

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTÔNIO SEABRA**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**ANDERSON XAVIER DE OLIVEIRA**  
**RICARDO CARLOS DA SILVA**

**A CONTRIBUIÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA NA PRODUÇÃO**  
**INDUSTRIAL**

**LINS/SP**  
**1º SEMESTRE/2022**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTÔNIO SEABRA**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**ANDERSON XAVIER DE OLIVEIRA**  
**RICARDO CARLOS DA SILVA**

**A CONTRIBUIÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA NA PRODUÇÃO**  
**INDUSTRIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra, para obtenção do Título de Tecnólogos em Gestão da Produção Industrial.

Orientador: Prof. Me. Juliano Munhoz Beltani

**LINS/SP**  
**1º SEMESTRE/2022**

Oliveira, Anderson Xavier de

O48c A contribuição da manutenção preditiva na produção industrial / Anderson Xavier de Oliveira, Ricardo Carlos da Silva. — Lins, 2022.

20f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão da Produção Industrial) — Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra: Lins, 2022.

Orientador(a): Me. Juliano Munhoz Beltani

1. Manutenção preditiva. 2. Gestão da produção industrial. 3. Produtividade. I. Silva, Ricardo Carlos da. II. Beltani, Juliano Munhoz. III. Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra. IV. Título.

CDD 658.5

**ANDERSON XAVIER DE OLIVEIRA  
RICARDO CARLOS DA SILVA**

**A CONTRIBUIÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Tecnólogos em Gestão da Produção Industrial sob orientação do Prof. Me. Juliano Munhoz Beltani

Data de aprovação: 15/06/2022

---

Prof. Me. Juliano Munhoz Beltani

---

Prof. Me. Egiane Carla Camillo Alexandre

---

Prof. Dr. André Ricardo Ponce dos Santos

## SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT .....	4
INTRODUÇÃO .....	4
1 GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL.....	5
1.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	6
1.2 MEDIDAS DE EFICÁCIA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	6
2 MANUTENÇÃO INDUSTRIAL.....	7
2.1 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO .....	8
3 TIPOS DE MANUTENÇÃO .....	9
3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	9
3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....	9
3.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA .....	10
3.4 MANUTENÇÃO DETECTIVA.....	11
3.5 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO .....	11
3.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL- TPM.....	12
4 METODOLOGIA .....	13
5 ESTUDO DE CASO .....	14
6 CONCLUSÃO .....	16
REFERÊNCIAS .....	17
APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA .....	19

# A CONTRIBUIÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Anderson Xavier de Oliveira <sup>1</sup>, Ricardo Carlos da Silva <sup>2</sup>  
Juliano Munhoz Beltani <sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> Acadêmicos do Curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins-SP, Brasil

<sup>3</sup> Docente do Curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins-SP, Brasil

## RESUMO

Para que os objetivos das organizações sejam atendidos, é fundamental que a produtividade e a qualidade sejam asseguradas pela gestão da produção industrial. Aliada à produção, a manutenção industrial é considerada um elemento chave para garantir o pleno funcionamento dos equipamentos e máquinas. O objetivo desse trabalho é demonstrar a contribuição da manutenção preditiva em uma empresa de embalagens metálicas. A metodologia foi desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica através de livros, artigos e websites, e o estudo de caso desenvolvido em uma metalúrgica, no interior de São Paulo. Considerando os tipos de manutenção realizadas pela empresa e que os equipamentos são de alta produtividade e qualquer parada gera um montante de perda financeira, a implementação da manutenção preditiva pode ser considerada um próximo passo para melhorar a despesa com peças, máquinas paradas, mão de obra parada, falta de flexibilidade de produção e atraso na entrega do produto ao cliente da empresa.

Palavras-chave: Manutenção preditiva. Gestão da produção industrial. Produtividade.

## ABSTRACT

For the organizations objectives to be met, it is essential that productivity and quality are ensured by the management of industrial production. Allied to production, maintenance is considered a key element to ensure the full operation of equipment and machines. The objective of this work is to demonstrate the contribution of predictive maintenance in a metal packaging company. The methodology was developed through bibliographic research through books, articles and websites, and the development study developed in a metallurgical company, in the interior of São Paulo. Considering the types of maintenance performed by the company, and that the equipment is of high productivity and any stop generates an amount of financial maintenance, the implementation of a predictive maintenance can be considered a next step to improve the expenses with parts, stopped machines, hands workforce, lack of production flexibility and delay in delivering the product to the company's customer.

Keywords: Predictive maintenance. Industrial production management. Productivity.

## INTRODUÇÃO

Diante de um mercado cada vez mais competitivo, para que uma empresa alcance um bom desempenho, é fundamental que o sistema produtivo esteja funcionando para contribuir com os objetivos da organização, e assim atender as expectativas do mercado. Assim, as atividades de gestão industrial devem ter identificação para estudo de

oportunidades de negócio na área industrial. Diante disso, a pressão competitiva direciona as empresas para a busca de mais eficiência nas suas operações e nos processos de gestão e, para a organização ser bem-sucedida a longo prazo, a função produção é vital.

Indicando o início da produção industrial moderna, a revolução industrial foi marcada pela criação de fábricas, a utilização intensiva de máquinas e a produção em massa. Para manter esses equipamentos e máquinas em pleno funcionamento, garantir a produção e a qualidade dos produtos, a manutenção industrial é considerada um elemento chave para a produção, além de ser uma função estratégica para melhorar os resultados e aumentar a competitividade da empresa.

Caracterizada pela maneira como é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações, os tipos de manutenção são divididos em seis categorias principais, que serão discutidas nos próximos capítulos. A função manutenção, aliada a um grande avanço tecnológico, emergiu na indústria como forma de garantir a continuidade da produção desde a período anterior a Segunda Guerra Mundial até os dias de hoje.

A metodologia foi desenvolvida através de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A natureza da pesquisa é descritiva, sendo fonte de pesquisa primária, e os dados foram tratados de forma qualitativa. Com o objetivo de obter dados de apoio relacionados à produção e manutenção, foram realizadas as revisões bibliográficas através de materiais como livros, artigos e websites. Para o estudo de caso, os dados foram adquiridos através de uma entrevista com um analista de manutenção da metalúrgica.

