unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

FELIPE AUGUSTO MARTINS

Implementação e administração da manutenção produtiva na linha de enfardamento Novelis Inc.

Guaratinguetá - SP
2018

Felipe Augusto Martins

Implementação e administração da manutenção produtiva na linha de enfardamento Novelis Inc.

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Marcelo Sampaio Martins

Guaratinguetá - SP
2018

Martins, Felipe Augusto
M386i Implementação e administração da manutenção produtiva na linha de enfardamento Novelis / Felipe Augusto Martins – Guaratinguetá, 2019.
49 f : il.
Bibliografia: f. 10-15

Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2019.
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Sampaio Martins

1. Manutenção produtiva total. 2. Máquinas – manutenção e reparos. 3. Gestão da qualidade total. I. Título.

CDU 658.581

Luciana Máximo
Bibliotecária CRB-8/3595

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

FELIPE AUGUSTO MARTINS

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM NOME DO CURSO"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM NOME DO CURSO

Prof. Dr. Marcelo Sampaio Martins

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcelo Sampaio Martins
Orientador/UNESP-FEG

Prof. Me. Antonio dos Reis de Faria Neto
UNESP-FEG

Prof. Me. Everton Coelho de Medeiros
UNESP-FEG

Dezembro de 2018

DADOS CURRICULARES

FELIPE AUGUSTO MARTINS

NASCIMENTO	23.08.1995 – São José dos Campos/SP
FILIAÇÃO	Pedro Augusto Martins Adriana Helena Martins
2015-2019	Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

Dedico esse trabalho especialmente ao meu irmão Lucas.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Adriana Martins e Pedro Martins pelo amor e motivação durante toda minha formação acadêmica.

Ao meu irmão Lucas Martins, primeiro engenheiro formado em Universidade Pública na família e mostrando ser possível alcançarmos nossos sonhos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Sampaio Martins pela oportunidade, apoio e conhecimentos durante todo o curso de Engenharia e durante a elaboração deste trabalho.

Ao meu gestor Gustavo Faria pela oportunidade de colocar em práticas em uma indústria as ferramentas aprendidas durante a faculdade.

A minha namorada Larissa Quintiliano pelo constante apoio no ano de 2018.

Ao corpo docente da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá e ao Colégio EMBRAER Juarez Wanderley pelos ensinamentos adquiridos durante toda a vida acadêmica.

A todos os colegas de classe e de república que sempre estiveram presentes nos momentos de maiores dificuldades da graduação.

“Decidir comprometer-se com resultados de longo prazo ao invés de reparos a curto prazo é tão importante quanto qualquer decisão que você fará em toda a sua vida.”

Anthony Robbins

RESUMO

A manutenção preventiva hoje é uma realidade em todas as empresas do ramo industrial que investem grandes quantias em busca de diminuição nas antigas altas taxas de falhas e intervenções não planejadas, resultando em baixa disponibilidade das máquinas. Com a alta demanda de produção nos dias modernos e avanço de tecnologias atreladas ao controle de disponibilidade de máquinas, ficou evidente que o setor de manutenção pode ser aplicado à maquinas de pequenos setores e também gerar economia para a empresa que retém maior atenção com outras áreas, não alocando recursos e pessoas para atender esses pequenos setores. Este trabalho foi aplicado com esse intuito em uma das maiores laminadoras e recicladoras de alumínio do mundo em uma de suas iniciativas abrangentes que envolvem a sustentabilidade, chamados Centros de Coletas. Esses Centros são pequenas unidades em comparação com toda a extensão da empresa e estão espalhadas pelo Brasil com maquinários de baixo consumo, totalizando cerca de 120 quilowatts para alimentar todas as máquinas e um equipamento móvel de 2,5 toneladas de capacidade. Foi feito um projeto em seis etapas, com o estudo de caso dos equipamentos críticos em questão, onde o principal objetivo foi a reestruturação da metodologia para resolução de falhas e detecção de anomalias através de uma nova gestão de manutenção com treinamento aos operadores e alocação de recursos para manutenções preventivas que antes eram direcionados para manutenções corretivas, obtendo-se resultados expressivos, com cerca de 33% de economia financeira média em três meses e o aumento do tempo entre paradas em 37% além de um planejamento de tempos de paradas para as datas ótimas.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de manutenção. Manutenção preventiva. Planejamento de manutenção.

ABSTRACT

Preventive maintenance today is a reality in every industry business that invests large sums in pursuit of a decrease in old high failure rates and unplanned interventions, resulting in low machine availability. With the high demand for production in the modern day and the advance of technologies linked to the control of availability of machines, even in machines of a small sector the maintenance sector may be applied. Also, generate savings for the company that retains greater attention with other areas, not allocating resources and people to serve these small sectors. This work was applied to one of the largest aluminum rolling mills and recyclers in the world in one of its comprehensive initiatives involving sustainability, called Collection Centers. These Centers are small units in comparison to the whole extension of the company and are scattered throughout Brazil with low consumption machines, totaling about 120 kilowatts to feed all the machines and a 2.5-ton mobile equipment. A project was builded out in six stages, with the case study of the critical equipment in question, where the main objective was the restructuring of the methodology for fault resolution and detection of anomalies. A new maintenance management with operator training and preventive maintenance resources that were previously focus to corrective maintenance was made, resulting in significant results, with around 33% of average financial savings in three months and an increase in the time between failures of 37%, in addition to planning of downtime for optimal dates.

KEYWORDS: Maintenance management. Preventive maintenance. Maintenance planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Número de falhas por tempo.....18
Figura 2 - Comparação de gastos entre preventivas. 20
Figura 3 - Linha de Produção para enfardamento de latas. 24
Figura 4 - Blocos de alumínio enfardados de alumínio sendo estocados. 25
Figura 5 - Empilhadeira de 2,5 toneladas de capacidade. 25
Figura 6 - Entrada do Soprador de latas feito no AUTOCAD 2017. 27
Figura 7 - Desenho no Inventor 2017 da porta de compressão da Prensa Enfardadeira. 27
Figura 8 - Fluxograma para resolução de falha passado. 31
Figura 9 - Novo fluxograma de informações com foco nas avarias. 33
Figura 10 - Parte do banco de dados de estoque criado.....34
Figura 11 - Parte da programação das preventivas dos Centros de Coleta.....35
Figura 12 - Relatório Manual de um prestador de serviços de empilhadeiras. 35
Figura 13 - Relatório de um prestador de serviços de maquinário. 36
Figura 14 - Ficha de análise de falha. 37
Figura 15 - Fonte de dados do painel de dados. 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas e datas para realização. 26
Tabela 2 - Exemplo de Banco de dados de falhas passadas. 28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MTBF – Tempo médio entre Falhas

MTTR – Tempo médio de Reparo

PLC – Controlador Lógico Programável

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
1.1 INTRODUÇÃO AO TRABALHO 14
1.2 JUSTIFICATIVA 14
1.3 OBJETIVOS 15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 16
2.1 TEORIA DA MANUTENÇÃO 16
2.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA 16
2.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA 17
2.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA 19
2.5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO 20
2.5.1 Indicadores de apoio 21
2.5.1.1 Tratamento de falhas dos equipamentos 21
2.5.1.2 Padronização da manutenção 21
2.5.1.3 Planejamento da manutenção 22
2.5.1.4 Peças-reservas e almoxarifado 22
2.5.1.5 Orçamento da manutenção 22
2.5.1.6 Treinamento operacional 22
2.5.1.7 Tempo médio entre falhas 23
2.5.1.8 Tempo médio para reparo 23
3 METODOLOGIA 24
3.1 EQUIPAMENTOS ENCONTRADOS 24
3.2 DESENVOLVIMENTO 26
3.2.1 Levantamento de dados 26
3.2.3 Criação de um plano de manutenção 28
3.3.3 Cotação de gastos e ferramentas 29
3.3.4 Gestão da manutenção 30
3.3.5 Implementação e controle 33
3.3.6 Criação de metas futuras por indicadores 37
4 RESULTADOS 38
5 CONCLUSÃO 40
REFERÊNCIAS 41
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA 42

APÊNDICE A – PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVO 43
APÊNDICE B – PREVENTIVA DE EMPILHADEIRA DE 200H..... 44
APÊNDICE C – PREVENTIVA DE EMPILHADEIRA 2000H..... 45
APÊNDICE D – CHECKLIST OPERACIONAL 46

1 INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO AO TRABALHO

A gestão da manutenção pode garantir e mensurar a vida útil de equipamentos e práticas rotineiras para controle e planejamento de serviços e trocas de peças preventivamente, baixando custos de produção e perdas por qualidade, tendo controle sobre os tempos de paradas e controle de falhas.

Nesse contexto, esse trabalho de graduação dedicou-se a implementar práticas de gestão de manutenção para ganhos de tempo e financeiros para a indústria que se aplicou e espera-se que os maiores ganhos apareçam à longo prazo, com a constante diminuição de falhas de máquinas e consequentemente os custos atrelados a elas.

O trabalho foi aplicado nos Centros de Coleta da empresa Novelis, laminadora e recicladora de alumínio. Esse projeto foi dividido entre uma fase analítica para entender o atual estado na empresa, uma fase de mensuração para definir parâmetros de medição da eficiência do projeto, uma fase de implementação da metodologia e controle pelos operadores e área de manutenção, área essa que foi desenvolvida para analisar e precaver as futuras anomalias e falhas.

Primeiramente fundamentou-se os conceitos de manutenção que foram utilizados para implementação do projeto, levantando dados pertinentes a manutenção dos equipamentos estudados, identificando maiores problemas encontrados nos últimos anos, peças sobressalentes necessárias para se ter em estoque e estudo dos gastos nas plantas e tempos de paradas.

Com os dados obtidos, procurou-se na literatura por ferramentas para controle da qualidade e desempenho do projeto apresentado. Com essas informações, foi possível a implementação do projeto através de um plano de manutenção e mudança no fluxograma de informações.

Finalizando, para gerar resultado a longos prazos foi necessário o controle e auditoria da nova metodologia proposta, que prevê ganhos financeiros e em desempenho de produção, respondendo os problemas identificados nos Centros de Coleta.

1.2 JUSTIFICATIVA

A Novelis, líder mundial em reciclagem e laminação de alumínio, aumenta cada vez mais sua participação no mercado de reciclagem de alumínio investindo em Centros de Coleta, que tem como objetivo estar mais próxima dos pequenos comerciantes do material de determinadas regiões. Atualmente atuando em quase todos os estados do país.

Este trabalho se justifica pelo fato de que essas plantas da Novelis não apresentavam qualquer escopo de tratamento de falhas ou metodologias para se precaver de paradas inesperadas, resultando em grandes paradas de produção e atribuição da resolução dos problemas à cargos que não possuíam o escopo e conhecimento necessário para as soluções necessárias.

