

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
APOLINE FERNANDES CORRÊA

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO CICLO PDCA NA MANUTENÇÃO DAS
MÁQUINAS EXTRUSORAS DE UMA EMPRESA DO RAMO DE ENCADERNAÇÃO**

Varginha
2018

APOLINE FERNANDES CORRÊA

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA FERRAMENTA PDCA NA MANUTENÇÃO DAS MÁQUINAS EXTRUSORAS DE UMA EMPRESA DO RAMO DE ENCADERNAÇÃO

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia mecânica no Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel sob orientação do Prof. Esp. Roger Antonio Rodrigues.

**Varginha
2018**

APOLINE FERNANDES CORRÊA

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA FERRAMENTA PDCA NA MANUTENÇÃO DAS MÁQUINAS EXTRUSORAS DE UMA EMPRESA DO RAMO DE ENCADERNAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS como pré-requisito para obtenção de grau de Engenheiro Mecânico pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: / /

Prof.

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho a todos que sempre me acompanharam e apoiaram, em especial aos meus pais Francisca e Adilson.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e paciência para chegar até aqui. Aos meus pais, Francisca e Adilson pelo apoio e amor incondicional. A todos professores que contribuíram para a minha formação, em especial ao meu orientador Prof. Roger e a Prof^a. Luciene. A todos meus amigos, familiares e colegas de curso que contribuíram para essa conquista.

“ A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original. ”

Albert Einstein

RESUMO

Este estudo de caso tem como objetivo propor uma melhoria na manutenção das máquinas extrusoras de uma empresa do ramo de encadernação através da ferramenta de melhoria continua PDCA. O uso da ferramenta tem a intenção de minimizar as manutenções corretivas dos equipamentos já que isso gera um tempo de parada de máquina e pessoas relativamente alto e com isso atrasa produção. As análises realizadas foram feitas através dos indicadores de tempo médio entre falhas e tempo médio entre reparo. Com esta proposta pode-se estabelecer um plano de ação para a manutenção da empresa, mantendo assim um controle de paradas de máquinas menor e com isso melhorar a produtividade.

Palavras-chave: Manutenção, Manutenção corretiva, PDCA.

ABSTRACT

This case study aims to propose an improvement in the maintenance of the extrusion machinery of a binding company through the PDCA continuous improvement tool. The use of the tool is intended to minimize the corrective maintenance of the equipment since this generates a relatively high downtime for people and machinery and thus delays production. The analyzes were performed through the indicators of mean time between failures and mean time between repair. With this proposal you can establish a plan of action for the maintenance of the company, thus maintaining a control of smaller machine stops and thereby improve productivity.

Key words: Maintenance, Corrective maintenance, PDCA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Evolução da manutenção	16
Figura 2: A importância da manutenção	17
Figura 3: Ciclo PDCA	25
Figura 4: Espirais plásticas	29
Figura 5: Espirais plásticas	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Aplicações dos recursos na manutenção	20
Tabela 02: Manutenção espiral janeiro 2018	30
Tabela 03: Manutenção espiral fevereiro 2018	31
Tabela 04: Manutenção espiral março 2018	31
Tabela 05: Manutenção espiral abril 2018	32
Tabela 06: Manutenção espiral maio 2018	32
Tabela 07: Manutenção espiral junho 2018	33
Tabela 08: Manutenção espiral julho 2018	33
Tabela 09: Manutenção espiral agosto 2018	34
Tabela 10: Método de solução através do PDCA	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PDCA – Plan, Do, Check, Act

MASP – Método de análise e solução de problemas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

TMEF – Tempo médio entre falhas

TMR – Tempo médio para reparo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 MANUTENÇÃO.....	15
2.1 Histórico da manutenção	15
2.2 Definição	16
2.3 Necessidades e objetivos da manutenção.....	16
2.4 Conceitos dos termos aplicados à manutenção.....	17
2.5 Tipos de manutenção.....	18
2.5.1 Manutenção corretiva.....	18
2.5.2 Manutenção preventiva.....	19
2.5.3 Manutenção preditiva.....	19
2.6 Indicadores de desempenho da manutenção.....	20
2.6.1 Taxa de avarias.....	21
2.6.2 TMEF - Tempo médio entre as falhas.....	21
2.6.3 TMR - Tempo médio para reparo.....	21
2.6.4 Disponibilidade do equipamento.....	21
3 FERRAMENTA DE MELHORIA CONTINUA	23
3.1 Ciclo PDCA	23
3.2 Fases PDCA.....	23
4 METODOLOGIA.....	26
4.1 Caracterização da empresa	26
4.2 Divisão de setores da empresa	26
4.2.1 Setor de capas.....	26
4.2.2 Setor de metalurgica.....	26
4.2.3 Setor de polaseal.	27
4.2.4 Setor de duplo anel	27
4.2.5 Setor de espiral.....	27
4.3 Extrusoras	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6 PROPOSTA ATRAVÉS DO PDCA	35
7 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade onde o mercado se encontra tão globalizado e a competitividade aumenta cada dia, cada vez mais se percebe a importância e a necessidade da utilização de uma ferramenta de qualidade dentro de uma empresa, seja voltada para otimização de processo, redução de custos, controle de qualidade ou segurança dos equipamentos, mas sempre buscando um caminho para melhoria fabril e de seus produtos. Sabe-se que toda organização que produz bens e serviços necessita da realização de manutenção em seus maquinários para poder garantir a qualidade de seu produto. A manutenção pode se referir a processos, ferramentas, equipamentos de todo tipo e quantidade. A importância desse procedimento é indiscutível do ponto de vista da organização e primordial na garantia da qualidade fornecido ao cliente. A manutenção se mostra hoje uma ferramenta estratégica no ambiente industrial, pois ela se destaca como um diferencial garantindo a produtividade e qualidade, possibilitando assim a inserção da empresa na competitividade com outras empresas do mesmo seguimento.

