deverão ter o intervalo entre manutenções sempre menor ou igual ao tempo médio entre falhas. Isto diminui as chances da ocorrência de falhas adicionais no equipamento.

A tabela 04 exemplifica a forma de comparação entre o tempo médio entre falhas em relação ao tempo de manutenção.

Tabela 04 - Determinação do tempo médio entre falhas (TMEF).

Intervalo (Falhas)	Tempo (dias)
1ª - 2ª	15
2ª - 3ª	7
3ª - 4ª	12
4ª - 5ª	20
5ª - 6ª	10
TMEF	10.67

Fonte: Autor.

Assim, para um plano de manutenção que tenha um tempo médio entre falhas de 10,67 dias, o intervalo entre as paradas do equipamento para realização de manutenção preventiva deve ter um tempo máximo de 10 dias.

4.6.6.3 Tempo médio de reparo

Utilizado para o acompanhamento da eficiência dos serviços realizados pela equipe de manutenção contratada pela empresa, é mostrado na tabela 05.

Tabela 05 - Apresentação do acompanhamento do Tempo médio de reparo (TMR).

Tempo médio de reparo (TMR)	
Falha	Tempo de reparo (Hrs)
1	3
2	4.5
3	5
4	2
5	2.5
6	2
TMR	3.17

Fonte: Autor.

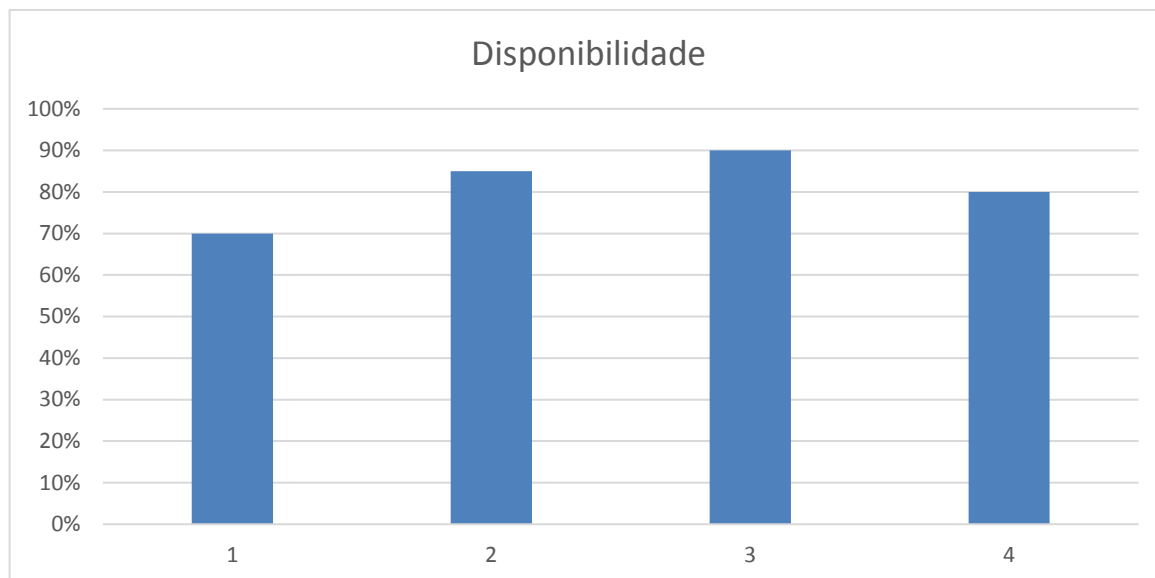
Analisando o tempo médio de reparo (TMR) conseguiremos acompanhar variações e oportunidades de melhoria acerca da eficiência da equipe de manutenção. Analisando, da mesma forma, o tempo médio que o equipamento fica parado (sem produção) pode-se acompanhar o sistema de logística da equipe.

4.6.6.4 Disponibilidade

A análise da disponibilidade dos equipamentos da empresa é um dos indicadores mais importantes, pois é o objetivo principal do processo de manutenção.

O histórico de disponibilidade dos equipamentos de manutenção pode ser construído e analisado através de um gráfico de barras, como mostra a figura 11.

Figura 11 - Histórico de disponibilidade dos equipamentos.



Fonte: Autor.