Aplicou-se nesses trabalhos as diretrizes ensinadas no curso de Engenharia Mecânica da UNESP de Guaratinguetá, principalmente Elementos de Máquina, Elementos de Projeto Mecânico, Analise da Manutenção Industrial, Eletrotécnica Geral e Sistemas Fluido Mecânicos.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo implementar uma nova gestão de informações e tomadas de decisões nos Centros de Coleta da Novelis, para com os veículos moveis e maquinários, garantindo maior disponibilidade de maquinas, soluções rápidas e práticas para enfrentar anomalias e falhas das máquinas e difundindo conhecimento entre os operadores de modo a coloca-los em maior contato com a área de manutenção através do trabalho do dia-a-dia.

Desejou-se também diminuir os custos com corretivas não programadas, programando-as através de um programa preventivo de manutenção, sabendo-se que maiores cortes de gastos surgirão a longo prazo, visto que as máquinas a serem trabalhadas nunca tiveram nenhum programa de manutenção preventiva anteriormente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TEORIA DA MANUTENÇÃO

Define-se como manutenção como práticas para manter um determinado equipamento, máquina ou ferramenta no estado que desempenhe sua função sem riscos.

Segundo Xenos (2014), as atividades de manutenção dos equipamentos visam manter suas condições originais de operação e seu desempenho por meio do restabelecimento de eventuais deteriorações dessas condições. Nesse tipo de atividade, qualquer serviço de manutenção poderá restabelecer as condições originais de desempenho e confiabilidade intrínseca, nunca exceder essas condições. As atividades de manutenções são práticas executadas no dia a dia para prevenir falhas através da detecção de anomalias, devido a uma falha no produto final ou falhas detectadas nos equipamentos pela equipe de manutenção ou principalmente pelos operadores.

Atualmente, com o desenvolvimento dos departamentos de qualidade das industrias, principalmente após o início da globalização moderna, as áreas de qualidade e manutenção trabalham juntas para prevenir falhas de máquinas e consequentemente no produto final (XENOS, 2014).

Podemos separar os métodos de manutenções em três áreas que se relacionam entre suas ferramentas. A manutenção realizada depois que uma falha ocorreu é denominada de corretiva. Quando desejamos realizar reparos ou trocas de peças em um item antes de vir a ocorrer uma parada na produção, denominamos de manutenção preventiva. Quando podemos incluir a tecnologia para prever as falhas e limites de vida de um item, chamamos de manutenção preditiva (XENOS, 2014).

2.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva tem como principal característica a atuação em eventos já ocorridos, podendo ser uma falha ou baixo desempenho do equipamento (KARDEC, 2009).

Trabalhando com máquinas de grande porte, em comparação com os outros tipos de manutenção, demonstra-se ser mais barato para a manutenção corrigir uma falha já ocorrida do que prevenir as falhas, porém a empresa pode vir a perder muito com o tempo de parada devido a esse erro. Além de que, podem haver paradas de equipamentos em momentos

impróprios, e quando um equipamento ou peça falha, podem comprometer a vizinhança, causando ainda mais dificuldades na hora da manutenção.

Embora a manutenção corretiva seja escolhida, não se deve aceitar a ocorrência de falhas como algo natural e inevitável. Busca-se sempre identificar as causas fundamentais das falhas e bloqueá-las para evitar sua reincidência.

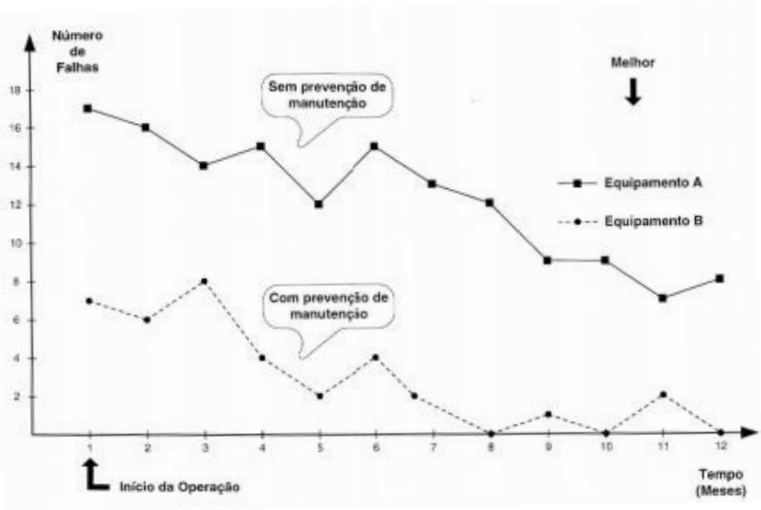
Segundo Souza (2009), compete a manutenção corretiva a geração de informações de falhas dos equipamentos, que permite uma análise afim de auxiliar na melhoria do desempenho dos mesmos. Para isso, é fundamental a formação de uma equipe com capacidade de transmitir e interpretar essas informações.

2.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Utilizando uma boa estratégia para prevenção de falhas, podemos garantir maior produtividade em curto prazo, implementando um plano de manutenção de lubrificação, calibração, limpeza, troca de peças, Dados que devem ser obtidos anteriormente com fornecedores ou com resultados da manutenção corretiva, levando um aumento de confiabilidade dos equipamentos, garantindo flexibilidade para a execução dos trabalhos de manutenção, sendo executados quando melhores encaixados na produção, evitando as interferências na produtividade como a Manutenção Corretiva pode acarretar (BLACK, 1991).

Para Xenos (2014), a manutenção preventiva é um conjunto de ações preventivas executadas em intervalos fixos, ou de acordo com critérios preestabelecidos, com o objetivo de reduzir ou eliminar a incidência de falhas ou a degradação das funções de um equipamento em função do tempo assim como mostrado em seu exemplo na Figura 1. O aspecto fundamental da manutenção preventiva é agir com antecedência para bloquear as causas potenciais das falhas dos equipamentos.

Figura 1 - Número de falhas por tempo



Fonte: Xenos (2014).

A maior parte dos esforços preventivos depende das equipes que trabalham no departamento de Manutenção. Normalmente essas equipes possuem os recursos necessários, como materiais, habilidades técnicas, materiais, ferramentas e familiarização com o maquinário, para que seja então executada uma melhor manutenção nos equipamentos (XENOS, 2014).

Para controle da manutenção preventiva, utiliza-se o tempo ou a condição do equipamento. O tempo é uma medida de idade do equipamento, podendo ser medido utilizando parâmetros que estejam relacionados a vida útil dos equipamentos. Por exemplo, horas de operação, ciclos, volume produzidos, quilômetros rodados, entre outros. Normalmente na indústria ela é baseada em horimetros.

Na manutenção baseada na condição do equipamento, devem haver monitorações visuais ou automáticas, para assim determinar o momento exato da equipe de manutenção agir. Essas ações são preestabelecidas em intervalos para monitorar as condições do equipamento até que sejam atingidos limites de deterioração predeterminados, resultando na reforma ou troca da peça ou componentes (XENOS, 2014).

Trabalhando-se com a condição dos equipamentos, a equipe de manutenção deve trabalhar com inspeções de rotinas, inspeções com o uso de instrumentos e aparelhos, e inspeções com medições para monitorar as tendências de falhas.

Para se optar pela implementação de um plano preventivo deve-se ter levados em conta os fatores: Se existem ações preventivas que podem evitar a ocorrência da falha ao equipamento e se essas ações são tecnicamente viáveis e econômicas, se ambas as

considerações forem negativas, deve-se optar pela Manutenção Corretiva, por ser mais adequada (XENOS, 2014).

2.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA

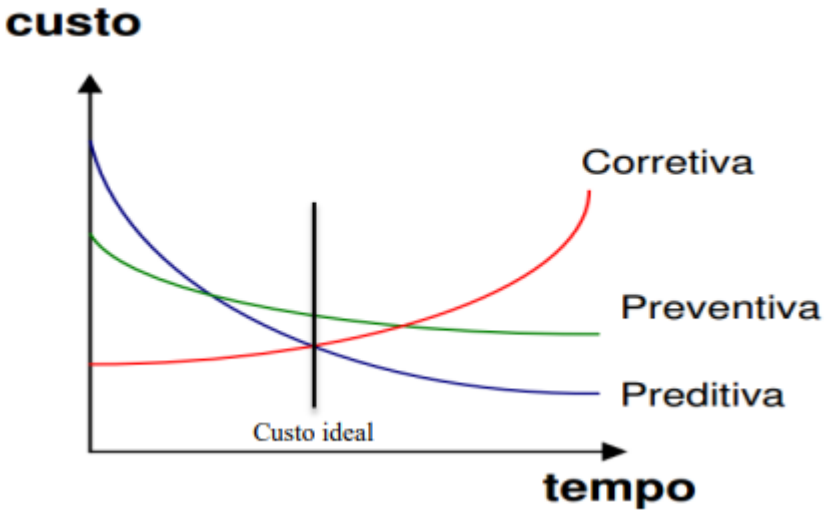
Utilizando tecnologias atuais, é possível detectar uma falha no momento exato antes dela ocorrer, seja através de sensores ou outras ferramentas, verificando e medindo as condições do equipamento com a produção ativa.

A detecção antecipada de uma anomalia permite um diagnóstico precoce da falha, possibilitando a execução de um plano de ações corretivas, no momento e na intensidade adequados ao tipo de falha[...] Algumas das técnicas mais usadas em estratégias de manutenção preditiva são a inspeção sensitiva, a análise de vibração, a termografia e a ferrografia (TOAZZA e SELLITO, 2015).

A tecnologia disponível atualmente permitiu o desenvolvimento de dezenas de técnicas de manutenção preditiva, algumas bastantes caras e sofisticadas. Mesmo assim, as empresas também devem praticar a manutenção preditiva, que é um método de manutenção bastante simples e eficaz que traz bons resultados. Por exemplo, monitorando a variação da vibração do equipamento, podemos prever o momento de troca dos rolamentos. Também é possível prever o momento de reformar componentes mecânicos analisando o óleo lubrificante. Entretanto, ainda há algumas limitações de tecnologia, e ainda não é possível adotar a manutenção preditiva para todo tipo de componente ou peça de um equipamento (XENOS, 2014).

Comparada com a manutenção corretiva – Somente do ponto de vista dos custos de manutenção – a preditiva requer gastos maiores no início de sua implementação, mas a longo prazo seus gastos são reduzidos e recompensados com a diminuição de paradas por falhas da produção como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Comparação de gastos entre preventivas.



Fonte: Cavalcante & Almeida (2005).

