

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE GESTÃO E ECONOMIA
CURSO ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANDERSON VALÉRIO SOUZA DA SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DE *KAIZEN* BASEADO NA CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE
PROTEÇÃO CONTRA A ENTRADA DE OBJETOS METÁLICOS EM CANHÕES
DE EXTRUSORAS DE TINTAS EM PÓ**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2020

ANDERSON VALÉRIO SOUZA DA SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DE *KAIZEN* BASEADO NA CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE
PROTEÇÃO CONTRA A ENTRADA DE OBJETOS METÁLICOS EM CANHÕES
DE EXTRUSORAS DE TINTAS EM PÓ**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Especialização apresentado como requisito
parcial para a obtenção do título de Especialista
em Engenharia da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Tonon

CURITIBA

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

IMPLEMENTAÇÃO DE *KAIZEN* BASEADO NA CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA A ENTRADA DE OBJETOS METÁLICOS EM CANHÕES DE EXTRUSORAS DE TINTAS EM PÓ

Esta monografia foi apresentada no dia 31 de outubro de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato Anderson Valério Souza da Silva apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dr. Leonardo Tonon
Orientador

Msc. Egon Bianchini Calderari
Banca

Dra. Luciana Vieira de Lima
Banca

Msc. Sérgio Zagonel
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Qualquer conquista assim como esta, estarei sempre agradecendo primeiramente a Deus, e dedicando a minha esposa Bárbara B.S. da Silva e aos meus amados filhos Théo Gabriel e

Kayo Eduardo Souza da Silva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente aos meus gestores e a empresa PAUMAR S.A., por me oportunizarem estes conhecimentos, que serão de suma importância para o meu crescimento nesta companhia.

“Quando me disseram que eu não venceria a tempestade,

Eu Respondi: eu sou a tempestade”

RESUMO

SILVA, Anderson Valério Souza. **Implementação de *kaizen* baseado na criação de um sistema de proteção contra a entrada de objetos metálicos em canhões de extrusoras de tintas em pó.** 2020. 42 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

O presente trabalho, propõe a realização de um estudo que mostrará o quanto é viável criar um sistema de proteção que detecte a entrada de objetos metálicos nos canhões das extrusoras durante o processo de extrusão de tintas em pó.

Este processo se onera de forma considerável pelo alto custo dos componentes mecânicos de desgaste que estão em contato com o produto durante o processo de extrusão, sendo os principais componentes, os pinos e elementos, que são extremamente danificados, quando ocorre a entrada de algum objeto metálico dentro do canhão, enquanto o processo de extrusão está em andamento.

O custo decorrente da constante e necessária substituição dos pinos e elementos, impacta diretamente no preço final do produto e analisando atentamente este processo, foi possível perceber que há duas causas controláveis, que causam a quebra destas peças de desgaste: a primeira delas é a entrada acidental de algum objeto metálico que possa estar ocasionalmente misturado aos insumos utilizados na fabricação da tinta e a segunda, pode ser uma ação humana indevida, como por exemplo o uso de ferramentas metálicas durante limpezas e manutenções. Em qualquer uma das ocorrências, devido ao movimento helicoidal no interior do canhão, a presença dos materiais metálicos seguirá quebrando os pinos e elementos que o compõe. Cabe destacar ainda que, para cada tipo de tinta há uma configuração de montagem de pinos e elementos, o que, por sua vez, podem aumentar os custos, no caso de uma quebra. Para exemplificar o desperdício ocasionado, no mês de fevereiro de 2020, ocorreu uma quebra causada pela entrada de um corpo estranho metálico, ocasionando a quebra de alguns pinos e elementos, contabilizando uma perda de aproximadamente R\$ 47.000,00 somente neste evento. Com base nestes fatos, e tomando por base os entendimentos do *Kaizen*, propõe-se a realização de um estudo de caso visando projetar um dispositivo que detecte a presença de objetos metálicos na entrada do canhão. Tal dispositivo contribuiria para que o equipamento fosse desligado mediante a detecção, evitando ou diminuindo os danos causados ao equipamento.

Palavras-chave: *Kaizen*. Tinta Pó. Sistema de Proteção.

ABSTRACT

SILVA, Anderson Valério Souza. **Implementation of *kaizen* based on creation of a protection system against the entry of metallic objects in barrels of powder coat extruders.** 2020. 42 f. Monography. (Specialization in Production Engineering) - Department of Management and Economics - DAGEE, Federal University of Technology of Paraná. Curitiba, 2020.

The present work proposes the accomplishment of a study that will show how much viable is to create a protection system that detects the entrance of metallic objects in the barrels of the extruders during the powder coat extrusion process.

This process is considerably burdened by the high cost of mechanical components wearing out which are in contact with the product during the extrusion process, being the main components, the pins and elements, which are extremely damaged when a metallic object enters the barrels while the extrusion process is in progress.

The cost resulting from the constant and necessary replacement of pins and elements impacts directly in the product final price. Carefully analyzing this process it was possible to observe that there are two controllable causes which cause the breaking of these wearing out parts: the first one is the accidental entry of some metallic object that may be occasionally mixed with the inputs used in the manufacture of the coat. The second possibility is probably by improper human action, such as the use of metal tools during the cleaning and maintenance. In any of the occurrences, due to the helical movement inside the barrel, the presence of metallic materials will continue breaking the pins and elements that compose it. It should also be noted that, for each type of coat there is a configuration of pins and elements, which, in turn, can increase the costs in the event of a breakdown. To exemplify, the waste caused in the month of February 2020, there was a break caused by the entry of a metallic foreign body causing the breaking of some pins and elements, accounting a loss of approximately R \$ 47,000.00 only in this event. Based on these facts, and based on the *Kaizen* understandings, it is proposed to conduct a study of the case in order to design a device that is able to detect the presence of metallic objects in the barrels entrance. Such device would contribute to the equipment being turned off upon detection of any foreign body, avoiding or reducing damage to the equipment.

Keywords: *Kaizen*. Powder Coats. Protection System.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Composição básica da tinta em pó | 20 |
| Figura 2- Fases do processo produtivo | 20 |
| Figura 3 - Misturador de tintas em pó | 21 |
| Figura 4 - Extrusora de tintas em pó | 22 |
| Figura 5 - Extrusora com o canhão aberto | 22 |
| Figura 6 - Elementos e pinos de extrusão | 23 |
| Figura 7 - Tinta já extrusada passando sobre rolos refrigerados | 23 |
| Figura 8 - Moinho classificador de tintas em pó | 24 |
| Figura 9 - Princípio de funcionamento – Sensor Indutivo | 25 |
| Figura 10 - Sensor indutivo tipo anel | 26 |
| Figura 11 - Teflon para usinagem | 27 |
| Figura 12 - Vedação de borracha nitrílica | 28 |
| Figura 13 - Consumo de elementos - Controle da produção | 32 |
| Figura 14 - Compras de elementos - Controle de suprimentos | 33 |
| Figura 15 - Dispositivo projetado | 34 |
| Figura 16 - Posição de instalação do dispositivo | 34 |
| Figura 17 - Funcionamento do sistema após instalação do dispositivo | 35 |
| Figura 18 - Modelo <i>Kaizen</i> - Padrão WEG | 36 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Composição básica da tinta em pó | 19 |
| Quadro 2 - Cronograma do Projeto | 36 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------|-----------------------------------|
| CLP | Controlador Lógico Programável |
| IHM | Interface Homem Máquina |
| LC | Indutor e Capacitor em Paralelo |
| NBR | Borracha de Nitrilo Butadieno |
| OEM | Original Equipment Manufacturer |
| PTFE | Polímero Politetrafluoretileno |
| RSCI | Retorno Sobre o Capital Investido |
| WMS | Weg Manufacturing System |
| PDCA | Ciclo PDCA – Plan,Do,Check,Act |
| APM | Análise de Problema de Manutenção |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 TEMA DA PESQUISA..... | 12 |
| 1.2 PROBLEMA DA PESQUISA | 12 |
| 1.3 JUSTIFICATIVA | 12 |
| 1.4 OBJETIVO GERAL..... | 13 |
| 1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 13 |
| 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO | 13 |
| | |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 2.1 <i>KAIZEN</i> | 15 |
| 2.2 TINTAS EM PÓ | 19 |
| 2.2.1 Composição Básica da Tinta em Pó | 19 |
| 2.2.2 Processo Produtivo de Tintas em Pó..... | 20 |
| 2.2.3 Pré-Mistura | 21 |
| 2.2.4 Extrusão | 21 |
| 2.2.5 Resfriamento..... | 23 |
| 2.2.6 Micronização | 23 |
| 2.2.7 Classificação e Embalagem | 24 |
| 2.3 SENSORES INDUSTRIAIS | 24 |
| 2.3.1 Sensores Indutivos | 25 |
| 2.3.2 Características Gerais | 26 |
| 2.4 MATERIAIS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DO DISPOSITIVO..... | 26 |
| 2.4.1 Teflon (PTFE)..... | 27 |
| 2.4.2 Borracha Nitrílica | 27 |
| | |
| 3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO | 29 |
| | |
| 4 APRESENTAÇÃO DO CASO E DISCUSSÕES | 31 |
| 4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA | 31 |
| 4.2 DISCUSSÃO DO CASO..... | 32 |
| | |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 39 |
| | |
| REFERÊNCIAS..... | 41 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente nas indústrias, a busca pela competitividade está cada vez mais acirrada, e com isso, as empresas começaram a perceber que a aceitação das novas tecnologias e ferramentas da qualidade objetivando melhorias, só trazem benefícios.

