

**UNIVESP - FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO
PAULO**

ADÃO APPARECIDO PINTO FILHO

ELTON MARCELO

LEONARDO BARBOSA

GUILHERME RODRIGO DA SILVA

MÁRIO HÉLIO SIMÕES

SOLANGE CARDOSO DE BRITO

MONITORAMENTO DE SISTEMAS A VÁCUO PARA TAMPAS SALED SAFE

<https://www.youtube.com/watch?v=kwnwXqgVipE>

ARARAS

2017

**UNIVESP - FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO
PAULO**

ADÃO APPARECIDO PINTO FILHO

ELTON MARCELO

LEONARDO BARBOSA

GUILHERME RODRIGO DA SILVA

MÁRIO HÉLIO SIMÕES

SOLANGE CARDOSO DE BRITO

MONITORAMENTO DE SISTEMAS A VÁCUO PARA TAMPAS SALED SAFE

Trabalho apresentado na
disciplina de Projeto Integrador
para o curso Engenharia – Ciclo
Básico da Fundação
Universidade Virtual do Estado
de São Paulo (UNIVESP).

Orientadora: Camila Dias de
Oliveira.

ARARAS

2017

RESUMO

A engenharia se mostra cada vez mais importante no mercado competitivo e globalizado que as empresas vivem atualmente. Neste trabalho iremos apresentar como as concepções da engenharia puderam melhorar processos industriais dentro de uma empresa do segmento de embalagens alimentícias. A empresa tratada no projeto não autorizou a exposição de seu nome/razão social, por isso denominaremos como Indústrias ACME EMBALAGENS. O objetivo do trabalho, após a definição do problema de pesquisa, é conseguir desenvolver uma solução tangível que consiga resolver o problema de descentralização da membrana de alumínio que ocorre durante o processo de selagem. O problema ganhou foco na pesquisa devido aos impactos negativos que causavam para a empresa, principalmente pelo fato de ocorrer diversas vezes ao dia, mas também pela identificação ser feita apenas de maneira visual. O Design Thinking foi a metodologia utilizada para nortear o desenvolvimento do projeto, além de outros procedimentos metodológicos como pesquisas bibliográficas, questionários, entre outras. O protótipo obteve grande êxito, conseguindo atingir as metas e objetivos determinados. Os resultados foram positivos tanto para empresa que teve melhor eficácia na detecção do problema e por consequência maior segurança no processo de produção, mas também para o grupo que pode explorar e conhecer melhor o dia-a-dia de uma grande empresa e assim assimilar como a engenharia se mostra essencial para melhorar os processos industriais.

Palavras-chave: Design Thinking, Engenharia, Competitiva, Globalizada, Processos Industriais.

ABSTRACT

Engineering is becoming increasingly important in the competitive and globalized marketplace that companies nowadays live. In this work we will present how engineering conceptions could improve industrial processes within a company in the food packaging segment. The company treated in the project did not authorize the display of its name / corporate name, so we will call it ACME EMBALAGENS Industries. The objective of the work, after defining the research problem, is to be able to develop a tangible solution that solves the problem of decentralization of the aluminum membrane that occurs during the sealing process. The problem gained focus in the research due to the negative impacts they caused to the company, mainly because it occurs several times a day, but also because the identification is done only visually. Design Thinking was the methodology used to guide the development of the project, in addition to other methodological procedures such as bibliographical research, questionnaires, among others. The prototype was very successful, achieving the determined goals and objectives. The results were positive for both the company that had better efficiency in detecting the problem and consequently greater security in the production process, but also for the group that can better explore and know the day-to-day life of a large company and thus assimilate as Engineering is essential for improving industrial processes.