2.5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Um assunto normalmente polêmico para a maioria dos profissionais de manutenção é: qual deve ser o indicador ou indicadores que devemos utilizar para obtermos resultados de melhoria em nossas equipes de manutenção e consequentemente para as nossas empresas? As empresas hoje necessitam; em virtude do alto grau de competitividade a que estão sujeitas; escolher adequadamente qual metodologia devem utilizar para o gerenciamento de sua rotina. A literatura disponível na área de manutenção nos aponta muitos indicadores que por vezes até dificultam o correto entendimento de nossas atividades. A manutenção tem a intenção de fazer o melhor e acaba por escolher e utilizar muitos indicadores, acabando por exceder na quantidade e perder na qualidade final do trabalho. Um dos primeiros pontos que se aprende com a metodologia da gestão da qualidade total é que devem-se escolher indicadores que sejam o resultado do desdobramento dos objetivos empresariais. Isto significa que é necessário escolher o que dá o maior retorno, seja em termos de informação quanto no de lucratividade (ZEN, 2016).

Uma modificação nos atuais sistemas de gestão da manutenção industrial é feita pela formulação de uma estratégia formal de manutenção, cujas crenças subjacentes sejam fundamentadas na teoria da confiabilidade (SELLITO, 2007).

Os métodos de manutenção apresentados no tópico 2.1 devem possuir funções de apoios inter-relacionadas entre eles, para que se reduza constantemente o número de falhas,

trabalhando com indicadores de manutenção que automaticamente se atrela à gestão pela qualidade dos equipamentos e produto.

O novo papel da manutenção é um grande desafio gerencial, a visão sistêmica do negócio e a mudança de paradigmas e de conceitos levarão a grandes inovações (KARDEC, 2009).

Para o trabalho proposto, utilizou-se ferramentas do GQT (Gestão pela qualidade total). Segundo Xenos (2014), utilizando bem os princípios do GQT, podemos atingir metas de melhoria para os equipamentos em termos da redução das falhas, redução do custo de manutenção, redução do tempo de manutenção preventiva, redução do estoque de peças de reposição entre outras metas.

Também se utilizou indicadores referenciais aos tempos de manutenção, o MTBF (Mean Time Between Failures) e o MTTR (Mean Time to Repair).

2.5.1 Indicadores de apoio

As funções de apoio a seguir foram retiradas do processo de GQT, que foram os parâmetros utilizados para mensurar a viabilidade das manutenções trabalhadas durante o projeto.

2.5.1.1 Tratamento de falhas dos equipamentos

Atividades de remoção dos sintomas de falhas e identificação de suas causas fundamentais para estabelecer contramedidas adequadas. Inclui também o registro e a análise dos dados sobre as falhas dos equipamentos, o que permite identificar de forma objetiva os tipos de falhas mais frequentes e em que equipamentos ocorrem (XENOS, 2014).

2.5.1.2 Padronização da manutenção

A padronização da manutenção é a utilização dos procedimentos e padrões técnicos e gerenciais relacionados com as atividades de manutenção, incluindo os manuais de manutenção, os catálogos de peças, os padrões de inspeção e os procedimentos de teste dos equipamentos. De forma mais abrangente, é o sistema de elaboração, atualização, arquivamento e controle dos documentos técnicos relativos aos equipamentos (XENOS,2014).

2.5.1.3 Planejamento da manutenção

O planejamento da manutenção pode ser entendido como as ações de preparação dos serviços de manutenção preventiva, que define quando as ações serão executadas. Envolve a distribuição dos serviços de manutenção em um determinado período, bem como a previsão de mão de obra, materiais e ferramentas necessárias. O planejamento das ações preventivas permite o dimensionamento correto desses recursos, dando previsibilidades ao processo de manutenção (XENOS, 2014).

2.5.1.4 Peças-reservas e almoxarifado

O objetivo dessa função é o de adquirir, armazenar e controlar as peças de reposição e materiais de consumo dos equipamentos, conforme suas necessidades de manutenção preventiva. É uma das funções de apoio mais críticas e pode dificultar a execução da manutenção se não for gerenciada com eficiência. O bom funcionamento dos equipamentos depende da disponibilidade de peças de reposição de boa qualidade, baixo custo, na qualidade e no momento certo (XENOS, 2014).

2.5.1.5 Orçamento da manutenção

O objetivo dessa função é distribuir e controlar os recursos financeiros alocados ao Departamento de Manutenção com base no plano de manutenção para os próximos períodos. O orçamento da manutenção compreende basicamente os custos com a mão de obra, serviços terceirizados e materiais como peças de reposição e materiais de consumo para os equipamentos. A chave para a elaboração do orçamento da manutenção na medida certa é o correto dimensionamento dos recursos de mão de obra e materiais, o qual deve ser feito com base no plano de manutenção (XENOS, 2014).

2.5.1.6 Treinamento operacional

É o conjunto de atividades de transferência e prática do conhecimento que visa formar pessoal capacitado a desempenhar funções dentro da manutenção. Quando for o caso, deve-se incluir também o treinamento dos operadores para realizarem algumas tarefas de manutenção preventiva no dia a dia da produção. Temos contatado que uma das principais deficiências das

empresas brasileiras é a habilidade insuficiente tanto do pessoal de manutenção quanto de operação, isso acaba comprometendo seriamente a produtividade dos equipamentos (XENOS, 2014).

2.5.1.7 Tempo Médio entre falhas

É o tempo medido para se ter uma falha especifica em uma máquina, ou no reparo da máquina em geral. Se o valor de MTBF aumentar com o tempo, é um sinal positivo para a manutenção, pois indica que o número de intervenções corretivas vem diminuindo, e consequentemente o total de horas disponíveis para a operação, aumentando (VIANA, 2006).

2.5.1.8 Tempo médio para reparo

É nesse momento que poderemos verificar o grau de comprometimento das equipes auxiliares no sentido de rapidamente disponibilizar a máquina ou equipamento ao ambiente produtivo. Caso os resultados não sejam satisfatórios poderemos atuar junto a essas equipes no sentido de ampliar seu comprometimento, demonstrando as perdas que as mesmas causam ao ambiente produtivo (ZEN, 2008).

Esse indicador, chamado MTTR ou Mean Time To Repair nos aponta o tempo que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina ou equipamento para o sistema produtivo. Nesse período estão todas as ações envolvidas no reparo, sejam elas da equipe de compras, de laboratório ou qualquer outra equipe de trabalho (ZEN, 2008).

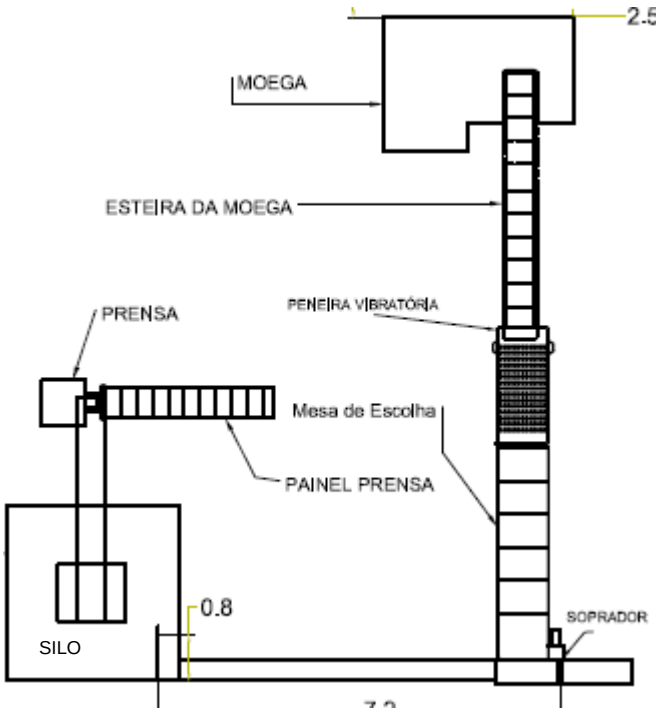
3 METODOLOGIA

Para os objetivos desse trabalho alcançar, definiu-se uma metodologia adequada de implementação no intervalo de um ano, sabendo-se que os principais resultados aparecerão a longo prazo.

3.1 EQUIPAMENTOS ENCONTRADOS

Cada Centro de Coleta é composto por uma linha de limpeza de latas, constituído por uma correia transportadora com polia magnética, uma peneira vibratória, uma correia transportadora larga para retirada manual de impurezas, um ventilador com tubulação para remoção do processo de latas com impurezas pesadas em seu interior e um silo de armazenamento de latas, conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3 - Linha de Produção para enfardamento de latas.



Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

Ao final dessa linha se encontra uma prensa enfardadeira, para compressão de latas em pequenos blocos de 20 quilogramas em média, que são estruturados em blocos para fácil mobilização com empilhadeira, ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Blocos de alumínio Enfardados de alumínio sendo estocados.



Fonte: SEMAGRO (2018).

Para alimentação de toda a linha é necessário um equipamento móvel, em todos os Centros de Coleta da empresa, utiliza-se empilhadeiras de 2,5 toneladas de capacidade em média, conforme ilustração da Figura 5.

Figura 5 - Empilhadeira de 2,5 toneladas de capacidade.



Fonte: HYSTER (2018).

3.2 DESENVOLVIMENTO

O trabalho foi dividido em seis etapas, para que assim fosse feito um cronograma e realizado no período de um ano. A divisão foi realizada conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Etapas e datas para realização.

Etapa	Título	Início	Fim
1	Levantamento de Dados	02/03/18	29/06/18
2	Criação do Plano de Manutenção	27/04/18	01/08/18
3	Verificação dos Custos e Ferramentas	31/08/18	30/11/18
4	Gestão da Manutenção	27/10/18	15/12/18
5	Implementação e Controle	15/10/18	15/12/18
6	Criação de metas futuras por indicadores	04/12/18	28/12/18

Fonte: Produção do próprio Autor.

Não houveram atrasos nas etapas de 1 a 5, porém como a apresentação desse trabalho foi anterior a conclusão da etapa 6, não foi possível estruturar resultados com confiabilidade em um ano cheio na apresentação dos resultados dessa etapa.