Para que estes benefícios sempre estejam presentes, faz-se necessário, que as empresas conquistem a atenção e confiança de seus colaboradores de forma a fazê-los pensar e agir como um time, e juntos promover as mudanças necessárias para que as melhorias sejam contínuas.

Embora se tenha várias fontes de estudo que possam gerar bons projetos de melhoria dentro de uma organização, é no chão de fábrica que se encontram as melhores oportunidades. “Os departamentos de produção da grande maioria das empresas representam a maior parte do seu ativo e do seu pessoal”, conforme comenta Slak (1993, p. 13). Percebe-se que se houver o engajamento dos colaboradores, em especial do chão de fábrica, as melhorias relacionadas aos processos tendem a um maior êxito, pois são eles que diariamente convivem na produção.

Passa-se grande parte do tempo observando os processos produtivos de forma a encontrar maneiras de reduzir perdas e outras fontes de desperdício, e para isso, as propostas de melhorias contínuas, ou *Kaizen*, mostram-se muito apropriadas. Para Júnior (2008), o *Kaizen* é como um processo de aprimoramento contínuo, que consiste na busca de melhorias pela inovação dos processos produtivos, dos métodos, dos produtos, das regras e dos procedimentos.

No caso da empresa PAUMAR S.A., que é a divisão tintas do grupo WEG, sendo uma das maiores fabricantes de tintas industriais do Brasil e a maior fabricante de tintas em pó da América Latina, será utilizado o *Kaizen* como forma de promover a solução de alguns problemas que existem no processo de fabricação de tintas em pó.

Cabe destacar, que o processo produtivo de tintas em pó, é dividido em 04 etapas, sendo elas: pré-mistura, acerto de características, extrusão/resfriamento, micronização/classificação e embalagem. O presente trabalho visa buscar alternativa de melhoria a ser implantada via *kaizen*, por meio da criação de um dispositivo que identifique a entrada de qualquer objeto metálico que possa acidentalmente danificar o equipamento. Cabe destacar que alguns elementos metálicos podem vir junto aos insumos utilizados na produção

ou ainda por qualquer ação voluntária¹ de introdução de ferramentas metálicas próximo aos pinos e elementos enquanto o eixo da extrusora estiver em funcionamento. O dispositivo, portanto, seria capaz de interromper a operação do eixo principal da extrusora, evitando a quebra dos pinos e elementos.

1.1 TEMA DA PESQUISA

Após essa breve contextualização, cabe destacar que a temática deste trabalho envolve o projeto de um dispositivo que perceba a entrada de objetos metálicos dentro do canhão de extrusão, tendo por base de estudo os entendimentos da ferramenta *kaizen*.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Buscou-se desta forma, informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: quais procedimentos e técnicas melhor se adequam ao desenvolvimento de um dispositivo que identifique a entrada de objetos metálicos no canhão de extrusão evitando a quebra de elementos durante o processo de fabricação de tintas em pó?

1.3 JUSTIFICATIVA

Este projeto tem por motivação a exploração da tecnologia em benefício da indústria de tintas Paumar S.A.

Considerando o atual cenário industrial, que está extremamente aquecido e em grande expansão, é de grande valia idealizar soluções que unam a tecnologia as ferramentas da qualidade de forma a otimizar os processos e reduzir os desperdícios.

Desta forma, espero que com este tema em questão, eu possa contribuir com o desenvolvimento da empresa, criando e adaptando novas tecnologias objetivando a redução de desperdícios decorrentes de quebra de máquinas.

A empresa estudada, via de regra, tem adotado padrões de melhoria contínua em suas operações. Nesse contexto, este trabalho se justifica por ir ao encontro do uso das ferramentas

¹ Neste caso, a “ação voluntária”, é entendida como os atos promovidos pelos operadores de extrusora que se utilizam de algumas ferramentas metálicas para limpar, ou mesmo desobstruir, o equipamento em determinadas situações.

Kaizen, na medida em que contemplará a melhoria de um processo. Além disso, o que serviu de inspiração para a idealização deste projeto, foi a necessidade de reduzir os riscos de quebra de elementos de extrusão durante o processo de produção de tintas em pó, de forma a proporcionar reduções relevantes de custos, reduzir o tempo de máquina parada e melhorar a lucratividade do produto.

Para Liker (2005), os desperdícios são os males que mais prejudicam a sobrevivência das empresas frente a competitividade. Lembramos que o desperdício se pode dar de diversas formas e ser contabilizado também de diversas formas, por hora, por peça, por metro, mas ao final, tudo se converte em valores monetários, ou seja, dinheiro.

1.4 OBJETIVO GERAL

Investigar quais são os procedimentos e técnicas mais adequados para o desenvolvimento de um dispositivo que identifique a entrada de objetos metálicos no canhão de uma extrusora durante o processo produtivo de tintas em pó.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever e avaliar o processo de extrusão da fábrica de tintas em pó.
- Investigar a aplicação de sensores que melhor se adequam a esta necessidade e intempéries do processo.
- Propor o desenvolvimento de um dispositivo, que traga benefícios ao processo de extrusão.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho contempla 5 capítulos, iniciando com sua introdução, apresentando resumidamente uma contextualização, acompanhada da problemática, justificativa e também dos objetivos gerais e específicos. No segundo capítulo, realiza-se toda a explanação do referencial teórico, bem como da tecnologia de sensores e demais materiais a serem utilizados no projeto. Já no terceiro capítulo, serão esclarecidos os métodos de pesquisa.

No quarto capítulo são descritos os contextos bem como as informações acerca do projeto do dispositivo. Por fim, serão apresentadas as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Embora existam outras metodologias e técnicas para a redução de custos, este estudo se concentra em pesquisar e desenvolver, através do *Kaizen*, um dispositivo de segurança para extrusoras de tinta em pó.

A escolha do método *Kaizen*, como ferramenta para atuar neste projeto, se deu pelo fato da agilidade e rapidez para implantá-lo em nossa empresa, pois a PAUMAR S.A. apoia incondicionalmente a implementação de *Kaizens* em nossa área produtiva.

Segundo Júnior (2008, p. 34), “O aprimoramento pode ser alcançado de duas formas distintas: através de um melhoramento revolucionário implementado pela inovação ou por um melhoramento contínuo baseado na ferramenta *kaizen*”. No caso deste trabalho, acredita-se que as duas possibilidades acima apresentadas se farão presentes ao longo do projeto.

2.1 KAIZEN

A expressão *kaizen*, surgiu no Japão após a 2ª Guerra Mundial, pois neste momento da história o país se encontrava devastado e por consequência as condições de trabalho se tornaram muito difíceis (WOMACK e JONES, 2004).

Próximo do ano de 1950, o Japão passou a investir na qualificação de seus trabalhadores, e neste momento implantou-se a metodologia *Kaizen*, que tinha por objetivo realizar pequenas melhorias nos processos produtivos das empresas, mas também mantê-los continuamente em evolução, estabelecendo uma cultura voltada ao aprimoramento da organização como um todo (WOMACK e JONES, 2004).

O seu propósito vai além de apenas aumentar a produtividade, serve também para humanizar o ambiente de trabalho, eliminando trabalhos que exijam esforços em demasia, aplicando métodos científicos e observando e eliminando desperdícios, ou até mesmo transformar o desperdício em valor (WOMACK e JONES, 2004).

A palavra *kaizen* é a junção de duas outras palavras do idioma japonês: “Kai” que significa mudança e “Zen” que significa para melhor, então, mesmo que tenha diversas definições na literatura, o significado da palavra pode ser simplificado para “melhoria contínua” (ORTIZ, 2010).

A metodologia *kaizen* é focada na filosofia da melhoria contínua e no envolvimento de todos os profissionais da equipe envolvidos no projeto, visando implementar pequenas melhorias e padronizações que levem a grandes resultados (PRATA e GIROLETTI, 2017).

Desse modo, *kaizen* também pode ser entendido como a instauração de uma mentalidade de melhoria contínua, usando a criatividade e iniciativas para identificar problemas e desenvolver e implementar ideias para soluções que agreguem qualidade, partindo do pressuposto que tudo pode ser melhorado e tudo pode ser executado melhor ou de forma mais eficiente. Uma frase de domínio público que simboliza este conceito é: "Hoje melhor do que ontem, amanhã melhor do que hoje". A essência do *kaizen* é simples e direta: *kaizen* significa melhoramento (IMAI, 1994). Mais ainda, *kaizen* significa contínuo melhoramento, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A filosofia do *kaizen* afirma que o nosso modo de vida - seja no trabalho, na sociedade ou em casa - merece ser constantemente melhorado (IMAI, 1994, p. 3).

Para Sanchez (2020), a implantação do *kaizen* traz grande incremento de qualidade em toda a empresa e em seus colaboradores, pois a busca pela excelência se torna algo natural para todos, gerando assim vários benefícios, tais como a qualidade dos produtos e serviços, e a eliminação de desperdícios.

Um dos diferenciais da ferramenta *kaizen* é seu custo, que normalmente é baixo no que diz respeito a sua implantação, não necessitando de muita tecnologia ou ferramentas avançadas, e sim tendo como principal recurso o esforço, a dedicação da equipe e a disciplina da mesma.

A prática do *kaizen*, exige um engajamento mútuo, do operador de máquina ao diretor da empresa, onde todos devem ter a liberdade de contribuir com ideias de toda ordem, objetivando o sucesso do projeto. Os objetivos devem ser muito bem esclarecidos, para que se possa atacar com objetividade a eliminação dos desperdícios detectados. De acordo com Prata e Giroletti (2017, p. 93), "o evento *kaizen*, traz muitos benefícios, como o fortalecimento das habilidades de trabalho em equipe, liderança, pensamento objetivo e claro, e solução de problemas".