O objetivo desse trabalho é apresentar a contribuição da manutenção preditiva em uma empresa de embalagens metálicas, sendo o resultado alcançado a apresentação da manutenção preditiva para garantir a produtividade, qualidade e redução de custos da empresa. A empresa trabalha com equipamentos de alta produtividade e qualquer parada gera um montante de perda financeira. A implementação da manutenção Preditiva é considerada um próximo passo para melhorar a despesa com peças, máquinas paradas, mão de obra parada, falta de flexibilidade de produção e atraso na entrega do produto ao cliente.

Após essa introdução, o próximo item do trabalho aborda a revisão bibliográfica sobre gestão da produção industrial e manutenção industrial. O quarto item apresenta a metodologia utilizada, o quinto o estudo de caso na empresa e, por fim, a conclusão, referências e o apêndice.

## **1 GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

A gestão da produção é o gerenciamento que necessita de todos os recursos, levando os insumos e matérias-primas para o desenvolvimento de um produto ou serviço, ou seja, são processos ligados uns aos outros para que os bens ou serviços cheguem ao seu projeto final podendo ser processados e entregues ao consumidor final (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

O gestor responsável pela produção industrial atua nas organizações internas da empresa, buscando atingir a melhoria contínua da qualidade e produtividade no processo industrial. As atividades desempenhadas por esses profissionais devem ter identificação para estudo de oportunidades de negócios na área industrial, coordenação de equipes, e a otimização dos fluxos de materiais e processos, contando com suporte da logística industrial para a gestão dos produtos organizando todos os recursos tornando-se mais fáceis para registrar e gerenciar os produtos semiacabados e acabados (MOREIRA, 2004).

A pressão competitiva direciona as empresas para a busca de mais eficiência nas suas operações e nos processos de gestão. Esse fenômeno é observado de modo marcante em indústrias como a automotiva, a siderúrgica, a têxtil e de confecções, a eletroeletrônica, a de bens de consumo duráveis e a de transformados plásticos, entre outras. Foi nesses ramos industriais que, historicamente, percebeu-se de modo mais claro

a necessidade de desenvolver com regularidade novos produtos, cada vez mais complexos e com maior grau de diversificação (ANTUNES *et al.*, 2008).

O estudo e evolução das atividades da administração da produção aceleraram-se vertiginosamente quando começaram a ter ênfase especial no início da revolução industrial, por volta de 1780. Vários cientistas e estudiosos, como Taylor, Fayol, Ford dentre outros, contribuíram de forma significativa para o avanço da administração da produção, em um novo tipo de organização que surgiu com a revolução industrial, representado pelas indústrias (PEINADO; GRAEML, 2007).

De acordo com Moreira (2012), a Revolução Industrial transformou a face do mundo. Ela marca o início da produção industrial moderna, a criação de fábricas, a utilização intensiva de máquinas, os movimentos de trabalhadores contra as condições desumanas de trabalho, o começo de uma nova etapa na civilização e a noção que o poder econômico e político se ligava à capacidade de produção.

A chamada produção em massa, que foi e continua sendo a marca registrada dos Estados Unidos, o símbolo do seu poderio industrial, pode ser encontrada já em 1913, quando começou a linha de montagem dos automóveis Ford. Já em fins do século passado e início do presente, havia sido introduzida a noção de "administração científica" da produção, quando Frederick Taylor, um esforçado engenheiro a serviço da máquina produtiva americana advogava a aplicação de racionalidade métodos científicos à administração do trabalho nas fábricas (MOREIRA, 2012).

Enquanto Taylor se dedicou ao estudo da tarefa, Henry Fayol desenvolveu sua teoria em um trabalho chamado Administração Industrial e Geral, em 1916. Fayol se preocupou com a difícil tarefa de coordenar princípios, conhecidos e praticados até os dias de hoje: planejar; organizar; comandar e controlar (PARANHOS FILHO, 2012). Dessa forma, a gestão da produção fica realmente evidente quando Taylor surge com a sistematização do conceito de produtividade. E ainda, com metodologias de Henry Ford que cria a linha de montagem seriada, método que revolucionou os processos produtivos (MARTINS; LAUGENI, 2005).

## **1.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Moreira (2004) define "sistema de produção" como o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou serviços. O sistema de produção é uma entidade abstrata, porém extremamente útil para dar uma ideia de totalidade, que é conveniente para a apresentação de inúmeros conceitos. Distinguem-se no sistema de produção alguns elementos constituintes fundamentais, que são os insumos, o processo de criação ou conversão, os produtos ou serviços e o controle. Os insumos são os recursos a serem transformados diretamente em produtos, como matérias-primas, e mais os recursos que movem o sistema, como a mão-de-obra, o capital, máquinas e equipamentos, as instalações, e o conhecimento técnico dos processos.

De acordo com Moreira (2012), existem sistemas de produção extremamente variados e diferentes entre si. No caso da manufatura, a variedade produzida (grau de padronização) e o volume de produção (quanto se produz) são grandezas que servem de base para a diferenciação. No geral, quanto menor a variedade de produtos, maior o volume produzido, no entanto, com a tecnologia avançada de produção (flexível ou programável) essa situação não é absoluta, pois permite grandes volumes de produção com grande variabilidade de produtos. Estes sistemas podem ser divididos em: Sistema de produção por projeto, sistema de produção intermitente e sistema de produção contínua.

## **1.2 MEDIDAS DE EFICÁCIA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

O uso de sistemas de medição de desempenho agora é difundido, e seu objetivo é verificar a eficácia de um negócio, serviço ou processo. A ideia é comparar os números ao longo do tempo, tanto para si mesmo, quanto para processos externos. Para medir esses desempenhos, podem ser utilizadas métricas para a qualidade dos produtos, a confiabilidade da entrega, a produtividade dos sistemas e da empresa como um todo, a boa utilização do tempo, a flexibilidade na produção, a capacidade de inovação, dentre outros (MOREIRA, 2012).

Para Slack, Chambers e Johnston (2006), a função produção é vital para a organização ser bem-sucedida a longo prazo, e ela dá à organização vantagem competitiva. Isso é possível através de cinco objetivos de desempenho, que são eles: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo.

O objetivo qualidade significa “fazer a coisa certa”, mas o que a produção precisa fazer depende do tipo de operação. O desempenho operacional de alta qualidade não leva apenas à satisfação dos clientes externos, mas também facilita a vida dos envolvidos na operação. Já a rapidez, significa quanto tempo os consumidores precisam esperar para receber seus produtos ou serviços. Tomada de decisão, movimentação de materiais e das informações internas da operação, são exemplos para se alcançar a rapidez na operação interna e externa.