3.2.1 Levantamento de dados

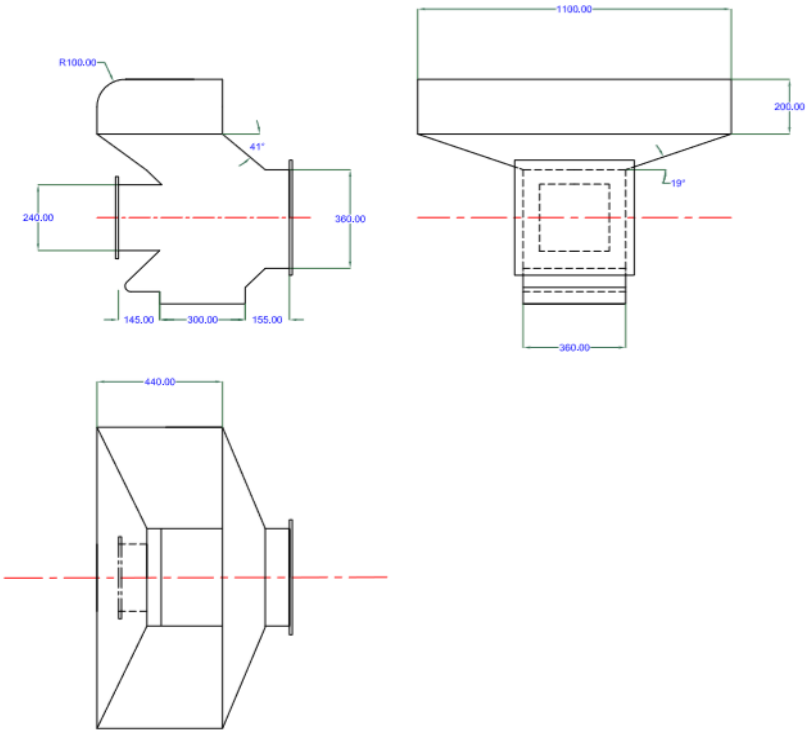
Nessa fase do projeto, dedicou-se à obtenção de dados passados, desde a criação dos Centros de Coleta até o momento anterior ao projeto. Para um projeto de manutenção, as informações de como eram feitas as corretivas, principais impactos das falhas na produção, quais as principais falhas e anomalias encontradas, como as máquinas funcionam, sistemas hidráulicos e elétricos, conhecimento de operadores entre outras são de extrema importância, já que facilita a criação de um plano de manutenção futuro.

Iniciou-se procurando por manuais, desenhos técnicos e diagramas das máquinas. Contatou-se os fornecedores dos equipamentos, porém, somente obteve-se o manual em inglês da prensa enfardadeira hidráulica e seus diagramas e manual em português da empilhadeira e diagramas. O primeiro passo foi o estudo e leitura dos manuais e tradução do que fosse necessário para melhor entendimento do que seria feito nos próximos passos.

Os equipamentos da linha de limpeza tiveram de ser medidos e desenhados peça a peça nas plataformas da Autodesk, o AUTOCAD 2017 e INVENTOR 2017, conforme ilustrado

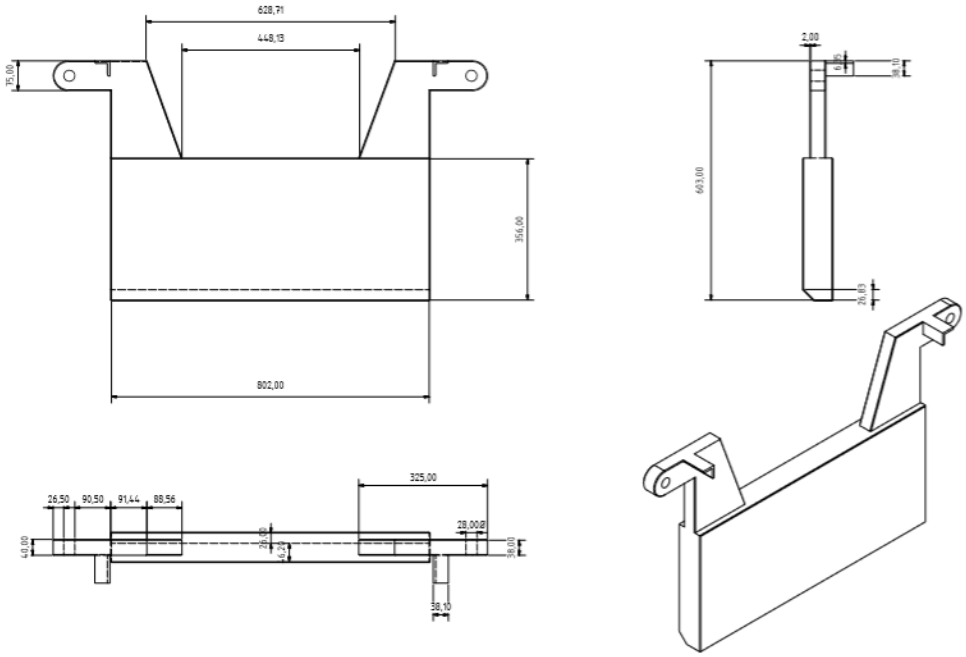
nas figuras 6 e 7, respectivamente. Ambos os softwares foram licenciados pela empresa em questão.

Figura 6 - Entrada do Soprador de latas feito no AUTOCAD 2017.



Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

Figura 7 - Desenho no Inventor 2017 da porta de compressão da Prensa Enfardadeira.



Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

Após esse passo, revisou-se no sistema da empresa as Ordens de Compra para serviços técnicos externos, obtendo-se dados de notas fiscais, peças compradas, tipos de serviços (Hidráulico, elétrico ou mecânico) e empresas prestadores de serviço, conforme exemplificado na Tabela 2, onde é apresentado um trecho do banco de dados feito com essas Ordens de compra.

Tabela 2 - Exemplo de Banco de dados de falhas passadas.

Máquina	Local	Falha	Data	Custo	
Empilhadeira	Sertãozinho	Limpeza radiador empilhadeira.	11/2/15	R$	940,92
Prensa	Campinas	Serviços de solda na porta de compressão.	18/2/15	R$	500,00
Transportadora de escolha	Sertãozinho	Rebobinamento do motor / falta de fase	18/2/15	R$	380,00
Empilhadeira	Campinas	Troca de alternador da empilhadeira.	6/3/15	R$	1.613,90
Prensa	São Paulo	Vazamento no pistão da prensa.	23/3/15	R$	3.860,00
Empilhadeira	Juiz de Fora	Troca filtro de óleo empilhadeira.	24/3/15	R$	554,94

Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

Em seguida, foi feito o contato direto com os técnicos especializados em cada área que são prestadores de serviços externos e que realizaram as corretivas nos Centros de Coleta, com os fornecedores das máquinas e com os operadores, para entender e priorizar os equipamentos que mais demonstravam avarias, além de obter melhor conhecimento técnico sobre o funcionamento das máquinas.

Os Centros de Coleta não possuíam nenhum item em estoque até o momento de início do projeto. Toda peça que necessitava ser substituída, devia ser procurada no mercado da região no mesmo momento, aumentando ainda mais os tempos de parada.

Os tempos de parada para manutenções nunca haviam sido registrados, por isso não foi possível seu estudo prévio.

3.2.3 Criação de um plano de manutenção

Após as informações obtidas no tópico 3.2.1, obteve-se informações suficientes para criar um plano preventivo inicial, conforme necessidade apresentada e tempos de paradas que as máquinas exigiam. Conforme comentado no tópico 2.1.2, as revisões periódicas se embasaram em inspeções nas áreas de elétrica, com revisão dos itens do painel lógico programável da prensa hidráulica (PLC), verificação das correntes que alimentavam todas as

botoeiras, painéis e bomba hidráulica da prensa, dos serviços hidráulicos, principalmente ao que se refere à qualidade do óleo dos moto redutores e do reservatório de óleo da prensa hidráulica, onde é necessário para não diminuir a vida útil da bomba e do radiador, a troca de filtros e filtragem de óleo e lubrificação de partes mecânicas das esteiras.

Para as informações técnicas descritas, o serviço foi terceirizado com uma empresa de cada região, onde foi feita a concorrência de valores para atendimento e também levado em consideração os históricos de serviço com a empresa e a qualidade descrita pelos funcionários, esse assunto será melhor tratado no tópico seguinte.

O plano de manutenção preventivo para o maquinário foi programado inicialmente a cada dois meses, com serviços diferentes entre uma revisão e outras, de acordo com o histórico de falhas obtido no item 3.2.1. O plano de manutenção para máquinas está no Anexo A deste trabalho.

O plano de manutenção preventivo para as empilhadeiras foi programado para cada 250 ou 500 horas de uso da máquina, para cada empilhadeira existiu um plano de acordo com o motor apresentado, os principais itens e serviços a serem focados foram lubrificação, troca de óleos e filtros, e quando se completa 2000h de trabalho com a empilhadeira, um plano maior é realizado, que além dos serviços do plano anterior inclui troca de jogos de vela e troca de correias. O plano de manutenção para empilhadeira encontra-se no Anexo B e C deste trabalho.

Além de buscar ajuda externa através da terceirização de serviços, dentro dos Centros de Coleta os operadores também tiveram um papel fundamental. Foram feitas ordens de serviço e implementados no sistema da fábrica, com a autorização da área de EHS (Segurança) e Recursos Humanos, serviços complementares em seu escopo de cargo que consistem em inspeções visuais e acústicas dos principais elementos de máquinas e peças que regem os maquinários e principalmente com alto valor de mercado, que as vezes por descuido nas operações e por falta de inspeções, apresentam avarias e futuramente falhas que param a produção. Acompanhando essas ordens, um CHECKLIST foi alocado perto das máquinas e nas empilhadeiras, para que todo dia fossem preenchidas as ações realizadas conforme as ordens determinadas, o fluxograma de como essas informações seriam compiladas e trabalhadas vão ser apresentadas no tópico de controle. O CHECKLIST operacional se encontra no anexo D deste trabalho.

3.3.3 Cotação de gastos e ferramentas

Conforme descrito no tópico anterior, os serviços especializados nas máquinas e empilhadeiras necessitavam ser feito por profissionais qualificados, por isso o plano preventivo feito com base teórico no histórico dos Centros de Coleta foi orçado com várias empresas prestadoras de serviço, a primeira seletiva foi conforme as normas da empresa metalúrgica necessita, no qual uma série de normas sobre segurança e certificados devem ser apresentados pelo prestador de serviços.

Como foram feitos dois planos preventivos, um para o maquinário e um para as empilhadeiras em suas determinadas regiões, para conseguirmos uma negociação satisfatória e um valor de serviços que conseguisse gerar resultados a longo prazo em comparação com o histórico de gastos até o momento, cada plano foi orçado com três fornecedores diferentes e então iniciou-se o período de concorrência até que o valor ótimo fosse obtido.

Apesar de que segundo a teoria, uma manutenção preventiva exigir mais gastos iniciais que um plano corretivo, devido a realidade dos Centros de Coleta não necessitarem de manutenções cotidianas e a principal economia ser com a diminuição de horas paradas, nos Centros de Coleta por poderem haver prazos maiores de preventivas, esse cenário é diferente, é possível que o plano preventivo sozinho resolva os problemas de falhas das máquinas e seja mais econômico que apenas corretivas, além da diminuição de horas paradas.

Houve a partir de então, um maior controle e auditoria sobre os gastos apresentados com corretivas após o início do projeto e todas as horas de paradas para manutenção começaram a ser anotadas para que cada vez mais os tempos de paradas reduzam, isso será melhor controlado através de indicadores implementados, explicados melhor nos tópicos seguintes.

Também foram orçadas peças sobressalentes essenciais para se ter em estoque, como esteiras, válvulas, vedações, gaxetas, sensores, mangueiras e filtros hidráulicos. Todos os itens foram orçados em quantidade para maior economia. Assim, todo o custo de um plano preventivo foi obtido.