Um fator importante para o sucesso da utilização da ferramenta *kaizen* é que todos estejam preparados para contribuírem com suas ideias de melhoria e a organização preparada para implantar essas ideias em seus processos. O *kaizen* requer, no entanto, uma mudança na percepção – uma mudança da cultura – de todos na organização. Todos devem, constantemente, identificar todos os tipos diferentes de desperdício no trabalho para poder eliminá-los. Uma

característica para o sucesso do *kaizen*, portanto, é o trabalho em equipe, sendo fundamental o apoio da gerência, além dos recursos essenciais para execução das tarefas (SHARMA e MOODY, 2003).

De acordo com Imai (1990), existem 10 mandamentos a serem seguidos na metodologia *kaizen*, sendo eles:

- A. O desperdício deve ser eliminado;
- B. Melhorias graduais devem ser feitas continuamente;
- C. Todos os colaboradores devem estar envolvidos, inclusive a alta hierarquia;
- D. Baseia-se em uma estratégia sem investimentos significativos;
- E. Aplica-se em qualquer lugar, em qualquer cultura organizacional;
- F. Apoia-se numa gestão visual, tornando claro os procedimentos de implantação;
- G. Tem o foco voltado ao chão de fábrica;
- H. Orienta-se para todos os processos;
- I. Prioriza as pessoas, através do trabalho em equipe;
- J. Tem por lema: Aprender fazendo.

Como grande parte das organizações contam com recursos limitados ou controlados, deve-se manter o foco e disciplina de forma a não desperdiçá-los, caso contrário estaremos desperdiçando ao tentar não desperdiçar, sendo assim, um dos grandes objetivos é simplificar as atividades, minimizando a possibilidade de ocorrer erros, tornando viável a forma correta de realizar os processos, fazendo automações ou até mesmo reestruturando processos (DENNIS, 2008).

O *Kaizen* deve se basear na simplicidade e na forma simples de resolver os problemas, dando importância a qualquer ideia que surja em meio ao projeto, por mais simples que ela seja. Dennis (2008) afirma que os integrantes têm prazer com o trabalho, pois suas ideias são ouvidas pela organização.

Um grande erro de muitas empresas é tornar o *kaizen*, uma metodologia extremamente formal e se utilizar de ferramentas e tecnologias muito complexas, dificultando o entendimento e envolvimento dos membros da equipe que muitas vezes são oriundos do chão de fábrica. Para Cardoso, Luz, *et al* (2017, p. 11),

O treinamento, neste contexto, tem a função de qualifica-los a fazê-los agir de forma inteligente, segura e ágil para lidar com as diferentes situações prováveis de ocorrer em seu ambiente de trabalho. Para que uma equipe esteja apta a contribuir com a resolução de problemas e sugestões de mudanças, é fundamental que esteja treinada (CARDOSO e LUZ et al, 2017, p. 11).

Embora a implantação do *kaizen* possa ser subsidiada por diversas ferramentas da qualidade, acredita-se que a sua relação com o Ciclo PDCA, seja a de maior relevância. Segundo Imai (1990) o ciclo PDCA gira sem parar e assim que um melhoramento é feito, ele se torna o padrão que será desafiado com novos planos de mais melhoramentos, assim como o *kaizen*.

Para Oliani, Pascoalino e Oliveira (2016) a continuidade do *kaizen* é dada pela aplicação do ciclo PDCA que possui uma série de atividades com o objetivo de melhoramento onde:

- P significa Planejar e visa estabelecer melhorias através da elaboração de planos de ação para atingir os objetivos;
- D origina-se do verbo DO, que significa Fazer, ou seja, colocar em prática os planos e a aplicação dos mesmos;
- C significa Verificar, tem o objetivo de analisar se as implementações dos planos foram alcançadas;
- A significa Agir, que é a realização e padronização dos novos procedimentos.

Um dos maiores desafios na implantação do *kaizen* é fazer com que todos os membros da equipe apresentem suas ideias de forma desembaraçada e dinâmica e se entusiasmem com o andamento do projeto, entrando aí mais uma vez a importância dos membros da alta hierarquia, apoiando e motivando a interação entre todos do grupo e a instauração de um *brainstorm* (MARTINS e ALT, 2001).

A técnica de *brainstorm* é explicada por Martins e Alt (2001, p. 328) da seguinte maneira:

processo criativo, desenvolvido a partir de grupos de pessoas, normalmente de formações diferentes, em que ideias aleatórias são geradas sem preocupação de crítica, levando por associação, a que uma ideia inovadora seja gerada e aplicada (MARTINS e ALT, 2001, p. 328).

Em suma, o *kaizen* além de promover os seus ganhos financeiros, também possibilita uma ótima interação entre o grupo e a qualificação dos funcionários, além de contribuir de forma significativa no processo de implantação. Embora se possa aplicar a metodologia do

kaizen em vários locais, podemos afirmar que os maiores ganhos estão nos *kaizens* aplicados nas fábricas, visto que é lá que estão os produtos e processos, onde tempos podem ser reduzidos e processos de produção melhorados.

2.2 TINTAS EM PÓ

As tintas em pó, são compostas unicamente de materiais sólidos, formando uma mistura de polímeros, também chamados de resinas, pigmentos, aditivos e cargas minerais, que após passarem pelo processo produtivo formam uma mistura homogênea, resultando em um pó de granulometria extremamente fina. Sua aplicação, normalmente realizada pelo processo eletrostático, pode ser realizada sobre qualquer superfície metálica que seja previamente preparada, apresentando um ótimo aspecto visual, bem como ótima resistência a impactos e intempéries (FAZENDA, 2005).

2.2.1 Composição Básica da Tinta em Pó

O revestimento de superfícies através da utilização de tintas em pó não é tão comum quanto o das tintas líquidas, porém quando se trata de substratos metálicos, pode-se fazer a substituição sem qualquer problema. Devido a sua composição, pode-se dizer que seus efeitos poluidores são mínimos, considerando que não usam qualquer tipo de solvente ou materiais voláteis, tendo sua formulação basicamente composta de resinas, endurecedores, aditivos, agentes de alastramento, cargas e pigmentos, conforme o apresentado no Quadro 1 (FAZENDA, 2005).

| COMPONENTE | PROPORÇÃO | FUNÇÃO |
|------------------------|-----------|--|
| RESINAS | 50 a 60% | Estrutura básica da tinta que confere todas as propriedades físico-químicas. |
| ENDURECEDOR | 1 a 5% | Atua no processo de polimerização da tinta. |
| ADITIVOS | 1 a 3% | Proporciona a tinta vários tipos de características e acabamentos. |
| AGENTE DE ALASTRAMENTO | 0,5 a 1% | Atua na superfície do filme, nivelando a aplicação evitando o efeito (casca de laranja). |
| CARGAS | 0 a 35% | Produto de origem mineral ou química, que contribui com algumas características ao filme curado. |
| PIGMENTOS | 0 a 35% | Responsáveis pela coloração da tinta. |

Quadro 1 - Composição básica da tinta em pó
 Fonte: (FAZENDA, 2005)

A Figura 1, ilustra de maneira mais clara a distribuição em percentuais de sua composição.

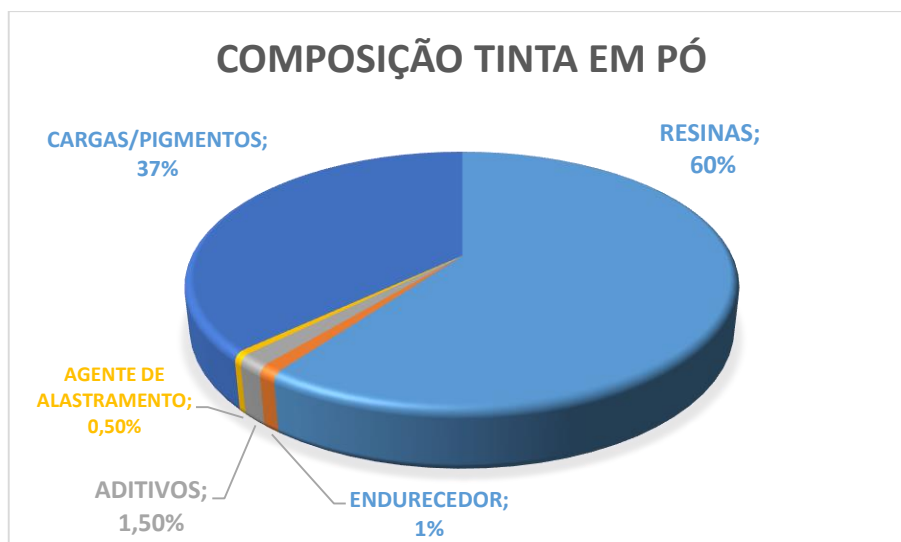


Figura 1 - Composição básica da tinta em pó
Fonte: (FAZENDA, 2005)

2.2.2 Processo Produtivo de Tintas em Pó

A literatura apresenta a definição de processo produtivo como sendo um conjunto de recursos e atividades inter-relacionadas que transformam insumos (entrada) em produtos (saída), visando a satisfação dos clientes (PASSARINI, 2014). O processo de fabricação de tintas em pó é bastante trabalhoso e suas etapas serão mostradas descritivamente a seguir na Figura 2, que ilustra um fluxograma produtivo do processo de fabricação de forma a facilitar a visualização esquemática do mesmo.