Enquanto a confiabilidade significa que o trabalho é feito a tempo para que os consumidores recebam os bens e serviços prometidos, a flexibilidade pode ser entendida como a capacidade de alterar a operação de uma forma ou de outra, poder mudar o que faz, como o faz ou quando o faz, onde a mudança é a ideia principal. A maioria das operações precisam estar em condições de mudar para atender às necessidades do cliente.

Ainda segundo o autor, o custo é a principal meta de produção para empresas que competem diretamente por preço. Mesmo aquelas empresas que concorrem em outros aspectos que não preço estarão interessadas em manter seus custos baixos. Dessa forma, o custo é o último objetivo a ser coberto. Não porque seja o menos importante, mas é o mais importante para manter seus custos baixos e ter um melhor preço para seus consumidores, além deste objetivo ser universalmente atraente (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2006).

## **2 MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

Com a globalização da economia, a busca da qualidade total em serviços, produtos e gerenciamento ambiental passou a ser a meta de todas as empresas. Disponibilidade de máquina, aumento da competitividade, aumento da lucratividade, satisfação dos clientes, produtos com defeito zero.

É possível entender manutenção como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção. Por exemplo, quando as engrenagens são mantidas lubrificadas, estão sendo conservadas. Se uma mesa de desempenho está sendo retificada, está sendo restaurada. Se for trocado o plugue de um cabo elétrico, este está sendo substituído. De modo geral, a manutenção em uma empresa tem como objetivos: manter equipamentos e máquinas em condições de pleno funcionamento para garantir a produção normal e a qualidade dos produtos; prevenir prováveis falhas ou quebras dos elementos das máquinas.

Manutenção é o ato de cuidar, manter, reparar ou conservar algo (FIESP, 1996). Segundo Monchy (1987), para assegurar a produtividade e a qualidade das empresas, a manutenção dos equipamentos de produção é um elemento chave. É um desafio da indústria que envolve questionar as estruturas inertes existentes e promover métodos que se adaptem à nova natureza dos materiais.

Para Xenos (1998), num sentido restrito, as atividades de manutenção se limitam a devolver o equipamento à sua condição original. Entretanto, em um sentido mais amplo, as atividades de manutenção também devem envolver a modificação das condições originais, introduzindo melhorias para prevenir a ocorrência ou incidência de falhas, redução de custos e aumento da produtividade.

Desse modo, é importante aumentar a disponibilidade dos equipamentos com um bom planejamento de manutenção. Baixo desempenho da máquina, manutenção ineficiente e longos tempos de manutenção aumentam as perdas de produção, perdas de mercado, perdas de oportunidades e reduzem os lucros, entre outras consequências indesejáveis (CAPETTI, 2005 *apud* MARQUES; RIBEIRO, 2012).

## 2.1 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

Devido a fatores como aumento no número e variedade de itens de manutenção, projetos mais complexos, novas técnicas de manutenção, uma nova abordagem para a organização e suas responsabilidades, a importância da manutenção como uma função estratégica para melhorar os resultados e aumentar a competitividade, entre outros, Kardec e Nascif (2009) argumentam que a manutenção sofreu mudanças significativas ao longo dos anos.

Desde os primórdios das civilizações, a forma simples de manutenção, como conservação de objetos e ferramentas de trabalho podem ser observadas. Porém, foi apenas com a Revolução Industrial do século XVII, aliada a um grande avanço tecnológico, que a função manutenção emergiu na indústria, como forma de garantir a continuidade do trabalho. Sendo treinado para realizar reparos, o próprio operador da máquina era responsável pela sua manutenção (WYREBSK, 1997).

Neste sentido, de acordo com Kardec e Nascif (2009) a evolução da manutenção nas organizações pode ser dividida em 4 gerações.

Determinada como o período anterior à Segunda Guerra Mundial, a primeira geração da manutenção foi desenvolvida em uma era em que a indústria era pouco automatizada e os equipamentos eram simples e de fácil manuseio. A manutenção não era rigorosa e a produtividade não era algo prioritário, devido à economia da época. Dessa forma, compreendida em serviços de limpeza, lubrificação e reparo somente após a ocorrência de falha, os serviços de manutenção eram corretivos (PINTO; XAVIER, 2007).

Entre os anos 1950 e 1970, período pós Segunda Guerra, houve grande aumento da mecanização e da complexidade das instalações industriais. Nessa época, compreendida como a segunda geração, a manutenção consistia em intervenções nos equipamentos feitas em intervalos fixos, surgindo assim o conceito de manutenção preventiva (KARDEC; NASCIF, 2009). Siqueira (2005) ainda inclui que a segunda geração é caracterizada, principalmente, pela vistoria dos equipamentos com intuito de evitar a ocorrência de falhas. Entretanto, esse tipo de manutenção foi responsável por aumentar os custos de manutenção se comparados aos demais custos operacionais. Diante disso, e do alto capital investido em equipamentos e máquinas, foram criados Sistemas de planejamento e controle de manutenção, assim como a busca por meios com a finalidade de maximizar e garantir a vida útil dos equipamentos.

Evidenciando a manutenção preditiva, a terceira geração começou na década de 70. Por meio de acompanhamento de dados e parâmetros que indicam o desgaste, as empresas passaram a gerenciar as condições reais dos equipamentos e máquinas, sendo possível reduzir a paralisação da produção, as quebras; aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos; e reduzir os custos advindos da manutenção (PINTO; XAVIER, 2007). O desenvolvimento de *softwares* que permitiram melhor planejamento, controle e acompanhamento dos serviços de manutenção e o conceito de confiabilidade também fazem parte desta geração (KADERC; NASCIF, 2009).

De acordo com Kardec e Nascif (2009), na quarta geração ocorreu a fusão das atividades de Engenharia de Manutenção, tendo a disponibilidade, a confiabilidade e a manutenibilidade como os três principais motivos de sua existência. A manutenção prioriza minimizar a falha prematura, razão pela qual a análise de falha é uma metodologia reconhecida que pode melhorar o desempenho do equipamento e do negócio. A manutenção preditiva é cada vez mais utilizada, o que tende a reduzir a necessidade de manutenção preventiva, pois exige o desligamento de equipamentos e sistemas e a manutenção corretiva não planejada torna-se um índice de manutenção ineficaz. A interação entre as áreas de engenharia, manutenção e operação é um fator de garantia para os objetivos. Por fim, uma grande mudança dessa geração foi o aprimoramento da terceirização, buscando uma relação de parceria de longo prazo.