A justificativa dessa proposta se dá pela análise de coletas de dados feita em uma empresa, onde foi observado um alto número de ocorrência de manutenção corretiva nas máquinas, principalmente nas extrusoras, e um índice muito baixo de manutenção preventiva. Com os dados coletados tem-se uma relação de quantidade de horas paradas, quantidades de manutenções realizadas em cada máquina, qual manutenção foi realizada – corretiva ou preventiva, data, que peça foi trocada e quanto tempo levou para a troca ou conserto de peça que foi realizado. A importância dessa proposta se dá pelo fato da empresa não possuir plano de ação perante a essa situação e com o PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) será possível alcançar uma melhoria contínua no setor de manutenção, focando inicialmente nas onze extrusoras que ficam localizadas no setor de espiral, e como foi observado ao longo do estudo, são as máquinas que mais exigem manutenção pois estão sempre em funcionamento devido à grande demanda de pedidos do produto.

O objetivo desse trabalho é propor uma melhoria na manutenção das máquinas extrusoras através da ferramenta de qualidade PDCA, buscando uma diminuição na ocorrência de manutenções corretivas e terá como objetivo final apresentar um ciclo PDCA onde apresente os problemas, as causas e uma possível solução

A pesquisa realizada neste trabalho pode ser classificada em relação a natureza como aplicada, porque tem-se como finalidade gerar um projeto.

Quanto à metodologia, o trabalho faz-se pelo método descritivo e explicativo, e se justifica porque o método escolhido permite através das análises dos dados levantados e

juntamente com as pesquisas encontrar uma solução para a empresa. Enquanto procedimento, este trabalho realizar-se-á por meio de pesquisas bibliográficas juntamente com um estudo de caso.

O trabalho será dividido em seis seções onde: na primeira seção é abordado o conceito de manutenção, falando sobre sua história e importância, citando seu objetivo na indústria e suas divisões. Na segunda seção é definido o conceito do ciclo PDCA, na terceira seção fala-se sobre a metodologia usada no trabalho, na quarta seção é apresentado os resultados e discussão obtidos através da coleta de dados realizada na empresa e na sexta seção é feita a proposta do PDCA com um exemplo de ferramenta que sofre muita manutenção.

2 MANUTENÇÃO

2.1 Histórico da manutenção

Historicamente sabe-se que os primórdios da manutenção se deu na Europa no século XVI, com a Revolução Industrial e a Primeira Grande Guerra teve-se a necessidade de manutenção emergenciais. Já na Segunda Guerra já se tinha o conceito de disponibilidade e produtividade mais elaborado, o que se levou ou que se chama hoje em dia de manutenção preventiva e posteriormente aos outros tipos de manutenção (MORAES,2004)

Conforme citado por Moraes (2004), abaixo tem-se um contexto da evolução industrial em 3 gerações.

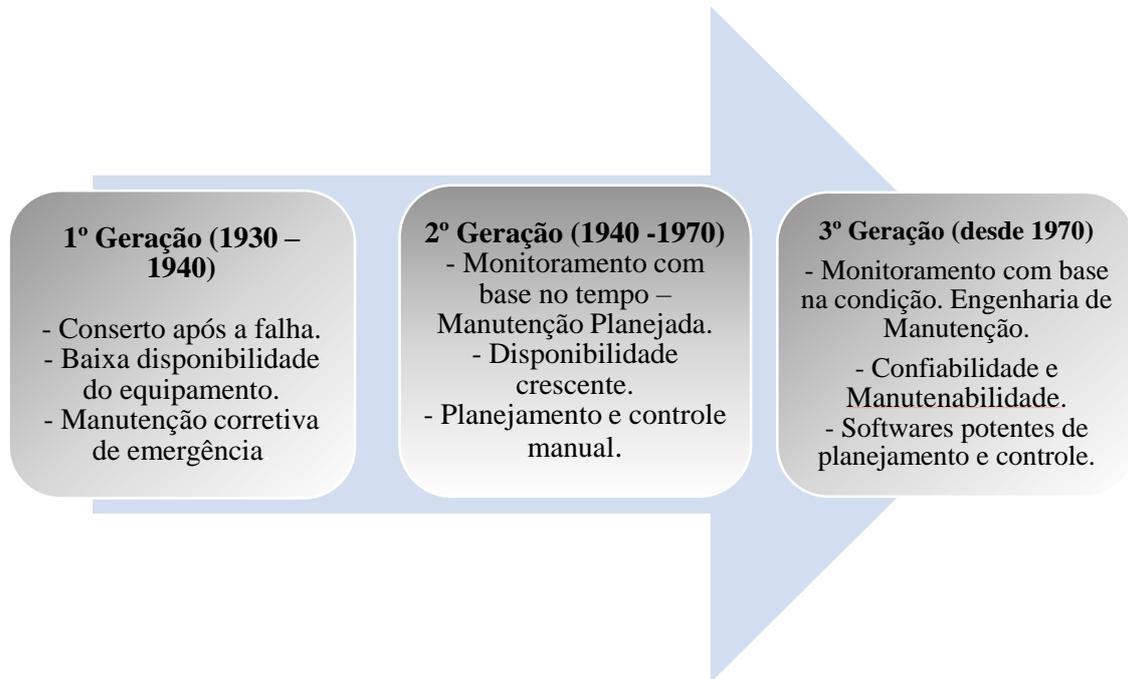
1º geração (1930 a 1940): definida pelo conserto após a falha, mais conhecida como manutenção emergencial;