3.3.4 Gestão da manutenção

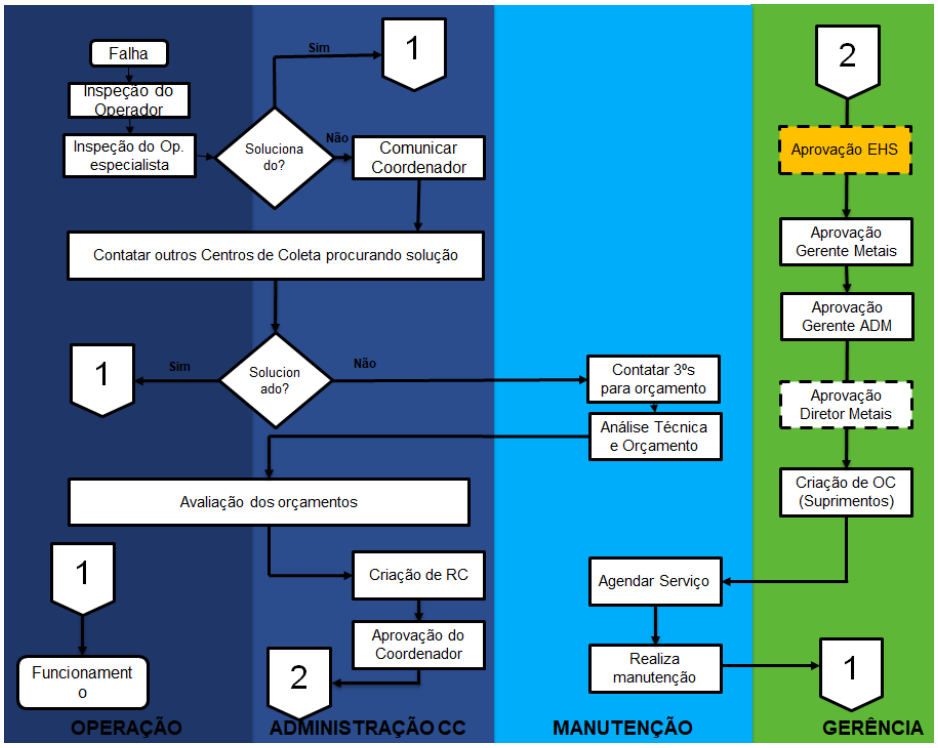
Para que a implementação aconteça e resultados sejam obtidos, a gestão das informações, custos, tempo e de pessoas foi fundamental. Para que a manutenção preventiva funcionasse, teve que ser implementado um novo fluxo de informações e arquivamento de dados. Antigamente, quando uma corretiva tinha que ser realizada, para a liberação do serviço

e do pagamento de um técnico para atuar no problema, os coordenadores dos Centros de Coleta tinham que esperar por várias etapas.

Ao acontecer uma falha que parasse o maquinário ou a empilhadeira, os operadores procuravam solucionar sozinhos, e então comunicar o coordenador do Centro de Coleta da região, o mesmo se comunicava com os outros Centros de coleta, um a um, procurando a solução do problema. Caso não encontrado, um técnico terceirizado é acionado para verificar e fazer um orçamento do que deveria ser feito. Após análise técnica concluída, a área de EHS, os gerentes da empresa, o diretor responsável (se valor orçado for muito alto) deveriam aprovar e então a área de suprimentos realizaria a parte burocrática para que o serviço fosse realizado com uma ordem de serviço. Após todo esse fluxo, que dura até três dias, que o técnico agendaria o serviço e então a produção voltaria a operar.

Ao todo, para que a falha fosse solucionada, quatro subáreas atuavam: a operação, o administrativo, suprimentos e gerência, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma para resolução de falha passado.



Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

A solução para esse fluxo encontrado, foi que deveria haver um responsável por arquivar todas as informações e que fosse acionado sempre que ocorresse um problema, já

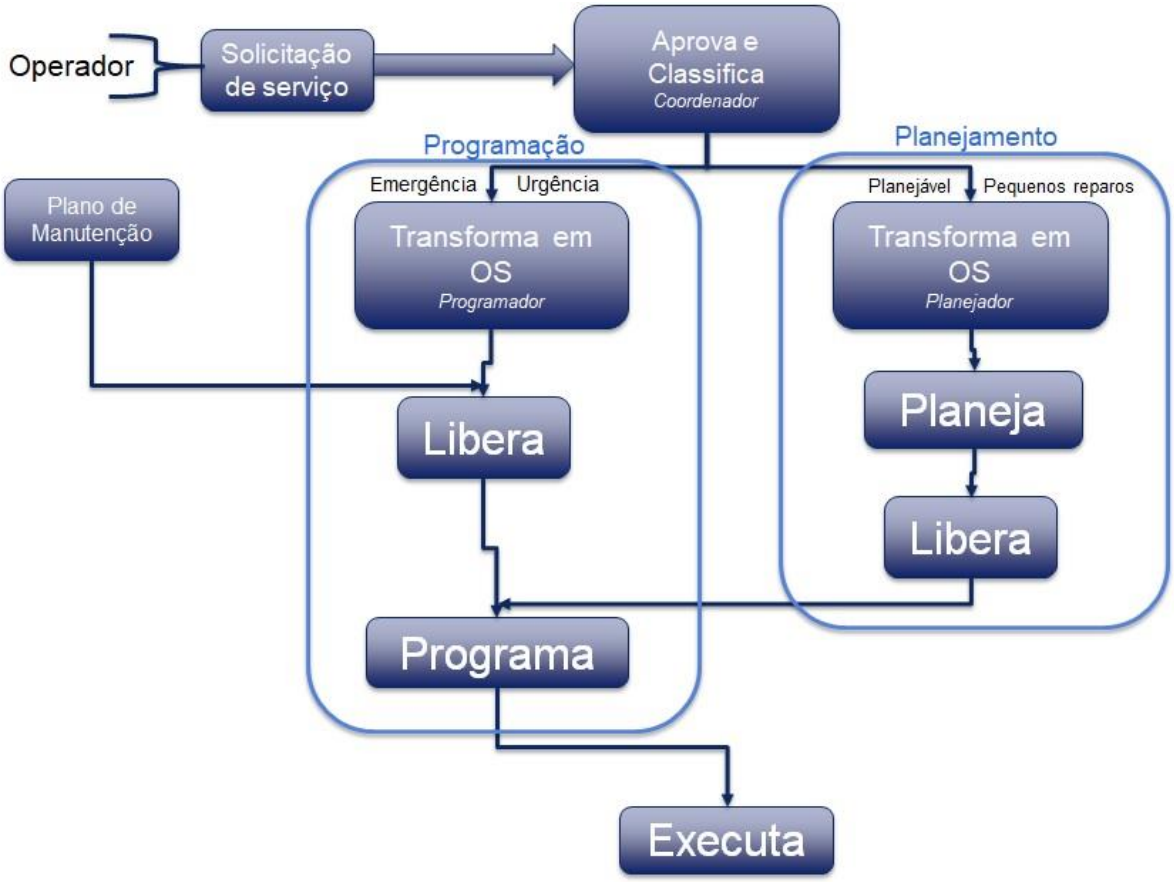
que sabendo o histórico das máquinas e as falhas anteriores, seria facilitada a solução. No caso, o autor do trabalho em questão ficou responsável.

Um novo fluxograma foi criado, onde o principal foco foi que avarias fossem encontradas antes de virarem falhas, assim o serviço a ser executado para manutenção da avaria em questão seria implementado durante a próxima preventiva das máquinas e/ou empilhadeira. Esse melhor controle trouxe maior controle sobre os tempos de paradas e também o aumento da produção, já que a partir de agora, as paradas de manutenção seriam realizadas em uma data que não prejudicasse a produção, podendo se encaixar com outros processos do Centros de Coleta, como fechamento de mês, recebimento de material, entre outros.

O novo fluxograma consiste que qualquer operador pode fazer uma Solicitação de Serviço, caso a solicitação fosse verificada e comprovada que existe uma avaria, seria programada com o terceiro e comprado os materiais necessários e planejada de acordo com o calendário de cada Centro de Coleta, e assim o serviço seria executado, dessa forma apenas duas subáreas seriam responsáveis pelo concerto das falhas e avarias, a operação e a manutenção.

Além desse novo fluxograma, um novo controle de gastos foi proposto como meta, com base nos gastos do ano anterior ao projeto. Esse controle de gastos foi dividido entre manutenção preventiva (Rotineira), corretiva (Não corretiva) e materiais (Necessários para as manutenções). Com o tempo esperasse que esses valores diminuam cada vez mais e as corretivas não planejadas aconteçam cada vez menos. O novo fluxograma de informações é ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Novo fluxograma de informações com foco nas avarias.



Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

3.3.5 Implementação e controle

Com todos as etapas anteriores estruturadas, foi o momento da implementação do que foi discutido e criado. O novo fluxograma de informações foi colocado em práticas, e um banco de dados de tempos de paradas, motivo da parada e solução encontrada foi feito, assim, sempre que houver uma falha em um Centro de Coleta que já foi solucionada por outro pode ser executada, diminuindo o tempo de parada.

Foi criado também um banco de dados com controle de estoque e comprado peças sobressalentes em quantidade pelos melhores orçamentos obtidos no mercado nacional, para se obter ainda mais otimização de gastos, conforme ilustrado na Figura 10. Com peças sobressalentes em mãos, as paradas para troca de peça começaram a ser mais rápidas e eficientes, já que antigamente as peças eram compradas no mercado da região em poucas unidades e apenas para solucionar a falha no momento.

Figura 10 - Parte do banco de dados de estoque criado.