### **3 TIPOS DE MANUTENÇÃO**

Os tipos de manutenção existentes são caracterizados pela maneira como é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações. Neste tópico, seis categorias serão discutidas por diversos autores, que são consideradas as principais, a saber: manutenção corretiva não planejada e planejada, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção detectiva e engenharia de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

#### **3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA**

Considerada a forma mais primitiva, a manutenção corretiva se baseia na correção de uma falha ou do desempenho menor que o esperado, ou seja, é uma manutenção de emergência. Pode ser dividida em: não planejada e planejada.

Segundo Kardec e Nascif (2009), na corretiva não planejada, a falha é corrigida de maneira aleatória, sem acompanhamento ou planejamento anterior. É uma quebra inesperada. Funciona com base em um evento que aconteceu, não há tempo para preparar o serviço e, infelizmente, é mais praticada do que deveria. Incorre em altos custos devido a quebras intempestivas levando a perda de produção, de qualidade, custos indiretos de manutenção e, possivelmente, consequências indesejáveis para os equipamentos, pois a extensão dos danos pode ser bem maior.

Quando a maior parte das manutenções se baseiam em corretiva não planejada, o departamento de manutenção fica refém dos maquinários, é controlado por eles, e não o contrário. Neste tipo de manutenção o desempenho empresarial da organização perde muito em competitividade.

A manutenção corretiva planejada se diferencia da não planejada por ser uma decisão gerencial. É também uma correção de falha ou desempenho abaixo do esperado, contudo, baseia-se na modificação dos parâmetros de estado observados pela manutenção preditiva. Como o nome sugere, tem um plano, e um plano é sempre mais barato do que nenhum plano (KARDEC; NASCIF, 2009).

Xenos (1998) reitera que mesmo que a manutenção corretiva tenha sido selecionada a critério da administração, não podemos simplesmente nos contentar com a ocorrência de paradas do equipamento como um evento natural e esperado. Dessa forma, a causa das falhas deve ser identificada e resolvida, evitando sua reincidência.

#### **3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

A manutenção preventiva é voltada para eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Consiste em executar uma série de trabalhos que, normalmente, os manuais de instalação e

operação que acompanham os equipamentos, fornecem as instruções sobre a manutenção preventiva, indicando a periodicidade com que determinados trabalhos devem ser feitos (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Xenos (1998, p. 24) destaca a vantagem do uso da manutenção preventiva em face à manutenção corretiva:

“(...) a frequência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos.”

Apesar da manutenção preventiva proporcionar um conhecimento prévio das ações, permitindo uma boa condição de gerenciamento das atividades e nivelamento de recursos, previsibilidade de consumo de materiais e sobressalentes, ela promove a retirada do equipamento ou sistema de operação para execução dos serviços programados.

Outros pontos a serem considerados negativos em relação a manutenção preventiva são a introdução de defeitos não existentes no equipamento devido a falha humana, falha de sobressalentes, contaminações introduzidas no sistema de óleo, danos durante partidas e paradas e falhas dos procedimentos de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

### 3.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Também conhecida por Manutenção sob condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento, a manutenção preditiva pode ser definida como a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática (KARDEC; NASCIF, 2009). O objetivo desta manutenção é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora, utilizando o componente até o máximo de sua vida útil (VIANA, 2002). Segundo Kardec e Nascif (2009), o monitoramento da condição é feito através de técnicas preditivas, e a ação de correção é realizada através de uma manutenção corretiva planejada, quando necessária. Com o objetivo de permitir a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível, a manutenção preditiva previne falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros.

De acordo com Almeida (2000), este tipo de manutenção consiste em uma forma de aumentar a produtividade, a qualidade do produto e o lucro. Isso porque é capaz de fornecer dados, através de ferramentas, a respeito da condição mecânica de cada máquina, apresentando o tempo médio real para falha. Desta forma, as atividades de manutenção são programadas de acordo com a necessidade.

Para se adotar a manutenção preditiva, algumas condições básicas são necessárias:

O equipamento, o sistema ou a instalação devem permitir algum tipo de monitoramento/medição; O equipamento, o sistema ou a instalação devem merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos; As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada; e seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado (KARDEC; NASCIF, 2009, p. 45).

De acordo com Viana (2002), quatro técnicas preditivas são bastante usadas nas indústrias nacionais; são elas: Ensaio por ultrassom; Análise de vibrações mecânicas; Análise de óleos lubrificantes e Termografia.

As técnicas de manutenção preditiva são cada vez mais chamadas, mesmo por alguns especialistas em manutenção, como altamente avançadas e não relacionadas a

outros métodos de manutenção. Com o uso de tecnologias avançadas, a manutenção preditiva tende a ser tratada de forma diferente nas organizações, com uma ciência avançada demais para estar nas mãos de qualquer pessoa.

Em muitas empresas, ainda é comum nomear uma equipe independente de engenheiros ou técnicos altamente especializados, com sistemas e métodos de controle próprios, que se preocupam apenas com a manutenção preditiva, que é um dos elementos da manutenção preventiva. Afinal de contas, a manutenção preditiva é mais uma maneira de inspecionar os equipamentos (XENOS, 1998).

Por outro lado, a instalação de sistemas de monitoramento contínuo apresenta um custo inicial relativamente elevado. Estima-se que o nível inicial de investimento é de 1% do capital total do equipamento a ser monitorado e que um programa de acompanhamento de equipamentos bem gerenciado apresenta uma relação custo/benefício de 1/5 (KARDEC; NASCIF, 2009).

### 3.4 MANUTENÇÃO DETECTIVA

Sendo mencionada na literatura a partir da década de 90, segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção detectiva está ligada a detecção de falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção, em sistemas de proteção, comando e controle. Detectiva vem da palavra “detectar”. Feitas por especialistas, este tipo de manutenção consiste em verificações no sistema sem tirá-lo de operação. São capazes de detectar falhas ocultas, podendo corrigir a situação mantendo o sistema operando. A necessidade da manutenção detectiva para garantir a confiabilidade dos sistemas e da planta, aumenta com a utilização de instrumentação de comando, controle e automação nas indústrias.