Keywords: Design Thinking, Engineering, Competitive, Globalized, Industrial Processes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Problema de Descentralização da Membrana de Alunímio	4
Figura 2 - Robôs industriais numa linha de produção	10
Figura 3 - Fases do Design Thinking	15
Figura 4 - Validação do Protótipo	17
Figura 5 - Fluxograma do Sistema Atual	23
Figura 6 - Problema de Descentralização	24
Figura 7 - Ferramenta Original	25
Figura 8 - Protótipo com a Modificação da Ferramenta (Prato).....	27
Figura 9 - Fluxograma do Sistema Após a Modificação	29
Figura 10 - Prato Modificado	33
Figura 11 - Prato Modificado 2	33
Figura 12 - Vacuostato	34
Figura 13 - Fluxograma Do Sistema Prototipado	35
Figura 14 - Problema de Descentralização da membrana de alumínio	37
Figura 15 - Quantidade de Peças descartadas antes do Protótipo	38
Figura 16 - Estimativa de peças descartadas após a implementação da solução	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Graus de Automação Classificados por Black (1998)	7
Tabela 2 - Questionamento/Sugestões dos Mentores	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	DEFINIÇÃO	3
1.2	MOTIVAÇÃO	3
1.3	JUSTIFICATIVA.....	3
2	PROBLEMA.....	4
2.1	OBJETIVO GERAL	4
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
3.1	AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	6
3.2	GESTÃO DE PROJETOS	11
3.3	INTERDISCIPLINARIDADE.....	13
4	MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1	DESIGN THINKING	14
4.1.1	DESEJABILIDADE	18
4.1.2	PRATICIDADE	19
4.1.3	VIABILIDADE	19
4.2	APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E PROJETOS.....	20
4.3	MOVIMENTO MAKER.....	21
5	PROTÓTIPO	22
5.1	PROTÓTIPO INICIAL	22
5.2	PROTÓTIPO FINAL.....	30
6	ANÁLISE DOS DADOS.....	37
6.1	RESULTADOS.....	39
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, nos diversos segmentos industriais, a proteção e vedação de embalagens tem se mostrado um fator importante na qualidade e satisfação dos consumidores. Na escolha da embalagem mais adequada para cada tipo de produto são considerados critérios como proteção, características do produto a ser embalado e qualidades do produto que podem ser alteradas após embalado.

Para a indústria alimentícia, segundo Santos (2004), é de extrema importância dispor de meios para evitar danos físicos e mecânicos aos produtos, dificultando assim a ação de fatores externos que podem comprometer a qualidade e a vida útil de um produto. De acordo com Dias (2007), os lacres e selos de proteção têm evoluído muito no mercado brasileiro. Antes, fortemente presentes nos gêneros alimentícios, onde prevalece a questão da confiabilidade agora estão perdendo espaço para outros nichos de embalagens.

A função principal dos lacres é proteger, evitar vazamentos e entrada de ar, garantindo assim a qualidade do produto e preservação da vida útil do produto. Os lacres de alumínio têm se mostrado uma alternativa eficiente no que diz respeito a lacres para produtos alimentícios.

Segundo Dias (2007), as vantagens do lacre de alumínio são: redução de 30% no peso da embalagem, ausência da migração da corrosão para o alimento, são mais flexíveis e leves, demandam força física menor para retirá-las da embalagem; apresentam menos rebarbas diminuindo o risco de cortes nas mãos dos consumidores e ainda podem ser totalmente recicladas. Atualmente as indústrias vêm se deparando com consumidores cada vez mais exigentes e a partir disso tem buscado aprimorar os lacres de diversas embalagens de produtos buscando tendências atuais e investem cada vez mais nessa área.

Com base no tema central “Engenharia em uma sociedade competitiva e globalizada” proposto pela Univesp (Universidade Virtual do Estado de São Paulo) durante as atividades da disciplina de Projeto Integrador, buscou-se uma indústria do segmento de embalagens alimentícias para ouvir os principais problemas apontados pelos responsáveis.

Deste modo, foi aplicada a metodologia de DESIGN THINKING e, por meio da etapa de Inspiração (ou Imersão) e visita ao local escolhido para

ouvir os problemas apontados pelos responsáveis e verificar maneiras de auxiliar na resolução dos problemas apresentados.