2º geração (1940 a 1970): caracterizada pela disponibilidade crescente e maior vida útil dos equipamentos, pelas intervenções preventivas baseadas no tempo de uso após a última intervenção, pelo custo elevado de manutenção quando comparado aos benefícios, pelos sistemas manuais de planejamento e registro das tarefas e ocorrências de manutenção e posteriormente pelo início do uso de computadores grandes e lentos para execução dessas tarefas;

3º geração (Desde 1970): caracterizada pelo aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, pela melhoria na relação entre o custo e o benefício da manutenção, pelas intervenções nos equipamentos baseadas na análise da condição e no risco da falha, pela melhor qualidade dos produtos, pelo controle dos riscos para a segurança e saúde do trabalhador, pela preocupação com o meio ambiente, por computadores portáteis e rápidos com potentes softwares para intervenções e gerenciamento da manutenção, além do surgimento dos grupos de trabalho multidisciplinares.

A figura abaixo traz resumidamente as três gerações com suas principais características:

Figura 1- Evolução da Manutenção



Fonte: Adaptado de Moraes (2004)

Após vermos o que marcou as três gerações da manutenção, vamos entender um pouco sobre a definição.

2.2 Definição

A palavra manutenção é derivada do latim *manus tenere*, que tem o significado de “manter o que se tem”, possui diferentes significados para alguns órgãos certificadores e normalizadores, mas o foco é sempre mantido no bom funcionamento dos maquinários e ferramentas e principalmente no sistema produtivo (ALMEIDA,2014). A manutenção pode ser compreendida como um “conjunto de cuidados e procedimentos técnicos que são necessários para um bom funcionamento e também reparos de máquinas, equipamentos, peças, moldes e ferramentas. ” (ALMEIDA, 2014, p. 15)

Conforme Kardec e Nascif (2009), a manutenção vem com o objetivo de garantir a disposição do funcionamento dos equipamentos da empresa, para que eles possam atender a demanda de produção ou serviço de maneira segura e confiável, garantindo a qualidade do produto durante o maior prazo possível.

2.3 Necessidades e Objetivos da Manutenção

Todo equipamento que fica em operação sofre um processo de deterioração, que dependendo da matéria prima ou de como é executado esse processo de falha pode vir a ser mais rápido ou não, e com isso a necessidade de uma troca de ferramenta, lubrificação ou conserto, ou seja, a máquina necessita de uma manutenção. Medidas de manutenção são tomadas para prevenir que ocorram falhas no maquinário durante o período de trabalho e que venham ocasionar prejuízo de qualidade e desempenho do processo de produção (CONTURATO,2017).

A figura 2 demonstra a importância da manutenção.

Figura 2 - A Importância da Manutenção



Fonte: Adaptado Conturato (2017)

Serão abordados a seguir alguns conceitos sobre termos usados na manutenção que são bastante importantes para o nosso entendimento sobre o assunto.

2.4 Conceitos dos Termos Aplicados à Manutenção

“A manutenção é uma função realizada normalmente em circunstâncias de adversas e de estresse, tendo como seu principal objetivo restaurar no menor tempo possível o estado de disponibilidade exigido do equipamento.” (ALMEIDA, 2014, p. 18)

Os termos a seguir se fazem necessários para o entendimento da manutenção, conforme NBR 5462 (ABNT, 1994) temos as seguintes interpretações.

- a) **Manutenabilidade:** 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;
- b) **Confiabilidade:** capacidade de um item realizar de forma satisfatória a função requerida sob condições específicas durante um dado intervalo de tempo;
- c) **Disponibilidade:** 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, manutenabilidade e suporte de manutenção, para garantir que o equipamento estará disponível para desempenhar sua função no processo produtivo;
- d) **Tempo de reparo:** refere-se a parte do tempo de manutenção corretiva durante a qual são executadas as ações de reparo de um item;
- e) **Revisão:** é a inspeção completa e restauração de uma peça ou item do equipamento para um nível aceitável a um tempo de durabilidade ou limite de utilização;
- f) **Qualidade:** capacidade de se produzir um item, função ou processo em que satisfaz a exigência do cliente ou usuário;
- g) **Inspeção:** é a observação qualitativa do desempenho de um item ou condição.

Com o passar dos anos a administração de manutenção teve um desenvolvimento em relação aos tipos de manutenção que pudessem atender a cada necessidade industrial (ALMEIDA,2014). Surgiu assim os tipos de manutenção.