Para aumentar a confiabilidade de um processo, um modelo de aplicação da manutenção detectiva é apresentado:

Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital. Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha, o gerador não entra. Por isso, este circuito é testado/acionado de tempos em tempos, para verificar sua funcionalidade (FERREIRA, 2009, p.23).

### 3.5 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Como fator de desenvolvimento técnico-organizacional da manutenção industrial, a engenharia de manutenção possui uma grande importância na organização. Através da aplicação de conhecimentos científicos e empíricos na solução de dificuldades encontradas nos processos e equipamentos, esta área da engenharia tem como objetivo o de promover o progresso tecnológico da manutenção, perseguindo a melhoria da manutenibilidade do maquinário, maior produtividade, e a eliminação de riscos em segurança do trabalho e de danos ao meio ambiente (VIANA, 2002).

Para Kardec e Nascif (2009) praticar a engenharia de manutenção significa uma mudança cultural. Além disso, ela é o suporte técnico da manutenção que está dedicado a consolidar a rotina e implantar a melhoria.

Dentre as principais atribuições da engenharia de manutenção estão:

Aumentar a confiabilidade; Aumentar a disponibilidade; Melhorar a manutenibilidade; Aumentar a segurança; Eliminar problemas crônicos; Solucionar problemas tecnológicos; Melhorar a capacidade do pessoal; Gerir materiais e sobressalentes; Participar de novos projetos; Dar suporte à execução; Fazer análise de falhas e estudos; elaborar planos de manutenção e de inspeção e fazer sua análise crítica; acompanhar os indicadores e zelar pela documentação técnica (KARDEC; NASCIF, 2009, p. 50).

Para Viana (2002), as atribuições da engenharia de manutenção começam com a busca incansável de melhoria; a área deve ser capaz de ver o invisível e buscar concretamente a realização de projetos que atinjam os objetivos traçados por esta visão. Os estudos, análises de falhas e testes serão o sangue através do qual considerações e soluções circularão para melhorar o desempenho de produção e manutenção, obtido por meio da modificação direcionada de equipamentos e processos.

Além de um excelente domínio das ciências características da sua formação, esta área deverá ser formada por engenheiros e técnicos, com uma visão dialética muito boa. A miscigenação na engenharia funciona como um excelente combustível para o nascimento de ideias e propostas. Para isso, quanto mais eclético o grupo for, melhor, não só na sua formação, mas se possível em sua origem geocultural.

### 3.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL- TPM

Apresentada no Brasil pela primeira vez em 1986, a manutenção produtiva total, também conhecida como *Total Productive Maintenance* (TPM), surgiu no Japão na década de 70, sendo um sistema desenvolvido com foco em qualidade e confiabilidade, eliminação de desperdícios, redução de paradas e redução de custos. É uma filosofia operacional estratégica que envolve toda a organização, desde os operadores até o nível hierárquico mais alto. Sendo assim, a TPM não é apenas uma iniciativa da manutenção ou programa de melhorias (SOUZA, 2004). O mesmo autor ainda menciona que esse sistema é focado na redução de custos do equipamento ao longo do seu ciclo de vida, combinando manutenção preventiva com melhorias sustentáveis e projeto de manutenção preditiva.

Para Banker (1995) apud Souza (2004), uma vez que os operadores assumem a propriedade de seu equipamento e passam a mantê-lo, a TPM cria um autogerenciamento no local de trabalho, baseando-se no respeito à inteligência e ao potencial de conhecimento de todos os empregados da empresa. Segundo Branco Filho (2000) apud Souza (2004), parte da manutenção é realizada pelo operador, por exemplo, limpezas, lubrificações, ajustes e troca de ferramentas, pequenos reparos e verificações e inspeções visuais.

Segundo a JIPM (*Japan Institute Productive Management*) apud Freitas (2002), a estrutura do TPM é baseada em 8 pilares, onde a aplicação de todos levará a empresa a um resultado de excelência. Estes possuem, objetivos próprios, conforme demonstrado a seguir:

a) pilar Manutenção da Qualidade: garantir zero defeito de qualidade, mantendo condições ideais de materiais, equipamentos, métodos e pessoas;

b) pilar Melhoria Específica: conhecer e eliminar perdas de todo o processo produtivo através de técnicas analíticas;

c) pilar Segurança, Saúde e Meio ambiente: busca de zero acidentes, com danos pessoais, materiais e ambientais, através de equipamentos confiáveis, prevenção do erro humano e processos e equipamentos que não agridam o meio ambiente;

d) pilar Manutenção Planejada: busca reduzir custos de manutenção, mantendo condições ótimas de processos e equipamentos, através de atividades de melhoria contínua e gerenciamento da manutenção. Suportar fortemente o Pilar de Manutenção Autônoma;

e) pilar Office TPM: identificar e eliminar perdas administrativas; tipicamente reduz tempo e aumenta a qualidade/precisão das informações;

f) pilar Controle Inicial: aproveitar o conhecimento adquirido por melhorias e introduzir novos projetos sem qualquer tipo de perda (velocidade, qualidade, tempo, custo, quebras etc.);

g) pilar Educação e Treinamento: desenvolver o conhecimento e habilidades suportando os outros pilares no desenvolvimento das atividades de TPM;

h) pilar Manutenção Autônoma: detectar e lidar prontamente com as anormalidades observadas nos equipamentos, de forma a manter condições ideais de funcionamento.

Esses oito pilares definem e norteiam a filosofia do TPM, cujo foco é a “Falha Zero” ou “Quebra Zero”. Kardec e Nascif (2009) delimitam as medidas que são fundamentais para a obtenção e conquista definitiva da quebra zero:

a) estruturação das condições básicas para a operação: limpeza da área, asseio, lubrificação e ordem;

b) obediência às condições de uso: operar os equipamentos dentro das condições e limites estabelecidos;

c) regeneração do envelhecimento: recuperar o equipamento por problemas de envelhecimento e evitar quebras futuras; eliminar as causas de envelhecimento dos equipamentos; restaurar os equipamentos, periodicamente, retornando-os às condições originais; ter o domínio das anomalias que provocam a degradação dos componentes internos através dos cinco sentidos das pessoas e das técnicas e instrumentos que fornecem a condição das máquinas (vibração, temperatura...);

d) sanar os pontos falhos decorrentes de projeto: corrigir eventuais deficiências do projeto original; fazer previsão da vida média através de técnicas de diagnóstico;

e) incrementar capacidade técnica: capacitação e desenvolvimento do elemento humano, de modo que ele possa perceber, diagnosticar e atuar convenientemente.