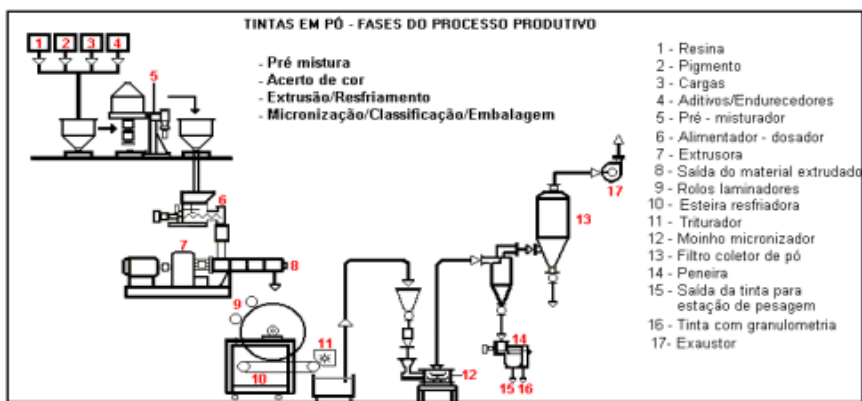


Figura 2 - Fases do processo produtivo
Fonte: (FAZENDA, 2005)

2.2.3 Pré-Mistura

As matérias-primas, que se encontram na forma de grânulos com tamanho de partícula inferior a 3mm, são misturadas em um misturador apropriado (Figura 3) até atingirem uma homogeneização adequada, sendo que esta operação ocorre em temperatura ambiente, além de que a pré-mistura deve garantir uma homogeneização perfeita a fim de se obter uma tinta em pó uniforme nas suas propriedades (FAZENDA, FONTES e CRUZ, 2009).

A homogeneização é conseguida quando não há grandes diferenças no tamanho e densidade das partículas dos diferentes sólidos a serem misturados (FAZENDA, FONTES e CRUZ, 2009).

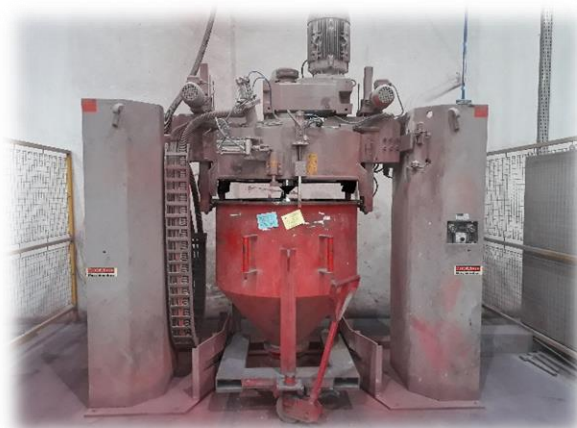


Figura 3 - Misturador de tintas em pó
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

2.2.4 Extrusão

A homogeneização que iniciou na pré-mistura é completada no processo de extrusão, onde as resinas usadas na fabricação de tintas em pó se fundem entre 75°C a 105°C, resultando em líquidos muito viscosos, onde a grande força de cisalhamento provocada pelo movimento da rosca extrusora, resulta em uma dispersão adequada dos pigmentos, cargas e aditivos, resultando em uma homogeneização eficiente (FAZENDA, FONTES e CRUZ, 2009).

As propriedades do revestimento são fortemente influenciadas pelas condições da extrusão: força de cisalhamento, tempo de residência do material dentro do canhão, temperatura de extrusão, etc. A escolha da extrusora adequada para cada produção é de suma importância, sendo as mais indicadas, as de uma só rosca ou de duas roscas (FAZENDA, FONTES e CRUZ, 2009). As Figuras 4 e 5 apresentam representações de extrusoras.



Figura 4 - Extrusora de tintas em pó
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

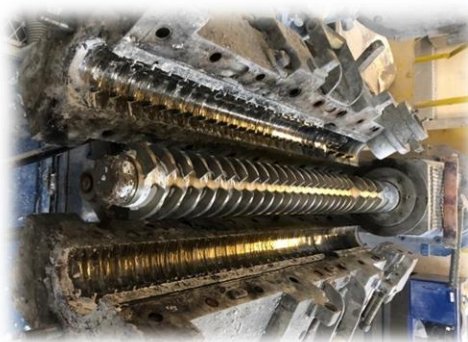


Figura 5 - Extrusora com o canhão aberto
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Dentro do processo de extrusão está localizado o objeto de estudo deste trabalho, pois a extrusão se dá dentro do canhão que é aquecido pelas resistências e dentro do canhão fica localizado o eixo onde são montadas as configurações de pinos e elementos. Os elementos (Figura 6), são dispositivos construídos em aço de liga especial e que são instalados sobre um eixo de forma a caracterizar uma rosca, sendo os mesmos responsáveis por transportar e cisalhar a mistura de forma a obter o produto que após moído se transformará em tinta pó.

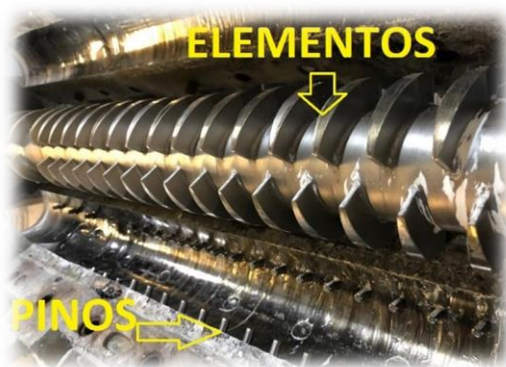


Figura 6 - Elementos e pinos de extrusão
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

2.2.5 Resfriamento

O material fundido, em forma de pasta com alta consistência, necessita ser resfriado o mais rápido possível tão logo saia do canhão, faz-se o material passar entre dois rolos resfriados com água gelada (aproximadamente 6°C), que vão continuamente conferindo ao material a forma de uma lâmina (Figura 7). No extremo oposto a extrusora, é acoplado um dispositivo que vai continuamente reduzindo a lâmina de tinta, agora sólida, em pequenos grânulos, os quais posteriormente serão convenientemente moídos (FAZENDA, FONTES e CRUZ, 2009).

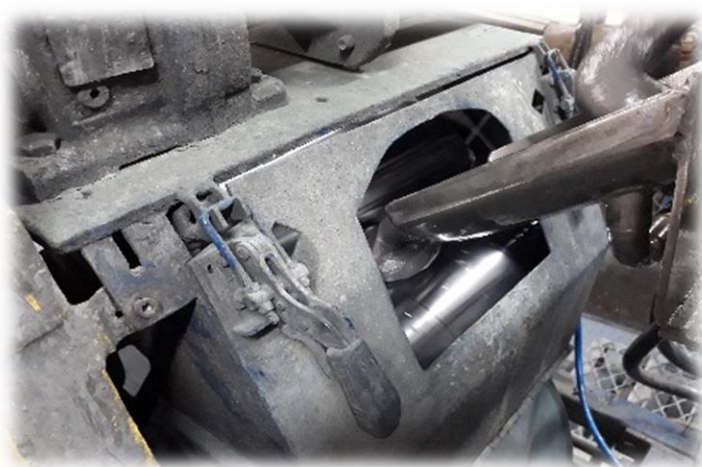


Figura 7 – Tinta já extrusada passando sobre rolos refrigerados
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

2.2.6 Micronização

É uma etapa muito importante do processo, pois a curva de distribuição do tamanho das partículas moídas, também chamada de perfil granulométrico, é fundamental para a aplicação e aspecto final da película de tinta. A moagem de sólidos é um processo mecânico no qual a redução do tamanho das partículas é obtida através do impacto dos grânulos maiores na superfície do moinho (FAZENDA, FONTES e CRUZ, 2009).

A operação de moagem, também chamada de micronização, deve permitir um controle do tamanho de partículas dentro de parâmetros preestabelecidos; em outras palavras, deve permitir a obtenção do material micronizado com uma determinada curva de distribuição do tamanho das partículas (FAZENDA, FONTES e CRUZ, 2009). Na Figura 8 é possível observar a imagem de um moinho classificador de tintas em pó.



Figura 8 - Moinho classificador de tintas em pó
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

2.2.7 Classificação e Embalagem

O controle da distribuição das partículas de tintas em pó é fundamental para se obter as propriedades de aplicação pré-estabelecidas, resultando no aspecto do acabamento desejado. A natureza quebradiça das tintas em pó faz com que as partículas uma vez moídas, apresentem um aspecto geométrico irregular, fato que origina dois problemas, sendo eles: o alastramento difícil quando depositadas na forma de uma partícula sobre um substrato e a distribuição não uniforme da carga elétrica na partícula quando o sistema de aplicação é o eletrostático (FAZENDA, FONTES e CRUZ, 2009).

2.3 SENSORES INDUSTRIAIS

Os sensores surgiram em meados de 1950, tornando-se com o passar do tempo, dispositivos de suma importância para a automação das indústrias, sendo responsáveis por realizar a detecção de quaisquer movimentações ou presença no ambiente fabril.

De acordo com Thomazini e Albuquerque (2005), nos processos produtivos existe uma grande necessidade de medir e conhecer diversas grandezas físicas, por isso a instrumentação é uma área que está sempre se desenvolvendo e é cada vez mais utilizada nos processos automatizados.

Na maioria dos processos automatizados é necessária a realimentação do processo para que o dispositivo de controle conheça a saída do sistema e possa tomar as ações necessárias, e é justamente a instrumentação que vai viabilizar este processo de realimentação. Como existem diversos processos envolvendo grandezas físicas de toda ordem que podem ser controladas ou monitoradas, foram desenvolvidos vários instrumentos de medição para atender estas

exigências, e um dos mais utilizados são os sensores industriais (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2005).