2.5 Tipos de Manutenção

Conforme Conterato (2017) apud 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. ” Desse modo, as principais práticas de manutenção são: manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção detectiva

2.5.1 Manutenção Corretiva

Segundo Almeida (2014) é o procedimento de execução imediato para quando a máquina ou equipamento para, ou seja, a manutenção é feita somente após a máquina apresentar um defeito. A equipe de manutenção tem de agir imediatamente para reestabelecer o funcionamento do equipamento (o mais rápido possível) para evitar maiores prejuízos causados devida a essa parada imprevista. Existem dois tipos de manutenção corretiva: a planejada e a não planejada ou emergencial. Conforme o nome a manutenção emergencial acontece por falha ou quebra do equipamento, o que impossibilita o uso do equipamento e trazendo consequentemente 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 (CONTURATO,2017).

2.5.2 Manutenção Preventiva

É a manutenção efetuada em intervalos predeterminados ou com critérios prescritos afim de reduzir a probabilidade de falha de funcionamento de um item, porém mantendo o equipamento e a linha de produção de forma que não haja prejuízos ou atrasos. A manutenção preventiva é classificada de duas formas: preventiva sistemática e preventiva não-sistemática. A manutenção preventiva sistemática é realizada em intervalos predefinidos levando em conta o conhecimento da resistência à fadiga dos equipamentos ou seguindo as normas indicadas pelo fabricante e a manutenção preventiva não sistemática não segue um padrão regular de tempo, a manutenção varia em função do desempenho do equipamento (CONTURATO,2017. SELEME,2015).

2.5.3 Manutenção Preditiva

Essa manutenção se baseia na análise de suas condições, através de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e a manutenção corretiva, ela permite a operação ininterrupta do equipamento durante o maior tempo possível, é uma manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, entretanto essa manutenção pode não ter um custo benéfico bom, já que dependendo da localização do equipamento na linha de produção, o acompanhamento pode custar mais do que eventuais falhas (CONTURATO, 2017. SELEME,2015).

Seguindo esse contexto a tabela 1 abaixo nos mostra a aplicação dos tipos de manutenção no Brasil.

Tabela 01 - Aplicação dos Recursos na Manutenção (%)

Ano	Manutenção			
	Corretiva	Preventiva	Preditiva	Outros
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 (Abaman,2013)

Após vermos os tipos de manutenção, se faz necessário falar sobre os tipos de indicadores existentes na manutenção.

2.6 INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO

Indicadores de desempenho na manutenção são informações que tomamos como base para uma referência padrão de comparação, na qual quanto maior for a qualidade dos indicadores, maior é o conhecimento da real situação dos equipamentos que estão sendo analisados (CONTURATO,2017).

“Estes indicadores são auxiliares da decisão, a qual consiste em orientar, propor, planejar, diagnosticar, corrigir ou até melhorar.” (Faria, 2013 p. 16).

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

- a) Taxa de avarias;
- b) Tempo médio entre falhas (TMEF);
- c) Tempo médio para reparo (TMR);
- d) Disponibilidade do equipamento;
- e) Custos diretos e indiretos da manutenção;
- f) Distribuição de atividades por tipo de manutenção;
- g) Confiabilidade.

Mas conforme Faria (2003) explica, segundo norma os mais utilizados na manutenção são:

- a) Taxa de avarias;
- b) Tempo médio entre falhas (TMEF);
- c) Tempo médio para reparo (TMR);
- d) Disponibilidade do equipamento.

2.6.1 Taxa de avarias

A taxa de avarias, ou falha tem como definição o número de falhas por unidade de utilização (falhas/horas trabalhadas).

Formula que possibilita calcular a taxa de avaria:

$$\lambda = \frac{\text{Número de Avarias}}{\text{Tempo Total de Funcionamento}}$$

(1)

Onde:

λ : taxa de avaria

2.6.2 TMEF – Tempo médio entre as falhas

O tempo médio entre as falhas representa a diferença de tempo que teve entre uma falha e outra, ou seja, ele exprime o tempo médio de bom funcionamento da máquina antes que ocorra a próxima falha (FARIA,2003).

2.6.3 TMR – Tempo médio para reparo

O tempo médio para reparo representa o tempo médio que é gasto para consertar uma falha. Neste tempo é considerado o tempo que o responsável pela manutenção gastou para o reparo da máquina até que ela estivesse em condições de bom funcionamento (FARIA, 2003).

2.6.4 Disponibilidade do equipamento

Define o tempo em que o equipamento fica disponível para funcionamento, essa disponibilidade é dependente de outros fatores como:

- a) Número de falhas;
- b) Velocidade em que as falhas foram reparadas;
- c) Qual tipo de manutenção utilizada;
- d) Quantidade dos meios à disposição;
- e) Sua interdependência.

A manutenção deve obter uma melhora contínua através de análise de dados, ações corretivas e preventivas, para isso é implementado uma ferramenta de melhoria continua na empresa para que isso seja possível.

3 FERRAMENTA DE MELHORIA CONTINUA

3.1 Ciclo PDCA

A ferramenta de melhoria contínua implementada na empresa é ciclo PDCA (Plan, Do, Check e Act). É uma forma de gerenciamento que reflete uma melhoria continua com base em suas quatro fases e tem o objetivo de alcançar bons resultados mantendo a qualidade (FARIA,2003)

Criado na década de 20 por Walter A. Shewart, mas implementado por um estatístico e consultor norte-americano que foi consagrado com um dos gurus da qualidade, Willian Edward Deming na década de 50, o ciclo PDCA tem como objetivo promover melhorias no processo (QUINQUIOLO, 2002)

Segundo Marshall Junior (2011) uma das aplicabilidades mais frequentes do ciclo PDCA é na análise e resolução de problemas, permitindo assim um controle de qualidade total da empresa, mas para que essa padronização se torne continua o método tem que ser dominado por todos os membros que participam da organização. O ciclo é estendido em etapas ou passos, também conhecido como método de análise e solução de problemas (MASP).