					ESTOQUE MÍNIMO	JULHO	
Tipo	COD. FABRICANTE	CÓDIGO CP	DESCRIÇÃO	Função	25/11/2018	ENTR	SAI
Elétrico	3RU1146-4JB0	5-050985	RELAY THERMAL OVERLOAD SIEMENS		2	2	1
Elétrico	3RT1044-1AK60	5-050974	CONTACTOR		3	3	1
Elétrico	3RT1023-1AK60	5-049836	CONTACTOR SIEMENS		4	4	
Elétrico	PKZM 0-4	5-046306	SWCH MANUAL EATON		5	5	
Hidráulico	RE418-10	5-035491	FILTER DC3600 PWR UNT (GRANDE)	Filtro Grande de Retorno	4	4	
Elétrico	4699100	5-034436	Sensor de Proximidade TURCK		1	1	
Mecânico		5-032654 + 4-401032 + 4-401033 + 4-401034	Pistão Horizontal		1		
Hidráulico		5-031917	Kit de Vedação Pistão Vertical		4		
Hidráulico		5-031267	Kit de Vedação Pistão Horizontal		4		
Hidráulico	96101-BB2-SPCL-Z13	5-03114	PRESSOSTATO barksdale		4	4	2
Elétrico	SM91RQD	5-030074	PHOTO EYE RECEIVER BANNER	Olho fotoelétrico do Silo interno à prensa	1	1	1
Elétrico	SMA91EQD	5-030066	PHOTO EYE EMITTER BANNER	Olho fotoelétrico do Silo interno à prensa	3	3	1
Elétrico	D3-16TA-2	5-030058	CARD INPUT AUTOMATION DIRECT		1	1	
Elétrico		5-027103	VT PARADA DE EMERGENCIA DISC P3-100/V/S	Interruptor de parada de emergência	1	1	
Elétrico		5-025410	ROLLER LEVER allen bradley ϕ3"	Ajustador do Sensor de Proximidade do Pistão Principal	1	1	
Elétrico	802T-AP	5-025402	INTERRUPT LIMIT SWITCH	Interruptor de aproximação do pistão principal da Prensa	2	2	1
Hidráulico	CV2-20-P-0-5-1108	5-022519	VÁLVULA SOLENÓIDE		2	2	
Hidráulico		5-021717	Kit de vedação MANIFOLD	Kit de Selamento para a Válvula DPS SK2-20-3S			
Hidráulico	SV1-10-C-0-00	5-021687	VÁLVULA SOLENÓIDE		3	3	
Hidráulico	SV5-16-C-0-00	5-020508	VÁLVULA SOLENÓIDE		6	6	
Hidráulico	SV3-16-0-0-00	5-020486	VÁLVULA SOLENÓIDE		6	6	
Hidráulico		5-020427	Kit de Vedação Pistão Porta		4		

Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

Após isso, um calendário de preventivas em cada Centro de Coleta foi proposto, para que os planejamentos das manutenções dos Centros de Coleta acontecessem quando fosse oportuno e não resultasse em perdas por paradas de máquinas. Foram feitos os planejamentos dos nove Centros de Coleta, a figura 11 ilustra parte da programação feita.

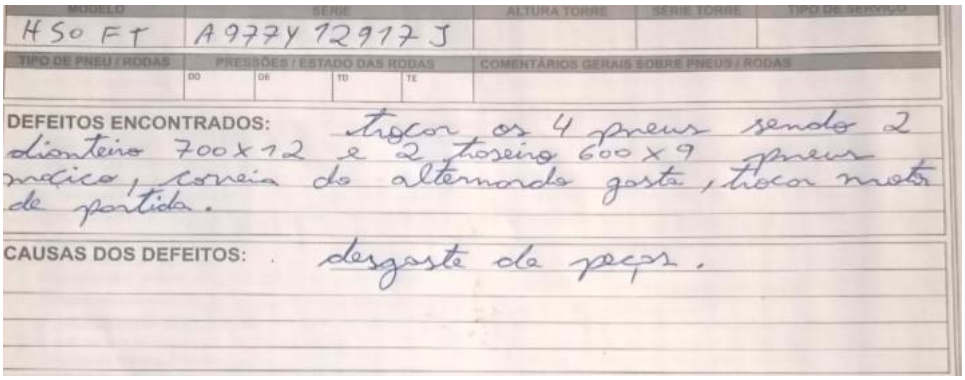
Figura 11 - Parte da programação das preventivas dos Centros de Coleta.

São Paulo		Pinda	
Preventiva	**Previsão**	**Preventiva**	**Previsão**
Empilhadeira (5250h)	18-set-18	Empilhadeira (3500h)	22-out-18
Maquinário	30-out-18	Maquinário	7-nov-18
Empilhadeira (5500h)	1-dez-18	Empilhadeira (3750h)	5-jan-19
Maquinário	29-dez-18	Maquinário	11-jan-19
Empilhadeira (5750h)	15-fev-19	Empilhadeira (4000h)	21-mar-19
Maquinário	28-fev-19	Maquinário	1-abr-19
Empilhadeira (6000h)	1-mai-19	Empilhadeira (4250h)	4-jun-19
Maquinário	30-jun-19	Maquinário	10-jun-19
Empilhadeira (6250h)	15-jul-19	Empilhadeira (4500h)	18-ago-19
Maquinário	30-ago-19	Maquinário	30-ago-19
Empilhadeira (6500h)	1-out-19	Maquinário	30-out-19
Maquinário	30-out-19	Empilhadeira (4750h)	1-nov-19
Empilhadeira (6750h)	15-dez-19	Empilhadeira (5000h)	15-jan-20
Empilhadeira (7000h)	1-mar-20	Empilhadeira (5250h)	30-mar-20
Empilhadeira (7250h)	15-mai-20	Empilhadeira (5500h)	13-jun-20
Sertãozinho		**Campinas**	
Preventiva	**Previsão**	**Preventiva**	**Previsão**
Empilhadeira (4750h)	25-set-18	Empilhadeira (4000h)	24-out-18
Maquinário	9-nov-18	Maquinário	20-nov-18
Maquinário	8-jan-19	Maquinário	19-jan-19
Empilhadeira (5250h)	22-fev-19	Empilhadeira (4500h)	21-fev-19
Maquinário	9-mar-19	Maquinário	20-mar-19
Maquinário	8-mai-19	Maquinário	19-mai-19
Empilhadeira (5750h)	22-jul-19	Empilhadeira (5000h)	21-jun-19
Maquinário	7-jul-19	Maquinário	18-jul-19
Maquinário	5-set-19	Maquinário	20-ago-19
Empilhadeira (6250h)	19-dez-19	Empilhadeira (5500h)	19-out-19

Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

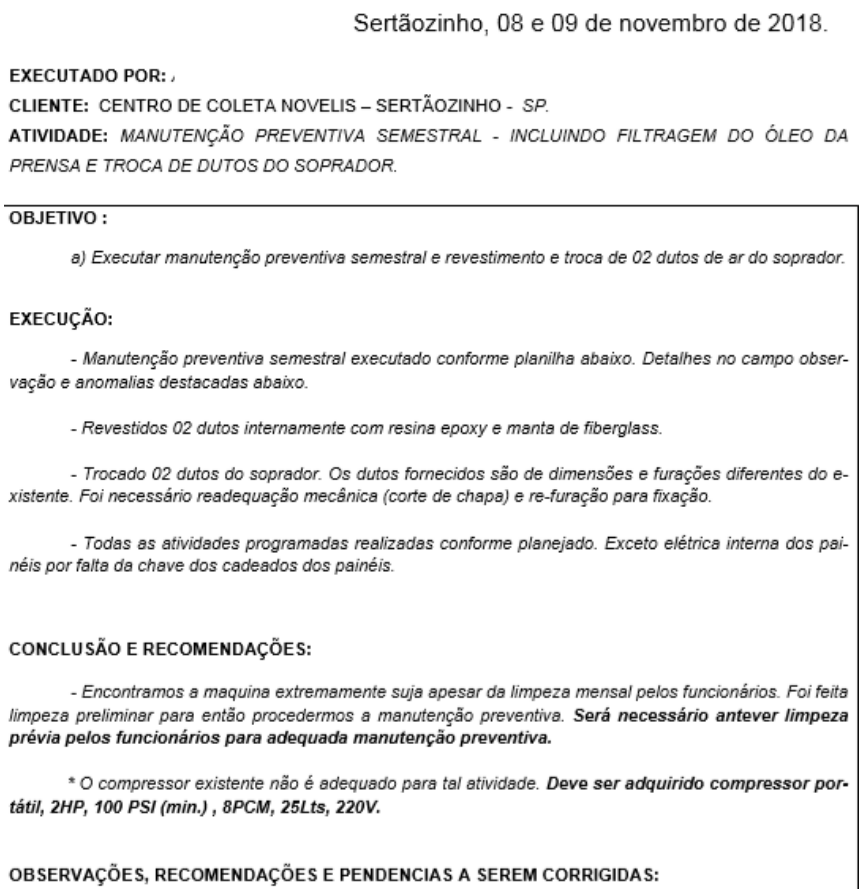
Após cada serviço realizado em corretiva ou preventiva, foi acordado com os prestadores de serviço contratados, que um relatório deveria ser enviado em até uma semana após o serviço. Nesse relatório deve estar contido com imagens todas as atividades realizadas e indicações para a próxima preventiva a ser realizada, facilitando assim o controle e detecção de anomalias. Como exemplo um relatório de preventiva de empilhadeira é ilustrado na Figura 12 e um de preventivas de maquinário é ilustrado na Figura 13.

Figura 12 - Relatório Manual de um prestador de serviços de empilhadeiras.



Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

Figura 13 - Relatório de um prestador de serviços de maquinário.



Sertãozinho, 08 e 09 de novembro de 2018.

EXECUTADO POR: ,
CLIENTE: CENTRO DE COLETA NOVELIS – SERTÃOZINHO - *SP.*
ATIVIDADE: *MANUTENÇÃO PREVENTIVA SEMESTRAL - INCLUINDO FILTRAGEM DO ÓLEO DA PRENSA E TROCA DE DUTOS DO SOPRADOR.*

OBJETIVO :

a) Executar manutenção preventiva semestral e revestimento e troca de 02 dutos de ar do soprador.

EXECUÇÃO:

- Manutenção preventiva semestral executado conforme planilha abaixo. Detalhes no campo observação e anomalias destacadas abaixo.

- Revestidos 02 dutos internamente com resina epoxy e manta de fiberglass.

- Trocado 02 dutos do soprador. Os dutos fornecidos são de dimensões e furações diferentes do existente. Foi necessário readequação mecânica (corte de chapa) e re-furação para fixação.