Devido à grande variedade de aplicações os sensores se subdividem em diversos tipos, como por exemplo sensores ópticos, capacitivos, indutivos, resistivos, ultrassônicos, magnéticos, termo resistivos, radioativos, entre outros. Cabe destacar, no entanto, que o sensor indutivo é o modelo que será utilizado no projeto aqui proposto e, portanto, será merecedor de uma melhor explanação (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2005).

2.3.1 Sensores Indutivos

De modo geral, os sensores indutivos correspondem a dispositivos de proximidade sem contato que utilizam um campo de frequência de rádio com um oscilador e uma bobina. A presença de um objeto metálico altera esse campo e o circuito eletrônico do sensor, que está ilustrado na Figura 9, pode perceber esta alteração. Um sensor de proximidade indutivo inclui um circuito oscilador LC, um comparador de sinal e um chaveador. A bobina desse circuito oscilador gera um campo eletromagnético de alta frequência e esse campo é emitido a face do sensor.

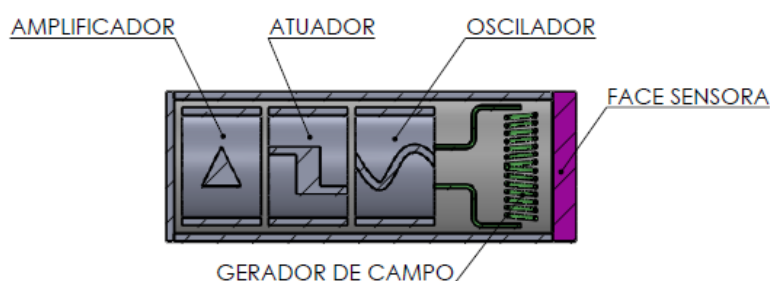


Figura 9 - Princípio de funcionamento - Sensor indutivo
Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

Se um objeto metálico se aproximar da face do sensor, serão induzidas correntes de Foucault e as perdas resultantes irão tirar energia do circuito oscilador, reduzindo as oscilações. O comparador de sinal atrás do oscilador converterá essa informação em um sinal bem definido que poderá ser utilizado para realizar algum acionamento, no nosso caso, a parada imediata do eixo do canhão da extrusora (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2005).

Segundo Karvinen e Karvinen (2014), a utilização de sensores não só é muito viável como também amplia muito as possibilidades no desenvolvimento dos projetos.

2.3.2 Características Gerais

De acordo com Rosário (2010), os sensores indutivos apresentam algumas características comuns, independentes do tipo de aplicação, dentre as quais podemos destacar:

- Não possuem peças móveis e atuam sem contato físico;
- São totalmente vedados, tornando possível a exposição a água, óleo, poeira, etc.;
- Possuem grande precisão na repetição do ponto de comutação (repetitividade);
- Substituem com vantagens as chaves fim de curso e micro chaves.

Os detectores de proximidade são concebidos para realizar várias detecções, tais como: presença ou ausência de objetos, fim de curso, detecção de passagem, detecção de posicionamento e também contagem de peças (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2005).

Embora exista uma grande diversidade de sensores indutivos, estaremos utilizando no projeto o sensor do tipo anel (Figura 10), especialmente usado para contagem de peças ou percepção de peças metálicas que passam pelo seu interior.

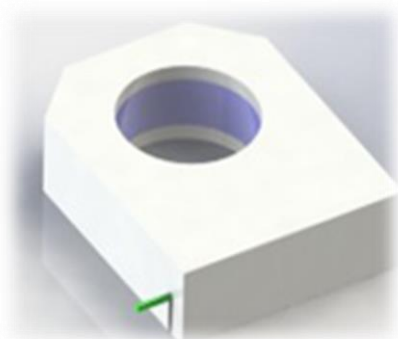


Figura 10 – Sensor indutivo tipo anel
Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

2.4 MATERIAIS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DO DISPOSITIVO

Os materiais a serem utilizados na fabricação do dispositivo, foram devidamente pesquisados e analisados de acordo com as necessidades do projeto.

É de fundamental importância que um estudante da área técnica conheça os materiais nas suas principais características, classificações, propriedades e processo de fabricação, visto que isso dará uma base sólida para selecionar adequadamente a matéria-prima e o método de fabricação no momento da produção de algum produto (SANTOS, 2014).

2.4.1 Teflon (PTFE)

Teflon é um dos nomes comerciais para o polímero politetrafluoretileno, que é abreviado para PTFE no mercado. De acordo com Emsley (2009), ele foi preparado pela primeira vez 30 anos antes da visita a Lua: foi descoberto por um químico de 27 anos de idade, Roy Plunkett, no laboratório de pesquisa da DuPont em Deepwater, Nova Jersey (Figura 11).



Figura 11 - Teflon para usinagem
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Conforme (EMSLEY, 2009), este material teve seu primeiro grande papel na produção das bombas atômicas que caíram em Hiroshima e Nagasaki em agosto de 1945. Este plástico é utilizado largamente em todos os ramos da indústria, graças as suas diversas propriedades positivas, sendo as principais:

- Não é atacado por ácidos corrosivos a quente;
- Não dissolve em solventes;
- Pode ser resfriado a -240 C e aquecido a 500 C , sem alterar suas propriedades;
- Tem baixíssimo coeficiente de atrito.

2.4.2 Borracha Nitrílica

A borracha nitrílica, tecnicamente chamada de acrilonitrilo butadieno - NBR, é uma borracha considerada especial (Figura 12). De acordo com Santos (2014), teve seu nome referenciado pela primeira vez em 1931, em um documento relativo a uma patente francesa abrangendo a polimerização de butadieno e acrilonitrilo e suas características são muito apreciadas no segmento industrial, sendo largamente utilizada em diversas aplicações, em especial em vedações. Suas principais características são:

- Resistência a baixas temperaturas, atuando entre -10 C e -50 C;
- Resistente a óleos e solventes;
- Resistência a altas temperaturas;
- Resistência a abrasão e fadiga dinâmica;
- Boa permeabilidade a gases.



Figura 12 - Vedação de borracha nitrílica
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

A partir do entendimento da melhoria contínua, é possível afirmar, que o desenvolvimento de sensores dedicados ao canhão de extrusão poderá contribuir com a melhoria significativa do processo. Nesse sentido, após ter destacado os principais materiais passíveis de serem utilizados, cabe apresentar os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Após pesquisas nas bases de dados da Scielo, Google Acadêmico, Google Livros e Periódicos Capes, cabe afirmar que não foi identificado, especificamente, qualquer trabalho envolvendo perdas decorrentes de quebra de pinos e elementos de extrusão em extrusoras de tintas em pó. Também não foram identificados estudos cujos objetivos envolvessem extrusoras de tintas em pó e sistemas detectores de objetos metálicos. Dessa forma, a partir das especificidades do contexto aqui proposto, esta pesquisa adquire características exploratórias.

Para Churchill e Peter (2000), a pesquisa exploratória tem como objetivo principal, descobrir ideias, percepções e gerar hipóteses mais precisas a um estudo mais aprofundado, e esta afirmação vai diretamente ao encontro ao projeto em questão. Pois este trabalho tem como propósito sugerir uma melhoria a ser implantada via *kaizen*, que poderá ser implementada nas extrusoras da linha de produção da empresa Paumar S.A, com o objetivo de projetar um dispositivo que detecta a entrada de objetos metálicos no canhão do equipamento durante a extrusão.

No que diz respeito as pesquisas, a observação do processo e a captura de imagens foram os métodos utilizados para o levantamento das informações necessárias, sendo os demais materiais, tais como livros, apostilas e sites, utilizados somente como material de apoio, para melhor entendimento dos assuntos envolvidos neste projeto.

Como o foco principal deste trabalho foi viabilizar um projeto de melhoria a ser implantado via *kaizen*, de forma a eliminar um grande gerador de desperdício identificado na linha de produção da fábrica de tintas em pó da empresa Paumar S.A., o método mais adequado ao desenvolvimento da pesquisa consistiu no Estudo de Caso (MIGUEL, 2007).

A coleta de dados e informações a respeito da quebra dos pinos e elementos, se deu através da confecção de uma APM.

Em nossa planta, toda a parada de máquina por quebra, que ultrapassa 1 hora, faz-se necessário convocar todos os envolvidos no evento para descobrir a causa raiz daquela falha e confeccionar um documento (APM) que registrará todas as informações da falha, bem como, o plano de ação que será posto em prática para evitar que o evento se repita.

Quando se faz necessário a realização da APM, técnicos, mecânicos e eletricitistas que atenderam a ocorrência, são convocados a compor a equipe que fará a APM.

A observação atenta do processo, foi a principal ferramenta de coleta de dados utilizada. Além disso, foram promovidos levantamentos de informações do sistema, bem como

foram ouvidos técnicos de produção e profissionais da manutenção, neste caso mecânicos e eletricitas. Salienta-se que ouvir estes profissionais foi importante para melhor entender o processo e as causas das quebras para poder focar na solução do problema. Deve-se salientar que o autor desta pesquisa trabalha diretamente com esses processos, de modo que a descrição aqui feita ainda envolveu a experiência cotidiana no trabalho.

A pesquisa foi realizada entre os meses de fevereiro e julho do ano de 2020 e os dados foram analisados a partir do referencial teórico anteriormente apresentado.