Costa (2013) afirma que o foco da metodologia da TPM é capacitar os operadores para que conduzam a manutenção de forma espontânea e trabalhem proativamente para a melhoria das condições equipamentos, aliando a isso, a capacitação da equipe de manutenção para que seja polivalente, atuando na busca permanente de economias, seja através de reprojotos, seja através da eliminação dos obstáculos à produção.

## 4 METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido através de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A natureza da pesquisa é descritiva, sendo fonte de pesquisa primária, e os dados foram tratados de forma qualitativa.

Segundo Yin (2001, p. 32): “o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Yin (2001) enfatiza ser a estratégia mais escolhida quando é preciso responder a questões do tipo “como” e “por quê” e quando o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos pesquisados.

Goode e Hatt (1979, p. 421-422) definem o estudo de caso como um método de olhar para a realidade social. “Não é uma técnica específica, é um meio de organizar dados sociais preservando o caráter unitário do objeto social estudado”.

Duarte e Barros (2006, p. 216) definem estudo de caso como “análise intensiva, empreendida numa única ou em algumas organizações reais.” Para eles, o estudo de caso reúne, tanto quanto possível, informações numerosas e detalhadas para apreender a totalidade de uma situação.

Wimmer e Dominick (1996, p. 161) enumera quatro características do método:

1. Particularismo: o estudo se concentra em uma situação, acontecimento, programa ou fenômeno particular, proporcionando assim uma excelente via de análise prática de problemas da vida real;

2. Descrição: o resultado consiste na descrição detalhada de um assunto submetido a indagação;

3. Explicação: o estudo de caso ajuda a compreender aquilo que se submete à análise, formando parte de seus objetivos a obtenção de novas interpretações e perspectivas, assim como o descobrimento de novos significados e visões antes despercebidas;

4. Indução: a maioria dos estudos de caso utiliza o raciocínio indutivo segundo o qual os princípios e generalizações emergem da análise dos dados particulares. Em muitas ocasiões, mais que verificar hipóteses formuladas, o estudo de caso pretende descobrir novas relações entre elementos.

Portanto, o estudo de caso é um modo de se investigar um fenômeno empírico seguindo um conjunto de procedimentos pré-especificados e que pode ser utilizado, especialmente, com as seguintes finalidades (YIN, 2001, p.34-35):

- a) explicar os vínculos causais em intervenções da vida real que são complexas demais para as estratégias experimentais ou aquelas utilizadas em levantamentos;
- b) descrever uma intervenção e o contexto da vida real em que ocorreu;
- c) ilustrar determinados tópicos dentro de uma avaliação, às vezes de modo descritivo ou mesmo de uma perspectiva jornalística;
- d) explorar situações nas quais a intervenção que está sendo avaliada não apresenta um conjunto simples e claro de resultados.

Com o objetivo de obter dados de apoio relacionados à produção e manutenção, foram realizadas as revisões bibliográficas através de materiais como livros, artigos e websites. Para o estudo de caso, os dados foram adquiridos através de uma entrevista com um analista de manutenção da metalúrgica, conforme o Apêndice A.

## 5 ESTUDO DE CASO

A empresa estudada trata-se de uma metalúrgica, que atua na cidade de Lins, São Paulo, desde o ano de 2008, iniciando suas atividades com o foco na fabricação de embalagens metálicas com folha de flandres (matéria-prima principal), passando a abranger, também, as latas de aerossóis a partir de 2016, no segmento B2B.

A empresa conta com colaboradores que são divididos em três turnos e distribuídos entre diferentes departamentos de produção. Como em qualquer setor, o processo começa desde a chegada dos insumos e matérias-primas, transferidos para o processo produtivo. Após o recebimento dos pedidos pelos clientes, é feita uma reunião de planejamento entre o PCP e a produção. Após esse alinhamento é disparado às ordens de produção via sistema. Também são feitas reuniões semanais para correção de desvio.

Em mais de 14 anos no mercado, é responsável por gerar aproximadamente mais de 450 empregos diretos, com capacidade atual de produção de aproximadamente 1 bilhão de embalagens por ano. A missão da empresa é ser a melhor naquilo que lhes propuserem a fazer, com foco absoluto em suas atividades, garantindo os melhores produtos e serviços aos clientes, solidez aos fornecedores, rentabilidade aos acionistas e a oportunidade de um futuro melhor a todos os seus colaboradores.

Os dados do trabalho foram coletados através de pesquisa em campo na empresa, onde perguntas foram feitas para um analista da manutenção sobre o plano de manutenção, quais itens são tratados na manutenção e o tempo de parada, no caso de quebra.

O setor de manutenção da empresa é centralizado por um órgão que gerencia e controla os processos e as pessoas envolvidas. Para esse gerenciamento é utilizado um sistema ERP onde são lançadas as atividades e, com isso, são geradas as Ordens de Serviços (OS). No planejamento da manutenção trabalham 4 pessoas que, de forma hierárquica, são divididas nas seguintes funções: 1 Coordenador, 1 Supervisor e 2 Analistas. Já na execução das atividades, 2 mecânicos especialistas em latas retangulares, 1 mecânico especialista em latas cilíndricas, 2 mecânicos de apoio e 1 mecânico de tesoura. Para esses funcionários, a empresa oferece treinamentos em parceria com o SENAI, com os fornecedores de insumos e os fornecedores de equipamentos. Além disso, pessoas com maior tempo de empresa e experiência passam seus conhecimentos aos menos experientes.

Na empresa são executadas as manutenções preventivas, corretivas planejadas e não planejadas, estando no processo de montagens das latas, a solda e a recravação, os equipamentos mais críticos. Nessas manutenções são realizadas a montagem e desmontagem das peças para analisar ou trocá-las, limpeza, análise através de ruídos, temperatura, além da análise visual.

Eventualmente a empresa sofre com paradas não programadas e é preciso fazer a manutenção corretiva, mas está trabalhando para minimizar essas quebras, uma vez que ela trabalha com equipamentos de alta produtividade e qualquer parada gera um montante de perda financeira.