- Todas as atividades programadas realizadas conforme planejado. Exceto elétrica interna dos painéis por falta da chave dos cadeados dos painéis.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES:

- Encontramos a maquina extremamente suja apesar da limpeza mensal pelos funcionários. Foi feita limpeza preliminar para então procedermos a manutenção preventiva. ***Será necessário antever limpeza prévia pelos funcionários para adequada manutenção preventiva.***

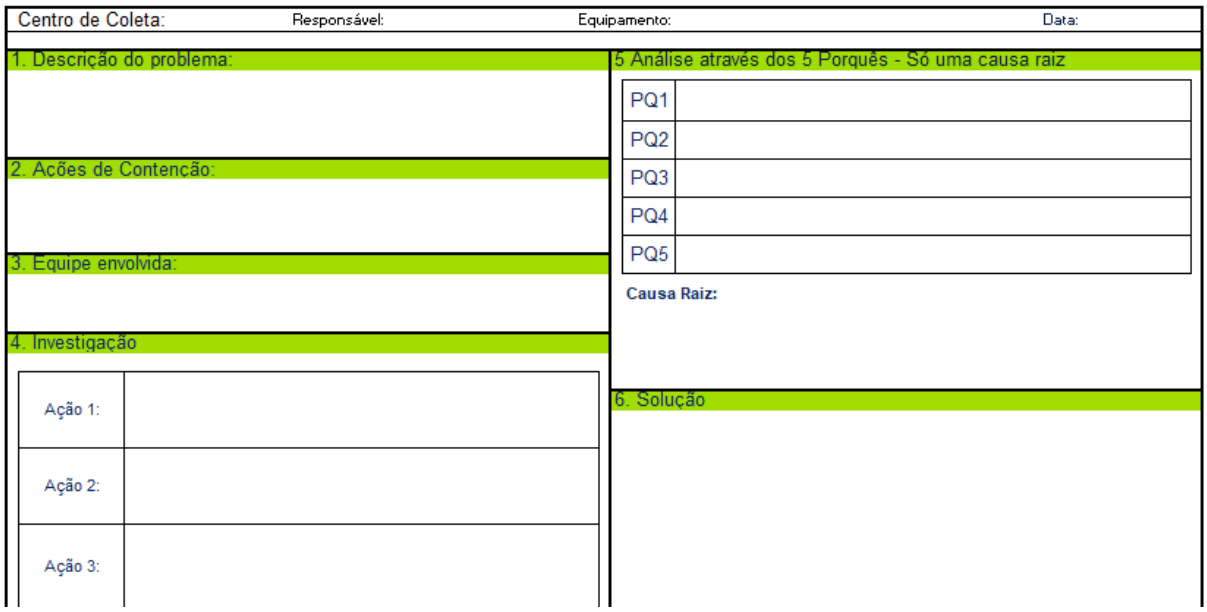
** O compressor existente não é adequado para tal atividade.* ***Deve ser adquirido compressor portátil, 2HP, 100 PSI (min.) , 8PCM, 25Lts, 220V.***

OBSERVAÇÕES, RECOMENDAÇÕES E PENDENCIAS A SEREM CORRIGIDAS:

Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

Para falhas que parassem a produção por mais de oito horas (Dia de turno), uma investigação é acionada para ser trabalhada pelos prestadores de serviço em conjunto com o responsável de manutenção. A análise de falha foi baseada no método dos cinco porquês, para encontrar a raiz da falha e qual pode a melhoria técnica que pode eliminar a frequência dessa falha futuramente, como mostrado na Figura 14.

Figura 14 - Ficha de análise de falha.



Fonte: Produção do próprio Autor (2018).

3.3.6 Criação de metas futuras por indicadores

Essa etapa do projeto não foi concluída, porém um painel de dados na plataforma POWER BI foi criado para acompanhar mês a mês o desempenho das manutenções dos Centros de Coleta para os fatores de tempo de parada médio, tempo entre paradas por máquina e custos alocados, como mostrado na Figura 15. Esse painel de dados obtém informações de uma planilha que é preenchida pelo responsável de manutenção dos Centros de Coleta, onde é informado pelos operadores pelos tempos de parada e dos motivos de parada.

Figura 15 - Fonte de dados do painel de dados.

Máquina	Local	MOTIVO	Manutenção	o de Parada-Produção	Cotação/ Direl
Soprador	Recife	Reparo Mecanico - CC Recife	CORRETIVA	3,00	R$ 2.600,00
Soprador	Pinda	SUBSTITUIÇÃO TR-6004 SOPRADOR - CC PINDA	PREVENTIVA	0,00	R$ 4.085,00
Empilhadeira	Pinda	RECUPERAÇÃO DO EMPURRADOR DE LATAS - CC PINDA	PREVENTIVA	0,00	R$ 1.084,85
Soprador	Recife	Reparo Mecanico - CC Recife	CORRETIVA	2,00	R$ 500,00
Prensa	Salvador	Serviço de Manutenção_ Prensa CC Salvador	CORRETIVA	5,00	R$ 3.500,00
Empilhadeira	São Paulo	Manutenção corretiva da empilhadeira do CC SP	CORRETIVA	2,00	R$ 1.600,00
Empilhadeira	São Paulo	Manutenção corretiva da empilhadeira do CC SP	CORRETIVA	2,00	R$ 660,00

Fonte: Produção do próprio Autor.

As metas para a conclusão do ano como um todo, é a redução dos custos de manutenção e tempos de paradas em 20% e execução de 90% das preventivas agendadas. Esses dados foram pré-acordados com os gestores da área.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao iniciar o projeto não se havia nenhum controle sobre manutenção, a cada etapa concluída no trabalho, resultados palpáveis eram obtidos.

Primeiramente, a primeira etapa do trabalho de levantamento de dados, onde foram obtidos dados passados e informações sobre as máquinas, o simples entendimento de como as máquinas funcionam e esse panorama dado aos operadores e coordenadores dos Centros de Coleta, tornaram possíveis que pequenos problemas fossem solucionados mais rapidamente, principalmente ao se conseguir o Manual da Prensa Hidráulica, já que a mesma possui um CLP programável, que mostrava um código em seu visor no painel de energia, onde antigamente não se sabia o significado mas agora seria possível identificar o código no manual, o mesmo acontece na empilhadeira, onde existe uma lista de códigos de falhas indicando por exemplo, quando o motor estava superaquecido ou a bateria, motor de partida ou alternador estavam falhando. As próprias máquinas davam indícios de anomalias aos operadores, porém eles não tinham a base necessária para entender e solicitar por ajuda.

Além disso, ao saberem como a verba dos Centros de Coleta estavam sendo alocadas na parte de manutenção, os coordenadores ficaram insatisfeitos e desejosos por ter manutenções preventivas, porque além da perda com gastos de manutenção corretiva o tempo de parada os afetava na entrega de material para a sede principal da fábrica.

Na segunda etapa do trabalho, a criação do plano de manutenção, foi o principal para o sucesso de todo o projeto, onde foi criado o plano para verificação do estado dos equipamentos antes de uma intervenção na produção, e agora podendo ser planejada e agendada para o melhor momento possível para os Centros de Coleta, diminuindo as falhas corretivas consideravelmente. Nesse plano preventivo foram atacados os principais problemas encontrados no histórico dos Centros de Coleta, em uma base geral, em um período de três meses de funcionamento do projeto, as corretivas diminuíram 20%, porém, pela teoria sabemos que o maior resultado virá a longo prazo, quando todas as avarias das máquinas forem apresentadas e solucionadas. O MTBF médio dos Centros de Coleta de 7 dias aumentou para 11 dias. Nessa etapa, também se implementou o *checklist* de limpeza e inspeção dos operadores, colocando-os em maior contato com o maquinário e trabalhando com mais conhecimento técnico, para isso foi necessário a criação de uma apresentação em Microsoft POWERPOINT™ para os operadores e um material didático simples e prático, para facilitar o entendimento.

Na terceira etapa do projeto, foram orçados com prestadores de serviços o custo do plano preventivo aplicado durante um ano e também peças sobressalentes para serem compradas em quantidade para rápida substituição e trocas em casos de corretivas. Os valores obtidos com mão de obra foram cerca de 40% dos valores gastos no ano de 2017 dos Centros de Coleta, então, mesmo que hajam corretivas de início até corrigir todos as anomalias que já vem sendo apresentadas, provavelmente ocorrerá uma economia de dinheiro que se tornara cada vez mais expressiva com o tempo.

Na quarta etapa do projeto, gestão da manutenção, conseguiu-se velocidade para aprovação e resolução de falhas, para que a máquina volte a trabalhar o mais rapidamente possível, o que ao mesmo tempo gera um ganho financeiro, já que com menos paradas, mais produção de fardos e assim mais material chega na sede principal da fábrica.

Na quinta e última etapa, implementação e controle, todo o trabalho foi colocado em prática, todos os serviços foram agendados com os prestadores de serviço e para cada preventiva especificada, os materiais necessários deveriam ser alocados e após cada preventiva, com os relatórios gerados pelos prestadores de serviço e com os CHECKLISTs dos operadores e solicitações de serviços que os mesmos podem gerar para o responsável de manutenção gerou o controle quase total das avarias foi feito, impedindo-as de virarem falhas através de soluções rápidas e controladas na próxima preventiva útil.

5 CONCLUSÃO

Em comparação com o gasto estipulado pelos Centros de Coleta no ano de 2018, se apenas o gasto com o plano preventivo for o necessário para controle da manutenção, uma economia de 66% seria obtida. No período de três meses, uma economia de 33% foi obtida em relação ao ano anterior. O novo banco de dados gerados com os tempos entre falhas, disponibilidade dos equipamentos, tempos de paradas de manutenções, controle do número de preventivas e de corretivas durante o ano, comparações dos materiais sobressalentes comprados anteriormente e atualmente, relatórios de cada preventiva feita, histórico do que foi realizado em cada equipamento, solicitações de serviços pelos operadores e análises de falhas, trouxe ao Centro de Coleta um banco de dados para análises e controles de todos os parâmetros abrangentes a manutenção, o que não havia anteriormente ao trabalho apresentado.

Para empresas que trabalham com isso no dia a dia e não veem como pode ser útil e prático a implementação de preventivas em suas máquinas, pode haver desperdício de dinheiro e principalmente de tempo, seja com produção ou alocação de pessoas que não são responsáveis pela manutenção para solução da mesma. Pelo apresentado, o objetivo do trabalho foi alcançado e principalmente mostrou-se como um plano preventivo bem implementado e com uma metodologia desenvolvida podem gerar grandes resultados com o passar do tempo. Com esse trabalho também se apresentou aos operadores maior conhecimento técnico, pois o compartilhamento do conhecimento só tende a gerar bons resultados.

Apresentou-se também como conhecimentos de engenharia podem ser uteis para empresas, abordando assuntos pertinentes aos tipos de manutenção e com um estudo estruturado das máquinas e parâmetros envolvidos. Fica claro que, quanto maior se entende sobre o meio produtivo de uma fábrica alvo, e com o levantamento de dados referentes aos equipamentos, é possível obter ganhos por meios de conhecimentos técnicos e científicos.

Por fim, provou-se que a manutenção preventiva é capaz de prever falhas nos equipamentos e assim substituir aos poucos a manutenção corretiva, gerando melhor planejamento, programação e controle sobre todo o meio produtivo e maior vida útil aos equipamentos.

REFERÊNCIAS

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza. **Pesquisa Operacional**, v. 25, n. 2, p. 279-296, mai-ago, 2005.

HYSTER, **Empilhadeiras a combustão.** Disponível em: https://www.hyster.com/brasil/ptbr/products/H40-70FT. Acesso em: 15 nov. 2018.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção:** função estratégica. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.

SELLITO, Miguel Afonso. Análise estratégica da manutenção de uma linha de fabricação metal-mecânica baseada em cálculos de confiabilidade de equipamentos. **Revista GEPROS**: Gestão da produção, operações e sistemas, ano 2, v.3, 2007. Disponível em: http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/157/142. Acesso em: 12 jun. 2018.

SEMAGRO. **Diversificação econômica.** Disponível em: http://www.semagro.ms.gov.br/ja-em-operacaona-capital-centro-de-coleta-de-latas-de-aluminio-abastece-industria-em-paranaiba/. Acesso em: 29 nov. 2018.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e gerência da manutenção:** planejamento, programação e controle da manutenção. 3 ed. revisada. São Paulo: All Print, 2009.