4 APRESENTAÇÃO DO CASO E DISCUSSÕES

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A WEG Tintas, atualmente chamada de PAUMAR S.A – Indústria e Comércio Ltda, foi fundada em novembro de 1983 com o nome de WEG Química estando localizada em Guaramirim – Santa Catarina, trabalhando com tintas industriais líquidas, que tinha como principal cliente a WEG Motores.

Em 2010, a empresa passou a se chamar WEG Tintas e desde então, os investimentos em tecnologia e treinamento da equipe são constantes. A WEG caminha frente às atualizações tecnológicas, buscando um objetivo: fabricar tintas ecologicamente corretas, preservando o meio ambiente, investindo em processos e máquinas de alta tecnologia, garantindo entrega em tempo cada vez mais reduzido e com alta qualidade. Entre suas soluções com alto padrão de qualidade e o mínimo de impacto ambiental estão: desenvolvimento de tintas em pó, desenvolvimento de tintas líquidas (industriais e repintura automotiva) e desenvolvimento de resinas e vernizes eletroisolantes. Presente em diferentes mercados, oferece as melhores soluções em tintas no Brasil e América Latina. A WEG atua no mercado de tintas industriais, OEM e automotivas, pesquisando e desenvolvendo produtos de alta tecnologia. Destaca-se também pela presença nos segmentos de tintas para plásticos, vidros e espelhos. No mercado de Tintas líquidas Industriais e Anticorrosivas, a WEG tem fornecido seus sistemas de pintura a diversos estruturais em todo o território nacional. Essas estruturas estão presentes em obras dos mais variados segmentos como estádios, shoppings, indústrias, aeroportos, portos, plataformas marítimas e refinarias. Além disso, conta com soluções amplas e eficazes para a área marítima, atendendo embarcações de todos os portes, do barco de pesca a Marinha Brasileira (SEÇÃO DE MARKETING WEG, 2019).

A WEG Tintas também possui uma avançada tecnologia para o desenvolvimento de tintas em pó, que podem ser utilizadas em diversos segmentos como: perfis de alumínio, móveis metálicos, eletrodomésticos, luminárias, rodas etc. Outro mercado que atende é o de esmaltação e impregnação. Os esmaltes para fios possuem alto desempenho comprovado em máquinas de aplicação com alta classe térmica, para aplicação em todas as bitolas de fios e nos mais variados tipos de máquinas (SEÇÃO DE MARKETING WEG, 2019).

4.2 DISCUSSÃO DO CASO

A análise de informações iniciou-se pelo levantamento dos gastos relacionados ao consumo de elementos de forma a identificar quanto seria motivado por desgaste e quanto seria por quebra, conforme ilustra a Figura 13:

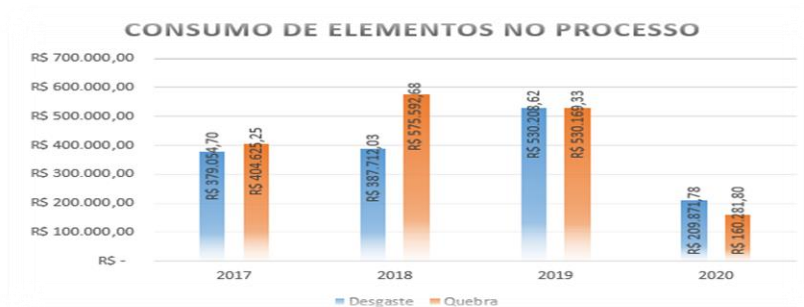


Figura 13 - Consumo de elementos - Controle da produção³
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

A planta industrial da empresa contempla diversas fábricas de diversos produtos, tais como: tintas líquidas, resinas, vernizes e principalmente tintas em pó, e esta última é a que mais demanda de nossos serviços, em especial os equipamentos denominados extrusoras.

Em relação ao projeto propriamente dito, após a idealização primária do mesmo, foi apresentada a ideia aos gestores envolvidos, que aprovaram prontamente, oferecendo todo o subsídio de informação e recursos para que o projeto viesse a se tornar realidade.

Quando ocorrem as substituições de ferramentas por quebra, no ato da troca, podemos avaliar a origem do evento e verificar se houve um desgaste natural dos elementos que possa ter promovido a fragilização do mesmo levando a quebra, ou se encontramos algum objeto metálico com características diferentes aos materiais dos pinos e elementos.

Visto que o custo decorrente das quebras é consideravelmente elevado, verificou-se a possibilidade de identificar quanto desse custo seria decorrente do fato de ter entrado algum objeto metálico estranho ao processo dentro do canhão de extrusão, o que não foi possível, devido a não existir este nível de controle compilado para pesquisa. No entanto, analisando um único evento ocorrido no mês de fevereiro, evento este que foi citado no pré-projeto que precedeu esta monografia, apresentou uma quebra de elementos causada pela entrada de um

³ Neste caso, os valores descritos na Figura 13 referentes ao ano de 2020, foram levantados somente até o final do mês de julho.

objeto metálico dentro do canhão de extrusão de uma das extrusoras, ocasionando a quebra do primeiro elemento que por sua vez quebrou todos os demais, gerando um prejuízo de aproximadamente R\$ 47.000,00. Considerando que a média de compra destes itens segundo a Seção de Suprimentos, é de R\$ 100.000,00 mensais, conforme mostra a Figura 14, naquele mês, 47% dos custos com elementos, foram por quebra, e tendo como causa a entrada de um objeto metálico dentro do canhão, o que sem dúvida fornece o respaldo necessário para implantação de melhoria no equipamento e que impeça tal ocorrência.

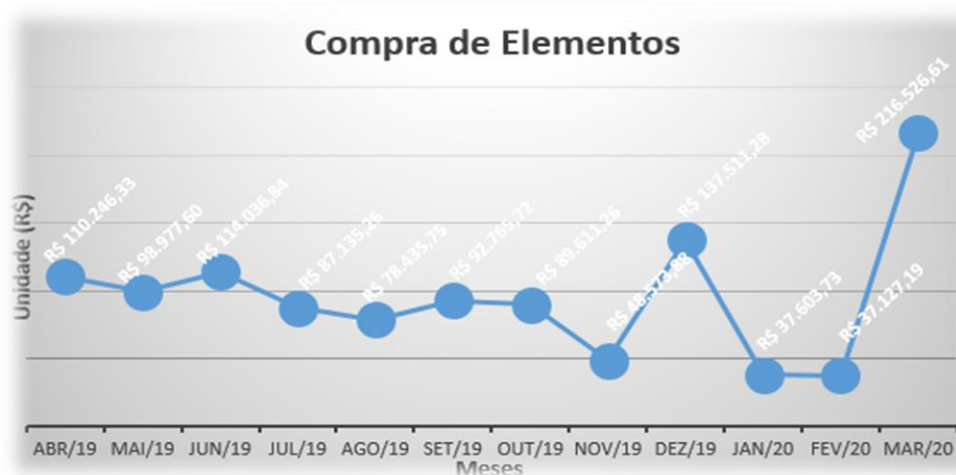


Figura 14 - Compras de elementos - Controle de suprimentos
Fonte: Dados da Pesquisa (2020)

Após a verificação dos custos das perdas, que mostrou ser viável dedicar-se a este projeto, iniciou-se as pesquisas para identificar o melhor sensor para compor o dispositivo. O mesmo foi projetado, utilizando-se do *software SolidWorks 2019*, fazendo uso de modernos recursos de modelação para dar realismo ao projeto.

Foram também pesquisados os materiais e vedações para compor a estrutura do dispositivo de forma a suportar todos os fatores hostis aos quais o mesmo ficaria submetido, tais como, umidade, temperaturas variáveis, abrasão, entre outros.

Após conversas com a equipe e considerando ainda a experiência pessoal do pesquisador, baseando-se nas pesquisas detalhadas no referencial teórico constatou-se que o Teflon (PTFE) é o material mais adequado para compor a estrutura do dispositivo. Sua escolha se justifica por sua alta resistência e baixo coeficiente de atrito, o que favorece a fluidez da tinta bem como os setups (limpezas) que são inerentes ao processo. Cabe destacar, que o isolamento que garantirá a integridade do sensor será realizado por anéis de borracha nitrílica.

O dispositivo em sua versão final se apresentará conforme ilustrado na Figura 15.

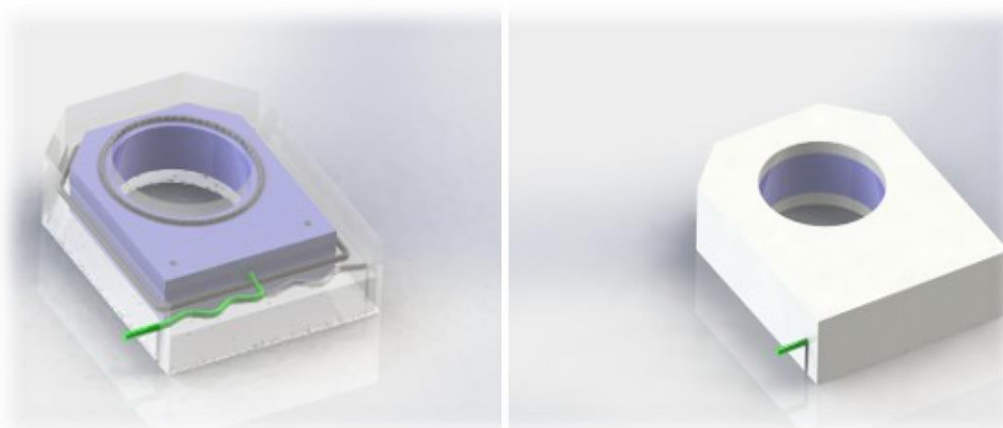


Figura 15 - Dispositivo projetado
Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