Para que haja uma melhora constante na organização e uma padronização com melhoramento frequente, os quatro passos devem ser seguidos de forma continua e sem interrupções (MARSHALL JUNIOR, 2011).

Como foi falado o ciclo PDCA é dividido em quatros fases e veremos como elas são divididas na próxima seção.

3.2 Fases PDCA

Quando se segue o clico PDCA consegue se obter uma antecipação nos processos. Essa antecipação se dá pelo cumprimento aos padrões, e quando a melhoria é alcançada, adota-se o método planejado, padronizando-o, caso contrário, volta-se ao padrão anterior e recomeça-se a girar o PDCA (MARSHALL JUNIOR, 2011).

De acordo com Falconi (2004) e Marsahall Junior (2011) as fases do ciclo PDCA se dividem em:

1º Fase – *Plan (planejamento)*. Fase em que são identificados os problemas, faz- se um reconhecimento das características dos problemas e a descoberta das causas principais,

um levantamento de seu histórico e a frequência de ocorrência, são estabelecidos os objetivos e as metas para que se possa desenvolver os métodos, procedimentos e padrões para se colocar em prática.

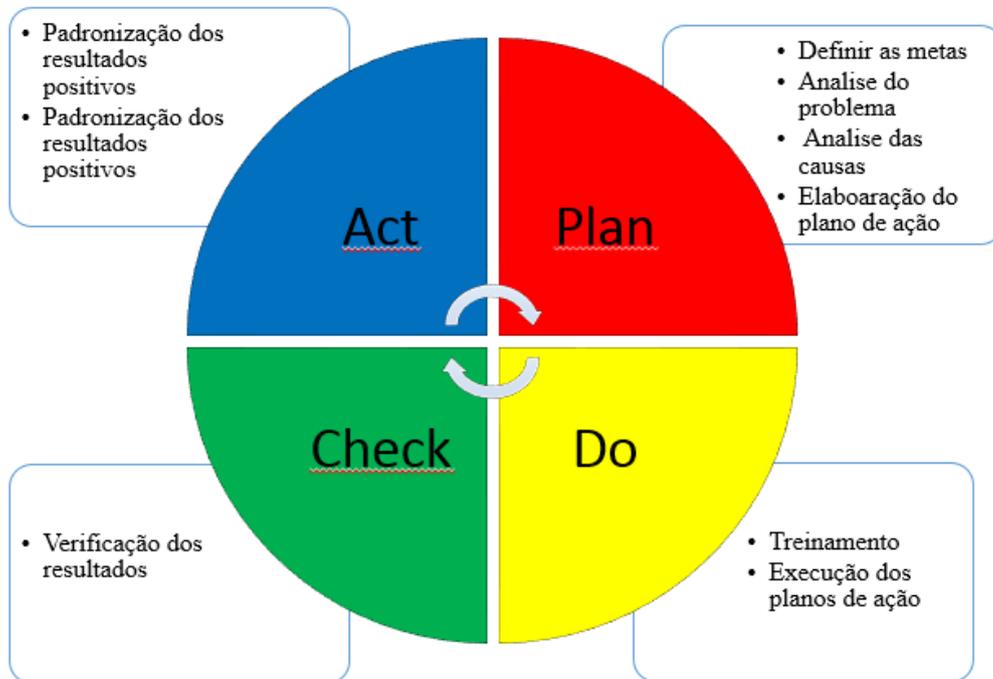
2º Fase – *Do (Executar)*. Fase em que é implementado o planejamento. É feito um treinamento do pessoal envolvida para que seja feita a realização dos métodos desenvolvidos na fase do planejamento, caso o pessoal que esteja participando da execução estiver presente na fase de planejamento, geralmente não é necessário um treinamento. Durante a execução deve-se coletar os dados que serão utilizados na fase de verificação.

3º Fase – *Check (verificação)*. Fase em que é verificado a efetividade do que se foi planejado. Nessa fase normalmente usa ferramentas de controle e acompanhamento, como o histograma, cartas de controle, folhas de verificação, etc. Importante lembrar que todos os dados comparados devem vir baseados de fatos e dados, jamais fazer comparações com dados vindos de suposição ou palpites.

4º Fase - *Act (agir corretivamente)*. Nessa fase, caso não se tenha obtido um resultado positivo, deve-se buscar as causas fundamentais para se prevenir de que os resultados indesejados aconteçam novamente. Agora caso o resultado seja positivo adota-se como padrão o que foi planejado para eliminação definitiva das causas para um trabalho futuro.

A figura abaixo nos mostra sucintamente o ciclo PDCA.

Figura 3 – Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado Marshall Junior (2011).

Após vermos os significados de manutenção e suas variantes, e com é o funcionamento do ciclo PDCA, apresentamos a proposta do ciclo na empresa para a melhoria da manutenção no setor de espiral nas máquinas extrusoras.