Identificou-se que o principal problema apontado pelos colaboradores foi a dificuldade de detecção de membrana descentralizada em tampas Saled Safe, que consiste em uma membrana metálica (alumínio) dotada de um anel metálico que não permite nenhuma aresta na membrana de alumínio. O tema específico foi definido após a identificação do problema central na etapa de visitas e entrevistas realizadas com os colaboradores da empresa.

Após essa fase desenvolveu-se a etapa de Ideação que consistiu na identificação do problema, síntese das informações e posteriormente desenvolvimento um projeto baseado em um sistema que modificará a ferramenta utilizada atualmente no processo de fabricação. A alteração feita será na instalação de um vacuostato que terá a função de intertravar o controlador lógico da máquina.

O objetivo desta alteração no sistema utilizado atualmente é detectar tampas defeituosas durante o processo de produção, possibilitando assim interromper o ciclo automático do equipamento e informar ao operador a necessidade do descarte das peças reprovadas e também possibilitar correções no equipamento para que a ocorrência desse material defeituoso diminua durante todo o processo de produção.

Este relatório está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 explica o problema encontrado durante a etapa de Imersão e como o problema oportunizou o desenvolvimento do projeto; a Seção 3 traz a fundamentação teórica baseada em levantamentos bibliográficos sob as quais o projeto está fundamentado e também sobre o tema “Engenharia em uma sociedade competitiva e globalizada”; a Seção 4 traz uma breve explicação sobre as metodologias utilizadas no desenvolvimento do projeto (Design Thinking, Aprendizagem baseada em problemas e projetos e Movimento Maker); a Seção 5 apresenta as etapas de prototipação (inicial e final), bem como as considerações feitas pelos mentores durante a sessão de Fishbowl; a Seção 6 apresenta os resultados obtidos durante a pesquisa como apresentação e implantação do protótipo final, feedback da empresa onde o protótipo foi implementado, custos e como o problema poderá ser solucionado com o protótipo e pôr fim a Seção 7 apresenta a compreensão a respeito do problema

de pesquisa, melhor compreensão do problema apresentado durante a Imersão, a confirmação ou não das hipóteses iniciais, a verificação da metodologia utilizada como ferramenta para o desenvolvimento do projeto e ainda o posicionamento do grupo em relação ao tema proposto.

1.1 DEFINIÇÃO

O tema geral proposto pela Univesp (Universidade Virtual do Estado de São Paulo) para o Projeto Integrador do primeiro semestre de 2017 do curso de Engenharia Ciclo Básico foi “Engenharia em uma sociedade competitiva e globalizada”. Com base no tema central e levando em consideração o problema identificado na Indústria ACME EMBALAGENS o grupo discutiu seguindo as concepções do *Brainstorming* e definiu o tema deste trabalho como sendo **“Monitoramento de sistemas a vácuo para tampas Saled Safe”**.

1.2 MOTIVAÇÃO

O curso de engenharia exige que tenhamos criatividade para desenvolver soluções práticas e viáveis, por isso ter a oportunidade de trabalhar num projeto que nos estimule a praticar os ensinamentos do curso é muito empolgante. Isso nos prepara para lidar com os desafios e adversidades inerentes à profissão que poderemos encarar no futuro. Desse modo, o grupo se motiva pela experiência acadêmica e profissional que o projeto proporciona.

1.3 JUSTIFICATIVA

A qualidade é um dos grandes desafios para uma empresa. Cabe, portanto, ao empresário buscar ideias e inovações capazes de solucionar tais problemas, que possam comprometer a qualidade de seus produtos e serviços. Em muitos casos, esses sujeitos não estão aptos e ou capacitados a resolver essas demandas e por isso necessitam de mão obra qualificada ou departamentos capazes de criar tais soluções.

2 PROBLEMA

Durante a realização das pesquisas de campo na Indústria ACME EMBALAGENS, ficou constatado que o principal problema era a dificuldade dos colaboradores em detectar as tampas com membranas descentralizadas durante o processo de produção conforme mostra a Figura 1.