Seu posicionamento no equipamento será entre o alimentador e o canhão de extrusão, como mostra Figura 16:

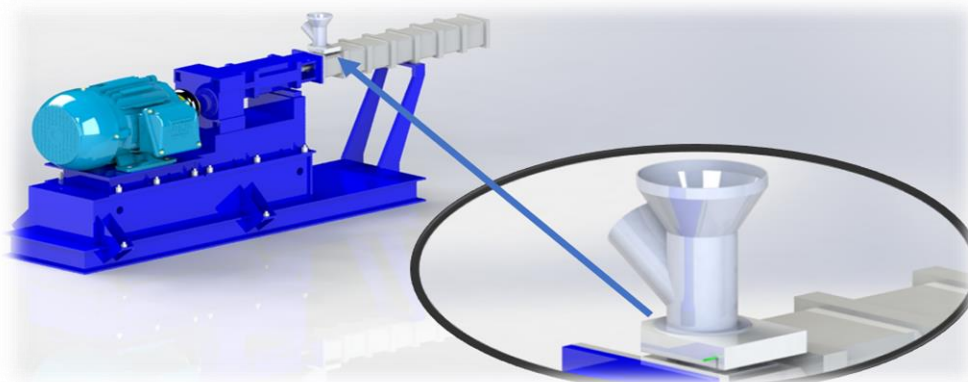


Figura 16 - Posição de instalação do dispositivo
Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

O funcionamento do sistema será relativamente simples, pois, assim que o sensor identificar a passagem de algum objeto metálico pelo interior do dispositivo, imediatamente o CLP receberá a informação, que por sua vez, enviará a ordem de parada ao inversor de frequência que desligará o motor. No mesmo instante que o inversor recebe a instrução de parada, a IHM utilizada pelo operador, recebe a mesma informação e emite um erro na tela, de modo a facilitar a identificação do motivo da parada.

Após a parada do equipamento, o operador deverá realizar a abertura do canhão de extrusão de forma a identificar e retirar o corpo estranho, bem como realizar a limpeza do canhão, para que posteriormente um eletricista de manutenção possa rearmar o sistema e torna-

lo operante novamente. Caso haja algum dano mecânico, será acionada a equipe de manutenção para realizar os reparos ou trocas de pinos e elementos necessários.

A Figura 17, ilustra o comportamento do sistema, após a instalação do dispositivo, bem como mostra a imagem real dos demais dispositivos que estão envolvidos no processo, salientando que estes dispositivos já compõe o equipamento atual e não precisarão ser adquiridos.

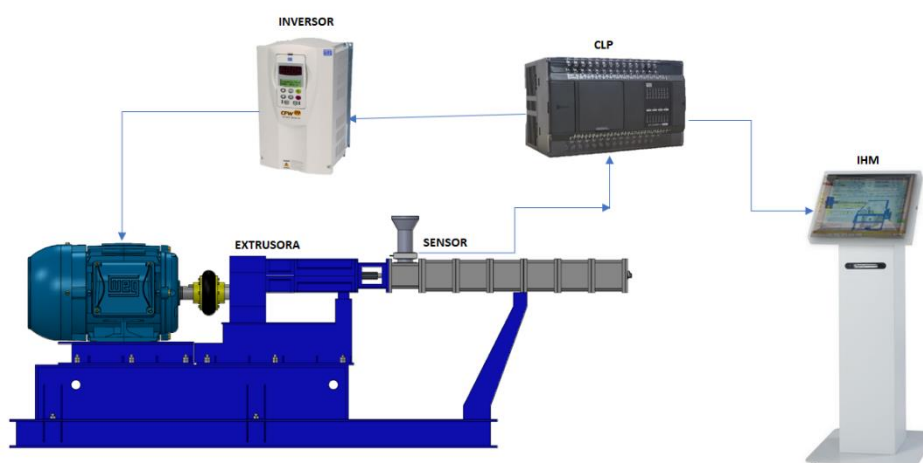


Figura 17 - Funcionamento do sistema após a instalação do dispositivo
Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

Os custos de Implantação do projeto, foram calculados, levando em conta os valores dos materiais no mês de 08/2020, somado as horas de trabalho previstas dos profissionais de caldeiraria, usinagem, elétrica, mecânica e programadores. Destaca-se que os profissionais compõem o quadro de funcionários da própria empresa.

Estes valores também serão encaminhados para a Seção de Custos da empresa, de forma a calcular o Retorno Sobre o Capital Investido (RSCI) do projeto, sendo esse o indicador utilizado pela empresa para avaliar a viabilidade do investimento aplicado, e também para decidir pela liberação ou não da implantação do projeto. O valor final será de aproximadamente R\$ 10.000,00 (dez mil reais), demonstrando, a partir dos prejuízos já exemplificados, a viabilidade da execução do projeto.

Toda a documentação e informações do *kaizen*, deverão ser registradas no sistema WEG. Seus valores reais, por questões de sigilo não estarão expostos neste trabalho, mas serão dispostos e organizados em um relatório padrão, análogo ao ilustrado na Figura 18.


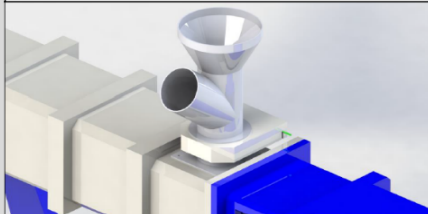
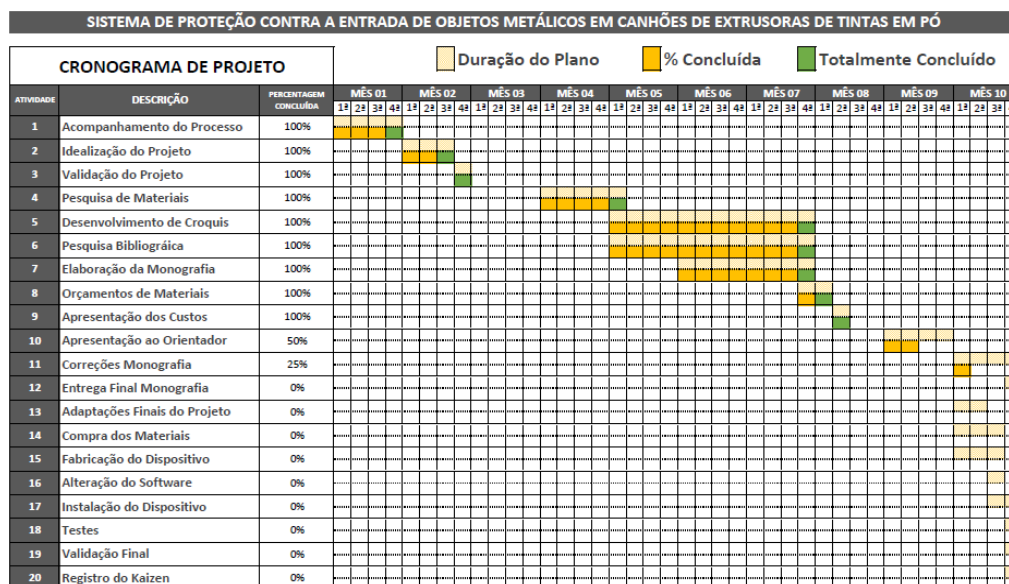
| WEG | | KaizenWEG - RELATÓRIO DE MELHORIA | | | | WEG | | |
|--|-----------|-----------------------------------|--|---|--------------------------|----------------|--------|------------|
| Deppto: | Qualidade | Seção: | Manutenção | Integrantes: | Anderson/Oscar/Lessandro | | Lider: | Anderson |
| Título do trabalho: | | | Detector de Metais para Canhão de Extrusão | | | Data: | | 22/08/2020 |
| SITUAÇÃO ANTERIOR | | | | SITUAÇÃO ATUAL | | Implantado em: | | |
| Entrada do canhão sem qualquer tipo de proteção contra a entrada de objetos metálicos. | | | | Foi desenvolvido um dispositivo que detecta a entrada de objetos metálicos no canhão e imediatamente desliga o equipamento. | | | | |
|  | | | |  | | | | |
| INVESTIMENTO (R\$) | | RESULTADOS OBTIDOS | | | | | | |
| R\$ | | | | | | | | |
| GANHOS (R\$) | | | | | | | | |
| REAL | | POTENCIAL | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | Núm. Documento | | WFR-27520 PT | | Núm. Revisão | | 01 |
| | | | | | | Data | | 30/09/2020 |

Figura 18 - Modelo Kaizen - Padrão WEG

Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

O Cronograma de projeto desde o acompanhamento do processo, idealização e registro do *kaizen* se apresenta da seguinte forma (Quadro 2):



Quadro 2 - Cronograma do Projeto

Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

Passo 01 – Acompanhamento do Processo: neste passo é acompanhado todo o processo produtivo bem como as falhas ocorridas no equipamento decorrente da entrada de objetos metálicos dentro do canhão de extrusão, tendo como objetivo identificar a melhor forma de eliminar a ocorrência de falhas futuras ou minimizar ao máximo os danos causados;

Passo 02 – Idealização do Projeto: neste momento, após já ter identificado o alvo do projeto, convoca-se uma equipe multidisciplinar, composta por mecânicos, eletricitas, técnicos de manutenção, automação e produção, para contribuir com o seu conhecimento, de forma a fomentar todas as informações técnicas necessárias para a construção do dispositivo;

Passo 03 – Validação do Projeto: nesta etapa, é levado ao conhecimento dos gestores, as informações do projeto, referente a sua atuação, custo, finalidade e demais aspectos que possam ser pertinentes a este momento do projeto;