4 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho visa propor uma ferramenta de qualidade para obter uma melhoria no processo de manutenção das máquinas presentes na empresa. O estudo inicialmente é para as máquinas extrusoras, vindo mais tarde ser aplicado em todas as outras máquinas, para melhores resultados de desempenho de qualidade e produção.

4.1 Caracterização da empresa

A empresa em estudo é pioneira no ramo de materiais encadernados, produzindo capas de polipropileno (PP) e policloreto de vinil (PVC), máquinas para encadernação, bobinas de duplo anel, espirais plásticas e materiais para plastificação. Conta com um quadro de funcionários de 270 pessoas.

Dividida em vários setores, a empresa possui maquinário que necessita de manutenção espalhado por toda empresa.

4.2 Divisão de setores da empresa

A empresa possui a seguinte divisão de maquinário por setores onde todo tem um acompanhamento mensal de manutenção realizada:

4.2.1 Setor de capas

Setor onde são produzidas as capas para encadernação, as capas são divididas pelo produto de matéria prima, onde temos produção de capas de PP e PVC. Os maquinários presentes no setor são:

- a) Conjunto de laminação PVC;
- b) Conjunto de refrigeração;
- c) Extrusora Carnevalli;
- d) Estrusora Rulli;
- e) Fechadora;
- f) Guilhotina 01 e 02;
- g) Misturador 01,02 e 03;
- h) Moinho 01 e 02;

- i) Munhão;
- j) Peneira;
- k) Seladora Automática;
- l) Seladora 01 e 02;
- m) Resfriador PVC.

4.2.2 Setor de metalúrgica

- a) Ferramentaria;
- b) Fabricação de ferramentas;
- c) Fabricação de componentes;
- d) Fabricação de máquina elétrica;
- e) Fresa;
- f) Montagem de máquinas manuais e diversas;
- g) Prensa;
- h) Plaina;
- i) Solda;
- j) Pintura;
- k) Torno mecânico;
- l) Serra;
- m) Torno CNC e centro de usinagem.

4.2.3 Setor de polaseal

- a) Máquina de polaseal.

4.2.4 Setor de duplo anel

- a) 4 máquinas de formador de duplo anel.

4.2.5 Setor de espiral

- a) Onze extrusoras;
- b) Máquina de filamento;

- c) Moinho 01 e 02;
- d) Misturador;
- e) Seladora 01 e 02.

4.3 Extrusoras

A extrusora é uma máquina que é utilizada na indústria que utiliza plástico como matéria prima. Ela é usada na fabricação de produtos contínuos como filmes, tubos, perfil, monofilamentos, entre outros. A matéria prima recebe o nome de resinas termoplásticas, um tipo de plástico que pode ser derretido, processado e em seguida ser derretido novamente para ser usado outra vez, geralmente o formato da resina é em grânulos.

O processo de funcionamento consiste em alimentar o funil da extrusora com a resina, onde devido à gravidade cairá sobre uma rosca que transportara dentro de um cilindro que é aquecido por resistências elétricas. Nessa fase o material passa por três zonas: alimentação, compressão e dosagem.

- a) Zona de alimentação, o material é aquecido até o seu ponto de fusão para poder ser transportado para a próxima zona;
- b) Zona de compressão local onde ocorre uma diminuição progressiva dos sulcos de rosca, o material é comprimido contra a parede do cilindro, gerado assim sua plastificação;
- c) Zona de dosagem local onde os sucros da rosca são continuamente rasos, nessa zona há uma mistura eficiente do material e a manutenção da vazão através da pressão gerada.

Ao final do cilindro o material é forçado contra telas de aço que seguram as impurezas como metal e borracha, passando então a matriz onde tomará a forma de produto final. A partir desse ponto o processo segue um rumo diferente de acordo com o produto a ser fabricado.

Figura 4 – Espirais plásticos



Fonte: O autor

Figura 5 - Espirais plásticos



Fonte: O autor

As figuras 04 e 05 vem representando dois modelos de espiral, o de fio normal e de fio intermediário consecutivamente, são exemplos de produto que são produzidos nas extrusoras.

5 Resultados e Discussões

Conforme citado anteriormente a proposta de melhoria na manutenção através do ciclo PDCA será feita inicialmente nas extrusoras. As tabelas abaixo retratam os dados coletados referentes a manutenção do período de janeiro até agosto de 2018.

Cada tabela tem representado o número de máquinas extrusoras numeradas de 1 até 11, a quantidade de manutenção corretiva realizada e o total de tempo gasto nessas manutenções, o TMR (tempo médio de reparo) e TMEF (tempo médio entre falhas) no período de oito meses.

Tabela 02 - Manutenção espiral janeiro 2018

Extrusora	Quantidade corretiva	Manutenção corretiva (h:min)	TMR	TMEF	Quantidade preventiva	Manutenção preventiva (h:min)
1	1	0:26	0:26	48:00:00		
2	5	1:15	0:15	9:36:00		
3	0	0:00	0:00	0:00:00		
4	3	1:05	0:21	16:00:00		
5	7	5:50	0:50	6:51:26		
6	7	4:20	0:37	6:51:26		
7	10	1:50	0:11	4:48:00		
8	3	2:00	0:40	16:00:00		
9	3	1:40	0:33	16:00:00		
10	1	0:15	0:15	48:00:00		
11	1	0:10	0:10	48:00:00		