Com a ferramenta *Checklist*, os operadores e mecânicos de produção fazem anotações de anomalia ou melhoria dos equipamentos, e o setor de manutenção, semanalmente, analisa essas informações e atua conforme a prioridade.

No caso de manutenção preventiva, equipamentos que trabalham 24 horas por dia (Escala 12x36), é programado junto com o setor de PCP uma parada mensal de 12 horas para manutenção preventiva ou corretiva planejada. Para equipamentos que trabalham de segunda-feira até sábado (Escala 6x1), a cada 2 domingos do mês, é realizada a manutenção corretiva planejada ou preventiva, pois a linha de produção está parada. Também é realizada uma programação junto ao PCP para uma parada mensal de 12 horas para manutenção preventiva ou corretiva planejada. No caso de manutenção corretiva não planejada, esta ocorre durante o processo executado pela equipe de manutenção ou pelo mecânico de produção.

Um indicador importante utilizado na manutenção é o “indicador de disponibilidade de máquina”, que tem a função de demonstrar o tempo excedente das manutenções e o tempo que os equipamentos estão acessíveis para produção, de acordo com o programado. Alguns fatores podem influenciar nesse indicador, como os equipamentos de alto custo e peças de difícil reposição, por exemplo. No primeiro caso, apesar de possuírem aproximadamente 92% de todas as peças de reposição, grande parte dos equipamentos são importados e isso faz com que o restante das peças de reposição tenha alto custo. Já no segundo, há uma certa dificuldade com peças eletrônicas devido a idade dos equipamentos, que acabam ficando obsoletas. Além disso, algumas vezes a empresa tem retrabalho nas manutenções, cujo causador do problema ou o problema raiz não foi tratado devidamente.

Para auxiliar o departamento de manutenção, a gestão das peças de reposição é realizada pelo almoxarifado. É ele quem controla a entrada e a saída das peças. Após o setor de manutenção cadastrar as peças no sistema, que é integrado com as demais áreas da empresa, é emitido uma ordem de compra para o setor de compras, que analisa junto com o financeiro, e estes aprovam ou não. Estes itens (peças) são classificados como itens de estoque, e toda vez que atingir o número mínimo dessas peças, é gerado um novo pedido de compra.

Considerando os tipos de manutenções que são realizados na empresa (corretiva e preventiva), ela poderia implementar a manutenção preditiva. Esse tipo de manutenção é considerado um próximo passo para melhorar a despesa com peças, máquinas paradas, mão de obra parada, falta de flexibilidade de produção e atraso na entrega do produto ao cliente. Nesse sentido, Silva (2012) acrescenta que há uma redução das quebras de equipamentos durante a operação, que provocam danos secundários em outros componentes e, com a aplicação de programas de manutenção preditiva, resulta em reduções da ordem de 2/3 nos prejuízos com paradas inesperadas de produção e 1/3 nos gastos com manutenção.

Apesar da manutenção preventiva ter seus benefícios e ser vantajosa em relação à manutenção corretiva, ela exige o desligamento de equipamentos e sistemas, e isso pode afetar a disponibilidade dos equipamentos, uma vez que o sistema de produção da empresa

é contínuo e precisa manter uma alta produtividade. Além disso, pode provocar erros na provisão ou na gestão de estoques.

Quando se trata de procedimentos corretivos, os custos são ainda maiores, e existem fatores que justificam esses altos custos, como alto tempo de inatividade de equipamentos e alto custo de peças de estoque. Com isso, graças à análise preditiva, a empresa consegue aumentar o tempo de atividade do equipamento, aproveitar sua vida útil, diminuir as atividades com manutenção corretiva e preventiva e, assim, evitar o aumento de danos.

A empresa trabalha com equipamentos fabricados na Suécia, Alemanha e são de altos valores de aquisições. Mesmo tendo representante no Brasil, as peças são produzidas nos países citados e isso torna um custo de manutenção alto. Trocar uma peça por tempo determinado (conforme previsto em manuais) sem que ela apresente nenhum desgaste prematuro, faz com que a empresa desembolse um capital de giro, afetando seu orçamento para um investimento futuro.

Diferente da manutenção preventiva, o conceito da manutenção preditiva é trocar quando um indicador apresenta uma variação no monitoramento. Exemplo: se a temperatura de um motor elétrico de ímãs de neodímio durante o trabalho chegar próximo à 80°C, já acende um alerta, com isso é feito um acompanhamento e substitui somente o necessário, sem desfazer de recurso financeiro, mantendo a saúde do equipamento e tendo controle de cada item que compõe os equipamentos. Desse modo, é possível tratar a causa raiz do problema com menos pessoas envolvidas na manutenção e maior tempo de reposta, além de reduzir os custos envolvidos para realizar a manutenção do equipamento.

Para a empresa trabalhar com a manutenção preditiva, alguns equipamentos têm que ser instalados, como os dispositivos de monitoramentos (termômetro, análise de vibrações, termografia, ultrassom). Alguns tipos de dispositivos não serão instalados em todos os equipamentos, pois a maior parte do conjunto já os possui. Além de implementar os dispositivos, treinar os manutentores de produção e manutenção para analisar e acompanhar esses monitoramentos.

Apesar de a instalação de sistemas de monitoramento contínuo apresentar um custo inicial relativamente elevado, em torno de 1% do capital total do equipamento, a relação custo/ benefício gira em torno de 1/5 (KARDEC; NASCIF, 2009). Outro ponto a ser considerado é o aumento da segurança da fábrica. Isso inclui segurança pessoal, mecânica e ambiental, o que permite também a redução de custos com segurança.

## **6 CONCLUSÃO**

Este trabalho contemplou diversos aspectos relacionados à manutenção visando implementar a manutenção preditiva. Por meio desse estudo foi possível perceber a importância da manutenção dos equipamentos para garantir a qualidade e a produtividade das empresas. A manutenção é de extrema importância para qualquer organização, pois seu principal objetivo é manter a disponibilidade dos equipamentos, gerenciar os recursos e eliminar os defeitos das máquinas.

Assim como a forma de produzir e o gerenciamento dessa produção se evoluíram, a forma de realizar a manutenção também precisou sofrer melhorias. Dessa forma, a tomada de decisão de qual tipo de manutenção a empresa irá utilizar, pode colocar ela em uma posição diferente aos seus concorrentes. Isso interfere diretamente na produção, afetando de forma positiva ou negativa a qualidade do produto e a flexibilidade para atender a demanda dos clientes.