Passo 04 – Pesquisa de materiais: momento de pesquisar quais serão os materiais que melhor servirão a fabricação do dispositivo, levando em conta todos os fatores relevantes que temos em nossa produção, tais como, alta temperatura, umidade, excesso de pó, entre outros;

Passo 05 – Desenvolvimento de croquis: etapa que se inicia o desenvolvimento gráfico do projeto, ou seja, os desenhos das partes do dispositivo, para após uma análise minuciosa, comprar os materiais e serviços que serão utilizados, tais como, serviços de caldeiraria, usinagem e afins;

Passo 06 – Pesquisa bibliográfica: este passo está presente em todo o projeto, pois de acordo com a evolução das pesquisas, os materiais bibliográficos vão sendo agrupados de forma a compor o trabalho escrito, neste caso, a monografia;

Passo 07 – Elaboração da monografia: passo onde realiza-se a compilação das informações e a digitação do trabalho de acordo com as normas da universidade;

Passo 08 – Orçamento de materiais: realizado o levantamento da quantidade, tipo e custo dos materiais e serviços que serão utilizados na fabricação e instalação do dispositivo;

Passo 09 – Apresentação dos custos: após o orçamento dos materiais, compilasse todas as informações de forma a apresentar os custos aos gestores;

Passo 10 – Apresentação ao orientador: realizada a primeira apresentação ao professor orientador, de forma a adequar o trabalho, do ponto de vista metodológico. A partir deste passo o acompanhamento, se dará até o término da monografia;

Passo 11 – Correções da Monografia: retorno da monografia, com as recomendações do orientador e/ou banca para ajustes finais;

Passo 12 – Entrega Final da Monografia: como dito, é o retorno do trabalho à banca, com as correções finais já realizadas;

Passo 13 – Adaptações Finais do Projeto: revisão de todo o projeto físico antecedendo a compra dos materiais para a fabricação do dispositivo;

Passo 14 – Compra dos Materiais: realização da compra dos materiais e contratação dos serviços necessários para a fabricação e montagem do dispositivo;

Passo 15 – Fabricação do Dispositivo: após a aquisição de todos os materiais e serviços, inicia-se a fabricação do dispositivo, para posterior montagem;

Passo 16 – Alteração do software: nesta etapa, a equipe de programação, precisa realizar algumas alterações no atual software do equipamento, de forma a incluir os demais componentes eletrônicos que agora irão compor o equipamento;

Passo 17 – Instalação do Dispositivo: instalação do dispositivo junto ao equipamento, de forma a viabilizar o início dos testes;

Passo 18 – Testes: realização dos testes, eletroeletrônicos, mecânicos e lógicos após a inclusão do novo dispositivo, de forma a avaliar a comunicação e funcionamento de todo o conjunto;

Passo 19 – Validação Final: mostrar a todos os interessados, o funcionamento do dispositivo, de forma a liberar o equipamento para operar agora nesta nova condição e validar os resultados projetados;

Passo 20 – Registro do *Kaizen*: registro do *Kaizen* no sistema da empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da criação deste dispositivo que detecta objetos metálicos próprio para extrusoras, certamente serão de grande importância para a empresa, pois com o alcance dos mesmos será possível diminuir as quebras e desperdícios decorrentes da entrada de objetos metálicos nos canhões das extrusoras. Como já visto, o custo dos pinos e elementos que se quebram durante o processo de extrusão quando ocorre este evento, são de alto valor.

A produção de tintas em pó, se dá por um processo altamente tecnológico, que pode garantir uma qualidade excepcional ao produto final, porém, este processo como qualquer outro, normalmente permite algumas melhorias, seja nas formulações das receitas, no processo produtivo ou até mesmo nos equipamentos, dando toda a condição para a utilização da ferramenta *Kaizen*, e oportunizando a possibilidade de uma mudança cultural no que diz respeito a trabalho em equipe.

O projeto apresentado é de grande relevância tecnológica e funcional para o processo de fabricação de tintas em pó, em especial, para a etapa de extrusão, visto que os elementos mecânicos de maior valor estão envolvidos nesta etapa, e todo e qualquer supressor de dano que seja criado para o equipamento é muito bem-vindo.

Este projeto é derivado de uma necessidade industrial associado a metodologia de criação e de melhoria contínua do *kaizen*, que além de dar mais segurança ao equipamento físico propriamente dito, também tornará o processo produtivo mais confiável, diminuindo os impactos negativos na qualidade do produto, pois lotes fabricados continuamente sem paradas, tendem a terem melhor qualidade, no tocante a preservação das propriedades do produtos.

Com o direcionamento focado na melhoria objetivando uma redução nas perdas por quebra de elementos, este trabalho ofertou uma ideia de projeto de um dispositivo que detecta a entrada de qualquer objeto metálico dentro do canhão de extrusão que possa acidentalmente vir junto com a matéria-prima via alimentador, ou até mesmo uma ação voluntária do operador em inserir alguma ferramenta dentro do canhão enquanto o eixo que acomoda os elementos estiver girando.

A ação deste dispositivo, fará com que assim que houver uma detecção, a máquina desarme, parando assim a rotação do eixo que por consequência evitará a quebra de muitos ou até mesmo todos os elementos daquela configuração.

O projeto deste dispositivo é proveniente da união de um apanhado de conhecimentos, de processo, operação e produto, associado a elétrica, eletrônica, mecânica, usinagem e

caldeiraria, o que o tornou um projeto tecnicamente elaborado, de elevada utilidade e ao mesmo tempo dotado de certa complexidade.

Este projeto, certamente atenderá a todas expectativas e objetivos que antecederam a este trabalho, e certamente após a apreciação de seu custo de implantação será ampliado para as demais extrusoras, desde que sua característica construtiva permita a incorporação.

Quanto a disponibilidade de informações para o embasamento teórico deste trabalho, é necessário enaltecer a dificuldade, pois assuntos relacionados as ações necessárias para a idealização e fabricação do dispositivo são fartas, já referências bibliográficas voltadas ao processo de fabricação de tintas em pó, são escassas, em relação as demais, pois a publicação de assuntos que revelem minúcias desse processo produtivo não são comuns, haja visto que as empresas ao invés de expor seus métodos, muitas vezes, optam por não divulgar e garantir assim o seu diferencial competitivo e também prezar pelo seu patrimônio intelectual e tecnológico.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, et al. Otimização de um programa kaizen em uma empresa do setor metal mecânico. *Tecno-lógica. Santa Cruz do Sul*, v. 21, n. 1, p. 09-15, Jan./Jun 2017.
- CHURCHILL; PETER. **Marketing: criando valor para os clientes**. São Paulo: Saraiva, 2000.
- DENNIS, P. **Produção Lean simplificada**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- EMSLEY, J. **Moléculas em Exposição**. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2009.
- FAZENDA, J. M. R. (Ed.). **Tintas e Vernizes: ciência e tecnologia**. 3ª. ed. São Paulo: ABRAFATI, 2005. 1044 p.
- FAZENDA, J. M. R.; FONTES, L. G. S.; CRUZ, A. R. P. **Tintas Ciência e Tecnologia**. 4ª. ed. São Paulo: Blucher, 2009.
- IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. Tradução de Cecília Fragnani Lucca. 3ª. ed. [S.l.]: IMAM, 1990.
- IMAI, M. **A estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo: IMAN, 1994. 236 p.
- JÚNIOR, E. L. C. **Gestão em Processos Produtivos**. 20ª. ed. Curitiba: Ibplex, 2008. 156 p.
- KARVINEN; KARVINEN. **Primeiros Passos com Sensores**. São Paulo: Novatec, 2014.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 320 p.
- MARTINS, P. G.; ALT, P. R. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 1ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2001. 354 p.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de Caso na engenharia de produção. **Produção**, v.17, n. 1, Jan/Abr. 2007. p.216-229.
- OLIANI, L. H.; PASCHOALINO, W. J.; OLIVEIRA, W. **Revista Científica UNAR**, Araras, v. 12, n. 1, p. 57-67, 2016.

ORTIZ, C. A. **Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen**. 1ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

PASSARINI, G. R. **Gerenciamento de processos produtivos através de abordagem sistêmica**. 1ª. ed. São Paulo: SENAI-SP, 2014. 128 p.

PRATA, ; GIROLETTI, A. Kaizen: Uma Metodologia Inovadora Na Siderurgia. **Revista Ibero Americana de Estratégia**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 91-98, jan/mar 2017. ISSN 2176-0756.

ROSÁRIO, J. M. **Robótica Industrial I: modelagem, utilização e programação**. 1ª. ed. São Paulo: Baraúna, v. 1, 2010.

SANCHEZ, W. **Gestão da Mudança**. São Paulo: Senac, 2020.

SANTOS, Z. I. G. D. **Tecnologia dos Materiais Não Metálicos** - classificação, estrutura, propriedades, processo de fabricação e aplicações. 1ª. ed. São Paulo: Erica, 2014.

SEÇÃO DE MARKETING WEG. **Weg Tintas** - Histórias e Curiosidades. museuweg.net, 2019. Disponível em: <<https://museuweg.net/blog/weg-tintas-historia-e-curiocidades/>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

SHARMA, A.; MOODY, P. E. **A máquina perfeita: como vencer na nova economia produzindo com menos recursos**. Tradução de Maria Lúcia F. Leite Rosa. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo: Atlas, 1993.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, U. B. D. **Sensores Industriais** - Fundamentos e Aplicações. São Paulo: Érica, 2005. 220 p.

WOMACK, P.; JONES,. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, v. 1, 2004.