Fonte: O autor

Tabela 03 - Manutenção espiral fevereiro 2018

Extrusora	Quantidade corretiva	Manutenção corretiva (h:min)	TMR	TMEF	Quantidade preventiva	Manutenção preventiva (h:min)
1	2	1:00	0:30	24:00:00		
2	3	2:00	0:40	16:00:00		
3	0	0:00	0:00	0:00:00		
4	1	0:30	0:30	48:00:00		
5	2	0:30	0:15	24:00:00		
6	0	0:00	0:00	0:00:00		
7	3	3:05	1:01	16:00:00		
8	3	1:05	0:21	16:00:00		
9	3	1:19	0:26	16:00:00	1	0:20
10	2	0:32	0:16	24:00:00		
11	0	0:00	0:00	0:00:00		

Fonte: O autor

Tabela 04 - Manutenção espiral março 2018

Extrusora	Quantidade corretiva	Manutenção corretiva (h:min)	TMR	TMEF	Quantidade preventiva	Manutenção preventiva (h:min)
1	2	1:00	0:30	24:00:00		
2	4	1:52	0:28	12:00:00		
3	4	1:25	0:21	12:00:00		
4	0	0:00	0:00	0:00:00		
5	0	0:00	0:00	0:00:00		
6	7	1:37	0:13	6:51:26	1	0:30
7	6	13:27	2:14	8:00:00		
8	4	1:04	0:16	12:00:00		
9	1	0:10	0:10	48:00:00		
10	0	0:00	0:00	0:00:00		
11	2	6:50	3:25	24:00:00		

Fonte: O autor

Tabela 05 - Manutenção espiral abril 2018

Extrusora	Quantidade corretiva	Manutenção corretiva (h:min)	TMR	TMEF	Quantidade e preventiva	Manutenção preventiva (h:min)
1	0	0:00	0:00	0:00:00		
2	5	1:32	0:18	9:36:00		
3	3	0:32	0:10	16:00:00		
4	2	0:30	0:00	0:00:00		
5	3	0:55	0:00	0:00:00		
6	0	0:00	0:00	0:00:00	1	0:30
7	5	2:30	0:30	9:36:00		
8	2	0:57	0:28	24:00:00		
9	4	1:05	0:16	12:00:00		
10	2	3:20	0:00	0:00:00		
11	1	0:15	0:15	48:00:00		

Fonte: O autor

Tabela 06 - Manutenção espiral maio 2018

Extrusora	Quantidade corretiva	Manutenção corretiva (h:min)	TMR	TMEF	Quantidade preventiva	Manutenção preventiva (h:min)
1	1	0:15	0:15	48:00:00	1	0:20
2	3	1:25	0:28	16:00:00	2	0:30
3	0	0:00	0:00	0:00:00		
4	3	3:00	1:00	16:00:00		
5	5	2:30	0:30	9:36:00		
6	4	1:50	0:27	12:00:00		
7	6	1:54	0:19	8:00:00		
8	3	1:50	0:36	16:00:00		
9	5	1:37	0:19	9:36:00		
10	5	8:07	1:37	9:36:00		
11	5	1:42	0:20	9:36:00		

Fonte: O autor

Tabela 07 - Manutenção espiral junho 2018

Extrusora	Quantidade corretiva	Manutenção corretiva (h:min)	TMR	TMEF	Quantidade preventiva	Manutenção preventiva (h:min)
1	5	3:45	0:45	9:36:00		
2	3	1:50	0:36	16:00:00		
3	0	0:00	0:00	0:00:00		
4	1	0:15	0:15	48:00:00		
5	1	0:15	0:15	48:00:00		
6	0	0:00	0:00	0:00:00		
7	1	0:30	0:30	48:00:00		
8	2	0:40	0:20	24:00:00		
9	3	1:09	0:23	16:00:00		
10	2	0:20	0:10	24:00:00		
11	5	2:35	0:31	9:36:00		

Fonte: O autor

Tabela 08 - Manutenção espiral julho 2018

Extrusora	Quantidade corretiva	Manutenção corretiva (h:min)	TMR	TMEF	Quantidade preventiva	Manutenção preventiva (h:min)
1	5	2:55	0:35	9:36:00		
2	1	0:15	0:15	48:00:00		
3	2	0:35	0:17	24:00:00		
4	1	0:30	0:30	48:00:00		
5	3	1:10	0:23	16:00:00		
6	0	0:00	0:00	0:00:00		
7	4	4:45	1:11	12:00:00		
8	2	0:55	0:27	24:00:00		
9	3	3:10	1:03	16:00:00		
10	3	1:40	0:33	16:00:00		
11	2	0:45	0:22	24:00:00		

Fonte: O autor

Tabela 09 - Manutenção espiral agosto 2018

Extrusora	Quantidade corretiva	Manutenção corretiva (h:min)	TMR	TMEF	Quantidade preventiva	Manutenção preventiva (h:min)
1	2	0:50	0:25	24:00:00		
2	1	0:30	0:30	48:00:00	1	0:15
3	0	0:00	0	0		
4	3	2:25	0:48	16:00:00		
5	3	1:55	0:38	16:00:00		
6	4	2:45	0:00	0:00:00		
7	6	4:30	0:45	8:00:00	2	1:15
8	6	4:55	0:49	8:00:00	2	0:30
9	4	4:35	1:08	12:00:00	1	1:00
10	1	4:00	4:00	48:00:00		
11	2	2:40	1:20	24:00:00		

Fonte: O autor

Como pode se analisado o número de manutenção preditiva é consideravelmente baixo em relação a corretiva e isso demonstra a grande necessidade de um plano de ação para a manutenção fabril da empresa.