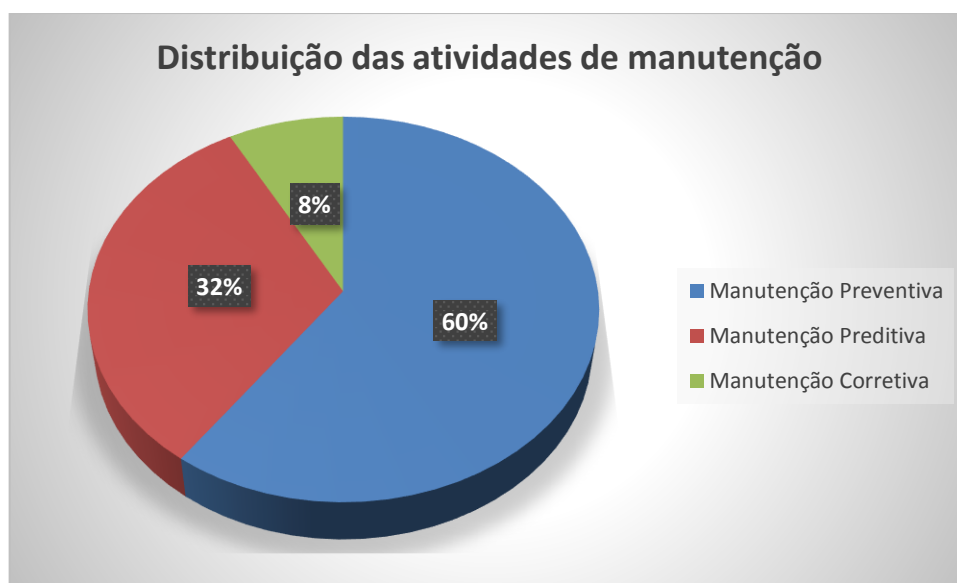
É importante mencionar a necessidade de que seja feita a comparação entre a variação de disponibilidade dos equipamentos e os custos de manutenção, para que consigamos situar o processo de manutenção na análise mostrada pela figura 05 e assim definido um ponto ótimo de manutenção, ou seja, onde o custo para o aumento da disponibilidade supera o custo de manutenção de eventuais falhas.

4.6.6.5 Distribuição de trabalhos realizados

Através do registro dos serviços realizados no processo de manutenção da empresa, é possível acompanhar a distribuição de serviços realizados.

É interessante que o percentual de manutenção corretiva esteja na casa dos 8%. Caso a manutenção corretiva esteja em uma faixa de valores muito maior, ajustes no planejamento da manutenção se fazem necessários para que a produção da empresa não seja afetada.

Figura 12 - Distribuição das atividades de manutenção.



Fonte: Autor.

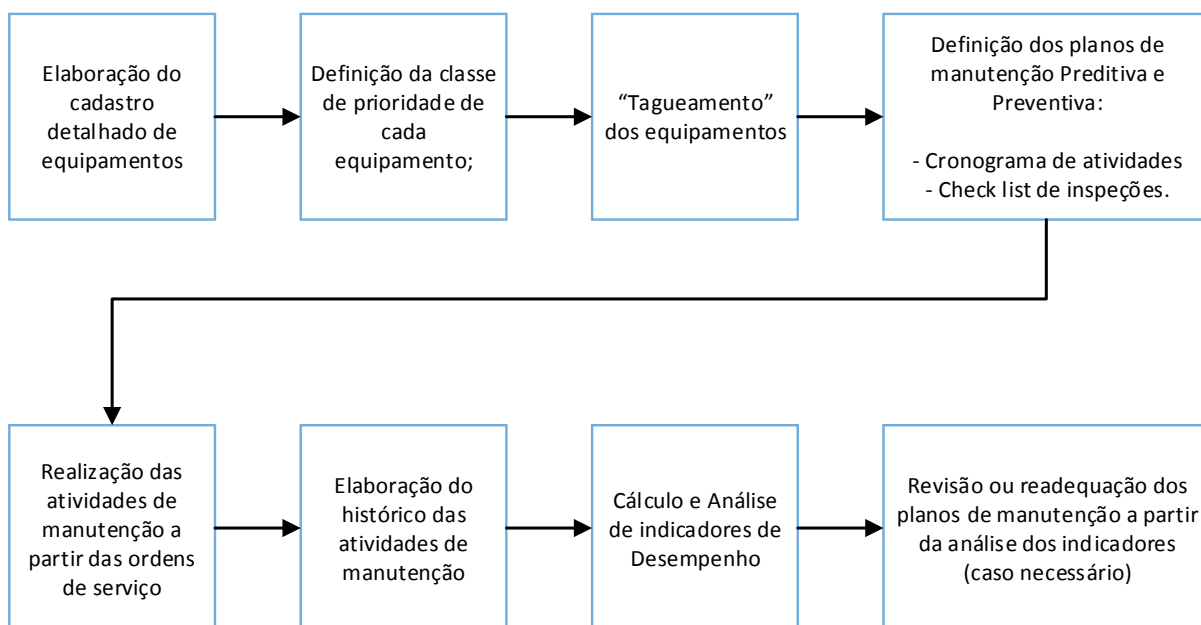
A construção e análise deste indicador pode ser feita através do gráfico mostrado na figura 11.