TOAZZA, Guilherme Francez; SELLITO, Miguel Afonso. Estratégia de manutenção preditiva no departamento gráfico de uma empresa do ramo fumageiro. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 3, 2015. Disponível em: http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1623/1298. Acesso em: 12 jun. 2018.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **Planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2006. 167 p.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção preventiva**. 2. ed. Belo Horizonte: Falconi, 2014.

ZEN, Milton Augusto Galvão. **Indicadores de manutenção**. Disponível em: https://www.magzen.com.br/single-post/2016/08/25/Indicadores-de-Manutenção. Acesso em: 25 nov. 2018.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **Documento nacional de manutenção**: a situação da manutenção no Brasil. Curitiba, 2011.

EDMINISTER, J. A. **Circuitos elétricos**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

FALCONI, V. **Controle da qualidade total.** 9. ed. Belo Horizonte: Falconi, 2014.

MARQUES, Ramiro Queirolo; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Criação de um plano de manutenção para o equipamento torno descascadeira utilizando conceitos de manutenção centrada em confiabilidade (MCC) e manutenção produtiva total (MPT).** 2012. Disponível em: http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65664/000858032.pdf?sequence=1. Acesso em: 12 jun. 2018.

NORTON, R L **Projeto de máquinas**: uma abordagem integrada. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PAHL, G; BEITZ, W; FELDHUSEN, J; GROTE, K. **Projeto na engenharia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

APÊNDICE A – PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVO – MÁQUINAS

MANUTENÇÃO PREVENTIVA - MAQUINÁRIO CENTRO DE COLETA

Preventivas:	Periodicidade (Meses):					
	2	4	6	8	10	12
Prensa:						
1. Limpeza Radiador Externa	x	x	x	x	x	
2. Limpeza Radiador Interna						x
3. Revisar Sensores da Prensa e PLC e Painel elétrico			x			x
4. Lubrificar porta de compressão	x	x	x	x	x	x
5. Revisar Válvulas Solenoides e Mangueiras	x	x	x	x	x	x
6. Inspecionar e se necessário lubrificar mancais	x	x	x	x	x	x
7. Abrir conjunto de compactação e analisar condições gerais das chapas de desgaste	x	x	x	x	x	x
8. Limpeza do Reservatório de óleo, filtragem do óleo e verificação da bomba interna.						x
9. Desmontagem completa e troca de reparos do cilindro do martelo.						x
Correia Transportadora da Prensa						
1. Revisar e lubrificar eixo movido e motor	x	x	x	x	x	x
2. Verificar condições da esteira (Folgas de eixos, limpeza interior, verificar se existem danos ou folgas, alinhá-la e tracioná-la)	x	x	x	x	x	x
3. Verificar Redutor - acoplamento, sujeira, vibrações, retentores, balanceamento. Complementar óleo se necessário						x
Correia Transportadora da Moega						
1. Revisar e lubrificar eixo movido e motor	x	x	x	x	x	x
2. Verificar condições da esteira (Folgas de eixos, limpeza interior, verificar se existem danos ou folgas, alinhá-la e tracioná-la)	x	x	x	x	x	x
3. Verificar Redutor - acoplamento, sujeira, vibrações, retentores, balanceamento. Complementar óleo se necessário						x
Correia Transportadora de Escolha						
1. Revisar e lubrificar eixo movido e motor	x	x	x	x	x	x
2. Verificar condições da esteira (Folgas de eixos, limpeza interior, verificar se existem danos ou folgas, alinhá-la e tracioná-la)	x	x	x	x	x	x
3. Verificar Redutor - acoplamento, sujeira, vibrações, retentores, balanceamento. Complementar óleo se necessário						x
Soprador						
1. Verificar Motor - Fixação, sujeira, vibrações, acoplamento.						x
Peneira Vibratória						
1. Verificar Motor - Fixação, sujeira, acoplamento.						x
Desenfardadeira						
1. Lubrificação de Roletes guias	x	x	x	x	x	x
2. Abrir conjunto de compactação e analisar condições gerais do pistão, chapas de desgaste e vedações.			x			x

APÊNDICE B – PREVENTIVA DE EMPILHADEIRA DE 200H

1.	LAVAGEM DO EQUIPAMENTO	
2.	LUBRIFICAR CORRENTES DE ELEVAÇÃO	
3	LUBRIFICAR JUNTAS UNIVERSAIS	
4	LUBRIFICAR MANCAIS DA TORRE.	
5	LUBRIFICAR TERMINAIS DOS TIRANTES DA DIREÇÃO	
6	LUBRIFICAR TORRE, CARRO DE ELEVAÇÃO E DESLOCADOR LATERAL	
7	TROCAR ÓLEO E FILTRO DO MOTOR	
8	VERIFICA ÁGUA DA BATERIA	
9	VERIFICAR ACENTO E TRILHO	
10	VERIFICAR ALARME DE RÉ	
11	VERIFICAR ALTERNADOR	
12	VERIFICAR CORREIA DO ALTERNADOR	
13	VERIFICAR E REAPERTAR PORCAS E PARAFUSOS DOS MANCAIS	
14	VERIFICAR FARÓIS, PISCA, LUIZ DE RÉ E LUIZ DE FREIO	
15	VERIFICAR FILTRO DE AR	
16	VERIFICAR FREIO DE ESTACIONAMENTO	
17	VERIFICAR GIRO FLASH	
18	VERIFICAR INJETOR DO COMBUSTÍVEL	
19	VERIFICAR MARCHA LENTA	
20	VERIFICAR MOTOR DE PARTIDA	
21	VERIFICAR NÍVEL DE ÓLEO DA TRANSMISSÃO AUTOMATICA	
22	VERIFICAR NÍVEL DE ÓLEO DO DIFERENCIAL	
23	VERIFICAR NÍVEL DE ÓLEO HIDRÁULICO	
24	VERIFICAR PAINEL	
25	VERIFICAR PEDAIS DE FREIO E APROXIMAÇÃO	
26	VERIFICAR PNEU DIANTEIRO DIREITO EXTERNO	
27	VERIFICAR PNEU DIANTEIRO DIREITO INTERNO	
28	VERIFICAR PNEU DIANTEIRO ESQUERDO EXTERNO	
29	VERIFICAR PNEU DIANTEIRO ESQUERDO INTERNO	
30	VERIFICAR PNEU TRASEIRO DIREITO	
31	VERIFICAR PNEU TRASEIRO ESQUERDO	
32	VERIFICAR ROTAÇÃO GOVERNADA	
33	VERIFICAR SE HÁ FOLGA NO ROLAMENTO DE CUBO TRASEIRO	
34	VERIFICAR VAPORIZADOR	
35	VERIFICAR VENCIMENTO E CARGA DE EXTINTOR	

APÊNDICE C – PREVENTIVA DE EMPILHADEIRA 2000H

1	Lavagem do equipamento	
2	*Lubrificar Carro de elevação e deslocador lateral*	
3	*Lubrificar Correntes de elevação*	
4	*Lubrificar Juntas Universais*	
5	*Lubrificar Mancais da torre.*	
6	*Lubrificar pinos centrais do eixo traseiro e cilindro de inclinação*	
7	*Lubrificar rolamento das rodas de direção e de tração*	
8	*Lubrificar terminais dos tirantes da direção e da barra de direção.*	
9	*Torcar filtro da vaporização*	
10	*Trocar água do sistema de resfriamento*	
11	*Trocar correia dentada*	
12	*Trocar filtro de combustível*	
13	*Trocar filtro de óleo da transmissão automática se necessário*	
14	*Trocar filtro de óleo do sistema hidráulico*	
15	*Trocar óleo de redutor de velocidade e diferencial*	
16	*Trocar óleo de transmissão automática*	
17	*Trocar óleo de transmissão manual*	
18	*Trocar óleo e filtro do motor*	
19	*Trocar óleo hidráulico*	
20	*Trocar respiro do carter*	
21	*Trocar velas de ignição*	
22	*Verifica Água da Bateria*	
23	*Verificar Acento e Trilho*	
24	*Verificar Alarme de ré*	
25	*Verificar alternador*	
26	*Verificar correia do alternador*	
27	*Verificar e reapertar porcas e parafusos*	
28	*Verificar Faróis, pisca, Luiz de ré e Luiz de freio*	
29	*Verificar filtro de ar e trocar se necessário*	
30	*Verificar freios de operação e estacionamento*	
31	*Verificar Giro flex*	
32	*Verificar Injetor do Combustível*	
33	*Verificar marcha lenta*	
34	*Verificar Motor de Partida*	
35	*Verificar Painel*	
36	*Verificar pedais de freio e aproximação*	
37	*Verificar Pneu Dianteiro Direito Externo*	
38	*Verificar Pneu Dianteiro Direito Interno*	
39	*Verificar Pneu Dianteiro Esquerdo Externo*	
40	*Verificar Pneu Dianteiro Esquerdo Interno*	
41	*Verificar Pneu traseiro Direito*	
42	*Verificar Pneu Traseiro Esquerdo*	
43	*Verificar Rotação governada*	
44	*Verificar se há folga no rolamento de Cubo Traseiro*	
45	*Verificar válvula de PCV-Trocar se necessário*	
46	*Verificar Vaporizador*	
47	*Verificar vencimento e carga de extintor*	

APÊNDICE D – CHECKLIST OPERACIONAL

PREVENTIVA — JUNHO/ 2018

Serviço	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SE ENCONTRADA UMA AVARIA, COMUNICAR OPERADOR ESPECIALISTA	DIÁRIO																													
Prensa																														
Limpeza da Prensa																														
Inspeção botão de emergência																														
Inspeção de mangueiras																														
Limpeza da Esteira																														
Inspeção da Esteira																														
Inspeção de Mancais																														
Transportadora de Escolha																														
Inspeção de Mancais																														
Inspeção da Esteira																														
Inspeção do Redutor																														
Peneira Vibratória																														
Inspeção do Motor																														
Transportadora da Moega																														
Inspeção da Esteira																														
Inspeção do Redutor																														
	SEMANAL																													
Prensa																														
Inspeção óleo hidráulico																														
Inspeção de sensores fotoelétricos																														
Inspeção através da grade de segurança																														
Inspeção de fardos																														
Inspeção manometros																														
Silo																														
Limpeza das Grades																														
Limpeza da saída de resíduos																														
Soprador																														
Inspeção do Rotor																														
Inspeção da Tubulação																														
Transportadora de Escolha																														
Inspeção Grade de Proteção																														
Limpeza do Rolo magnético																														
Inspeção das conexões elétricas																														
Peneira Vibratória																														
Inspeção VibraStop e Alinhamento																														
Limpeza da Grade																														
Transportadora da Moega																														
Inspeção de Mancais																														
Limpeza do Rolo magnético																														
Inspeção das conexões elétricas																														
Moega																														
Inspeção da Moega																														
	MENSAL																													
Prensa																														
Inspeção do Radiador																														
Inspeção do Pistão																														