6 Proposta através do PDCA

A tabela 10 propõe um modelo de PDCA em cima da manutenção das facas de corte dos espirais nas extrusoras. As facas passam por um processo de troca ou regulagem em períodos pequenos, mas essa troca é feita somente quando precisa, quando ela já não corta mais, ou seja, sua manutenção é somente de efeito corretivo gerando assim um atraso de produção, peças com má qualidade ou rebarba devido o corte já estar ruim e assim gerar algum defeito no espiral, horas de funcionários parados maior.

Tabela 10 – Método de solução através do PDCA.

PDCA	FASE	PROBLEMA
P	Identificação do problema	Regulagem / Troca da faca
	Observações	A faca na extrusora serve para cortar o espiral conforme o tamanho programado é atingido. A regulagem ou troca da faca é feita somente quando ela começa a dar defeito, o que gera aumento do custo de produção (ocorre perdas de materiais), queda na eficiência da máquina, horas paradas de funcionários e maquinário.
	Análise (Descobrir as causas fundamentais)	O que causa tanta quebra ou necessidade de regulagem da faca é o fato do material que é cortado não ser um material macio, e sim um material mais duro, o que acaba gerando o desgasta a faca
	Plano de ação	Já se sabe que a faca sofre um desgaste maior devido ao fato do material cortado possuir um nível de dureza relativamente alto, o plano de ação é manter um padrão de tempo para a troca/ regulagem dessas facas. Em um período de a cada 15 dias realizar a troca/regulagem dessa faca antes que ela necessite da manutenção corretiva. Evitando assim uma perda de tempo maior e menor perda de material (que sai de má qualidade) devido a faca já estar desgastada.
D	Execução	Os mecânicos irão a cada 15 dias fazer uma regulagem ou troca da faca de forma preventiva, anotando a data e o tempo gasto nessa ação.
C	Verificação	Nessa fase verifica-se se a manutenção preditiva feita a cada 15 dias faz efeito na eliminação da corretiva.
	Esse plano de ação foi efetivo?	Se uma troca ou regulagem de faca for eficaz a cada 15 dias, diminuindo ou até mesmo eliminando o uso da manutenção corretiva sobre esse problema. Conclui-se que se obteve sucesso nesse plano. Caso a troca feita a cada 15 dias seja um período de tempo pequeno ou longo, e nesse intervalo de tempo ainda ocorre manutenção corretiva, iremos voltar na fase P, e será analisado qual mais característica específica está faltando e onde pode-se resolve-la, e assim roda-se o ciclo PDCA novamente.
A	Padronização	Caso o plano de ação tenha gerado um resultado positivo, padroniza-se essa troca/regulagem de ferramenta (faca) a cada 15 dias (ou período estipulado caso o plano de ação não tenha dado certo anteriormente), ou seja, sempre será feito uma manutenção preditiva em cima disso no período de 15 dias.

Fonte: O autor

7 Conclusão

Chegou –se a conclusão que após os estudos apresentados a proposta da ferramenta de melhoria continua – PDCA traz para empresa uma melhoria no setor de manutenção, pois reduziria a hora parada de funcionários e maquinários devida a necessidade de troca de componentes de última hora. Fazendo um planejamento com essas manutenções torna-se mais eficiente a produção.

Concluiu-se também que a proposta do ciclo se mostra vantajosa não somente no setor de espiral, mas também em outros setores onde a manutenção não é planejada, pois a empresa não possui nenhum plano de ação para uma melhoria desses processos. Fazendo –se uma aplicação na prática e obtendo resultados positivos pode-se implementar o ciclo nos outros setores para que o processo de melhoria continua seja geral na empresa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção Mecânica Industrial: conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. São Paulo SP: Érica, 2014.

Associação Brasileira de Manutenção e Ativos. Documento Nacional. Resultados 2013. Disponível em: < <http://www.abraman.org.br/sidebar/documento-nacional> > Acesso em: 02/10/18.

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

CONTERATO, Gregori Picolotto. **Manutenção Industrial Mecânica Estudo de Caso Sobre Gestão da Manutenção**. Pato Branco PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

FALCONI, Vicente Campos. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. 8.ed. Nova Lima MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

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.

GESTÃO DA QUALIDADE – FERRAMENTAS DA QUALIDADE - PDCA. Disponível em: <<http://gestao-de-qualidade.info/ferramentas-da-qualidade/pdca.html>. Acesso em: 16 set. 2018.

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

MARSHALL JUNIOR, Isnard, et al. **Gestão da Qualidade**. 10.ed. Rio de Janeiro RJ: Editora FGV, 2012.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção Produtiva Total. Estudo de caso em uma empresa automobilística**. Taubaté SP, UNITAU, 2004.

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.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade – Teoria e Prática**. 2.ed. São Paulo SP: Editora Atlas S.A,2004.

QUINQUIOLO, Jose Manoel. **Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva**. Taubaté/SP: Universidade de Taubaté, 2002.

SELEME, Robson. **Manutenção Industrial: mantendo a fábrica em funcionamento**. [Livro eletrônico]. Curitiba PR: Intersaberes, 2015. 2 Mb: PDF.