4.3 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES SUGERIDAS

Para a implantação do modelo de gestão sugerido, a figura 12 mostra as etapas e quadros a serem seguidos de forma resumida.

A análise dos indicadores deve ser realizada, no mínimo, de forma mensal, trimestral, semestral e anual, para que o processo de manutenção possa ser acompanhado de forma adequada pela equipe de gestão da empresa.

Figura 13 - Etapas sugeridas para aplicação do modelo de gestão.



Fonte: Autor.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho analisou os aspectos relacionados ao processo manutenção mecânica com intuito de elaborar um modelo de gestão de processo onde a empresa analisada consiga controlar suas atividades de maneira que sua produção consiga ser planejada e adaptada a partir da real situação de seus equipamentos.

Devido ao fato da empresa não tem um processo de manutenção definido, apresentou-se informações para a contratação de uma empresa terceirizada para a realização das atividades de manutenção. As atividades desta equipe serão executadas segundo os planos de manutenção propostos.

A criação do histórico do processo de manutenção da empresa, através das ordens de serviço e elaboração de tabelas eletrônicas, fornecerá base detalhada para a análise das atividades e indicadores de manutenção propostos neste trabalho.

Através do histórico das atividades e indicadores de manutenção, a empresa conseguirá estabelecer valores ótimos ou meta para o processo de manutenção, além de detectar oportunidades de melhoria e problemas pontuais de seus equipamentos

Propõe-se a realização do registro e análise dos indicadores como trabalhos futuros, a fim de estabelecer os valores ótimos para o processo de manutenção e planejamento da produção da indústria.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Sérgio Manuel Ferreira. **Implementação de um Sistema de Manutenção Lean na SNA Europe [Industries] S.A.** 2010. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2010.

Associação Brasileira de Manutenção e Ativos. **Documento Nacional. Resultados 2013**. Disponível em: < <http://www.abraman.org.br/sidebar/documento-nacional> > Acesso em: 16/10/2016.

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

Cabral, José Paulo. **Organização e Gestão da Manutenção** - Dos Conceitos à Prática. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda, 2004.

CAMPOS, Diogo Carlos Melo de Pinho. **Implementação de técnicas e ferramentas para manutenção preditiva na Colep**. 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2011.

DISFIL. **Manutenção de parafusadeira pneumática**. Disponível em: <<http://www.disfil.com.br/manutencao-parafusadeira-pneumatica>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

FARIA, Nuno André Cunha Correia de. **Elaboração e implementação de um plano geral de manutenção preditiva, preventiva e curativa na Lipor – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto**. 2013. 101 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio . **Manutenção: Função Estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 361 p.

MARCORIN , Wilson Roberto ; CAMELLO LIMA, Carlos Roberto . Análise dos Custos de Manutenção e de Não-Manutenção de Equipamentos Produtivos. **Revista de Ciência e Tecnologia**, [S.l.], 31 out. 2016. 11, p. 35-42.

MARTINS, Roberto Antonio; MELO, Carlos Henrique Pereira; TURRIONI, João Batista. **Guia de Elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção**. São Paulo: Atlas, 2014.

MURÇA, Vítor Armando de Almeida. **Aplicação da filosofia Lean na área de Manutenção**. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012.

MURTY, A.S.R; NAIKAN, V.N.A. Availability and maintenance cost optimization of a production plant. **Internal Journal of Quality & Reliability Management**, Cambridge, 31 out. 2016. 12 (2), p. 28-35.

TRENO, Nuno Alfredo Morais. **Aplicação de metodologias Lean na manutenção da Simolde Aços**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2012.