Com os dados coletados da empresa, a implementação da manutenção preditiva poderia melhorar o desempenho da produção, os indicadores de disponibilidade de máquinas, além dos custos com manutenção, ambiental e segurança. Todos os argumentos e citações apresentados tiveram como objetivo mostrar que a função

manutenção dever ser considerada estratégica dentro da organização e que pode e deve ser utilizada para reduzir o custo total do processo produtivo, bem como um investimento ao invés de uma despesa adicional.

Considera-se, portanto, que foram alcançados todos os objetivos traçados para este trabalho, que é demonstrar a contribuição da manutenção preditiva em uma empresa de embalagens metálicas e, apesar de não existir um único caminho ou metodologia corretos e ideais para escolher qual tipo de manutenção utilizar, há práticas, conceitos e técnicas diversos que, se aplicados correta e coerentemente, poderão garantir excelentes resultados para a organização.

Com exemplos citados neste trabalho entende-se que para a eficácia da manutenção, as falhas e anomalias devem ser tratadas de modo antecipado, considerando que “a prevenção é o melhor remédio”. Com isso, é importante um acompanhamento contínuo de máquinas e equipamentos, pois as falhas representam improdutividade e atrasos na produção.

Com o desenvolvimento deste trabalho e os conhecimentos adquiridos diante deste estudo, há oportunidades de trabalhos futuros para serem abordados principalmente no tema relativo à Indústria 4.0, assunto este de grande relevância no panorama atual.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000.

ANTUNES, J. *et al.* **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 324 p.

COSTA, M. de A. **Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <[https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012\\_3\\_Mariana.pdf](https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2021.

DUARTE, J; BARROS, A. (Orgs.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2006. 380p.

FERREIRA, L. L. **Implementação da Central de Ativos para melhor desempenho do setor de manutenção: um estudo de caso Votorantim Metais**. 2009. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009. Disponível em: <[https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2009\\_1\\_Livia.pdf](https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2009_1_Livia.pdf)>. Acesso em: 25 out.2021.

FIESP, SENAI-SP, Fundação Roberto Marinho. **Manutenção**. São Paulo, 1996. (Telecurso 2000 Profissionalizante - Mecânica).

FREITAS, M. A. S de. **Implementação da Filosofia TPM (Total Productive Maintenance) um estudo de caso**. 2002. Disponível em: <<http://www.epr.unifei.edu.br/TD/producao2002/PDF/Marco.PDF>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

GOODE, W. J.; HATT, P. **Métodos em Pesquisa Social**. São Paulo. Companhia Editora Nacional, 1979.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 384 p.

MARQUES, R. Q.; RIBEIRO, J. L D. **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: 01 out. 2021.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 555 p.

MONCHY, F. **A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial**. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 424 p.

- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- \_\_\_\_\_. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 617 p.
- PARANHOS FILHO, M. **Gestão da produção industrial**. Curitiba: Ibplex, 2012. 339 p.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: Unicenp, 2007. 750 p.
- PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. **Manutenção**: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed. 2007.
- SILVA, Michel Phelipe da Trindade e. **Aplicação de técnicas de manutenção preditiva para o aumento da confiabilidade de locomotivas diesel elétrica: Manutenção Preditiva**. 2012. 71 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Transporte Ferroviário, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012. Cap. 3. Disponível em: < <http://transportes.ime.eb.br/etfc/monografias/MON055.pdf> >. Acesso em: 15 abr. 2022.
- SIQUEIRA, I. P. (2005). **Manutenção Centrada na Confiabilidade**. Manual de Implementação. Qualitymark.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.
- \_\_\_\_\_. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.
- \_\_\_\_\_. **Administração da Produção**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- SOUZA, F. J. de. **Melhoria do pilar “Manutenção Planejada” da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de Manutenção**. 2004. 115f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: < [http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/fabio\\_januario\\_souza.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/fabio_januario_souza.pdf) >. Acesso: em 05 out. 2021.
- VIANA, H. R. G. A. **PCM, planejamento e controle de manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, Ed., 2002. 192p.
- WIMMER, R. D.; DOMINICK, J. R. **La investigación científica de los medios de comunicación: una introducción a sus métodos**. Barcelona: Bosch, 1996.
- WYREBSK, J. **Manutenção Produtiva Total**. Um Modelo Adaptado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: < <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy.>>. Acesso em: 20 abr. 2022.
- XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.
- YIN, R. K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. De que modo está organizado o setor de manutenção em sua empresa?  
 É descentralizado. Existe uma equipe própria de manutenção para cada processo ou área.  
 É centralizado. Existe apenas uma equipe de manutenção que atua em toda a empresa.  
 É misto, sendo que cada área/processo tem uma equipe própria, mas a função de manutenção é centralizada por um órgão que gerencia e controla os processos e pessoas envolvidas.  
 A manutenção é terceirizada.
2. Há a utilização de algum sistema, informatizado ou manual, de Planejamento e Controle da Manutenção? A empresa possui algum software de manutenção?
3. A área de manutenção possui indicadores para medir seu desempenho, através de análises periódicas destes indicadores?
4. Você tem conhecimento sobre inspeção de equipamento, na empresa?
5. A empresa possui estoque de peças para reposição?
6. A empresa oferece treinamentos para os funcionários da manutenção?
7. Qual a principal causa da necessidade de manutenção preventiva nesta fábrica?
8. Com que frequência os equipamentos desta empresa apresentam necessidade de manutenção corretiva?
9. Você considera que a utilização da manutenção preventiva nesta empresa, melhoraria os lucros da empresa?
10. Quantas pessoas trabalham no setor da manutenção e quais são as suas funções?
11. Quais tipos de manutenções são executadas na empresa?
12. Quais são os equipamentos mais críticos do processamento da lata?
13. Como e quando são realizadas as atividades da manutenção?
14. A empresa sofre com paradas não programadas por quebra de maquinário?
15. Como é realizada a gestão das peças de reposição?
16. A empresa possui um plano estratégico de paradas emergenciais?
17. A planta industrial conta com equipamentos de altos custos?
18. Os equipamentos são compostos por peças de difícil reposição?
19. A empresa tem recorrido às horas extras de equipe de manutenção?
20. A empresa tem retrabalho nas manutenções?