Figura 1 - Problema de Descentralização da Membrana de Alumínio
Fonte: Autoria Própria

Esse problema tem como consequência a reclamação de clientes impactando com a devolução de materiais e prejudicando a imagem da empresa como parceira e fornecedora de tampas, o que também ocasiona perda de matéria prima, perda de produção hora/máquina, gera desgaste no local de trabalho e obviamente prejuízo financeiro.

2.1 OBJETIVO GERAL

Observar e identificar problemas na Indústria ACME EMBALAGENS em Araras/SP que afetam a produção, o trabalho diário, entre outros e mostrar como a engenharia pode ser aplicada para ajudá-los a resolvê-los.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Entender os problemas que ocorrem no dia a dia da empresa e que afetam a execução das tarefas e geram prejuízos e perdas;
2. Identificar os fatores responsáveis pelos problemas;
3. Criar soluções que resolvam ou minimizem tais problemas;
4. Desenvolver um sistema de verificação que possa detectar o defeito ainda no processo produtivo na máquina permitindo parar a máquina para correção imediata antes que estas sejam embaladas e enviadas ao cliente final. O volume é alto e nem sempre os operadores conseguem identificar de forma visual.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como já colocado, este capítulo aborda o referencial teórico para o desenvolvimento do trabalho e os principais temas que são objetos de uma reflexão teórica. Aborda de forma objetiva e atualizada os conceitos que envolvem: i) Automação Industrial; e ii) Gestão de Projetos ou Gerenciamento de Projetos, como também conhecido.

3.1 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Automação industrial é a aplicação de técnicas, softwares e/ou equipamentos específicos em uma determinada máquina ou processo industrial, com o objetivo de aumentar a sua eficiência, maximizar a produção com o menor consumo de energia e/ou matérias primas, menor emissão de resíduos de qualquer espécie, melhores condições de segurança, seja material, humana ou das informações referentes a esse processo, ou ainda, de reduzir o esforço ou a interferência humana sobre esse, processo ou máquina. É um passo além da mecanização, onde operadores humanos são providos de maquinaria para auxiliá-los em seus trabalhos (Houaiss, 2004). Para Black (1998), o conceito de automação é definido como a técnica de tornar um processo ou sistema automático e refere-se tanto a serviços executados como a produtos fabricados automaticamente e às tarefas de intercâmbio de informações.

Desde 1945, muitas das novas invenções e desenvolvimentos tem contribuído significativamente para a tecnologia da automação. Del Harder, cunhou a palavra automação por volta de 1946, em referência a alguns dispositivos automáticos que a Ford Motor Company havia desenvolvido para suas linhas de produção (GROOVER, 2001). Já para Santos (1979), os conceitos de automatização e automação são diferenciados onde automatização está indissoluvelmente ligado à sugestão de movimento automático, repetitivo, mecânico e é, portanto, sinônimo de mecanização, isto é, um mecanismo de ação cega, sem correção. Já a automação, por sua vez, é qualquer coisa de muito diferente; é um conjunto de técnicas através das quais se constroem

sistemas ativos capazes de atuar com uma eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam. Com base nas informações, o sistema calcula a ação corretiva mais apropriada. Perante este argumento, mais uma vez é verificado que existe uma interpretação errônea para o conceito de mecanização, sendo confundido agora com o fenômeno da automatização.

Segundo Groover (2001), automação pode ser definida com uma tecnologia preocupada com a aplicação de mecânica, eletrônica e sistemas baseados em computadores para operar e controlar uma produção. Os elementos automatizados de um sistema de produção podem ser separados em duas categorias: (a) automação do sistema de manufatura em uma fábrica e (b) computadorização do sistema de suporte a manufatura. Os sistemas de manufatura automatizados podem ainda ser classificados em três tipos básicos: automação fixa, automação programável e automação flexível. Nas várias linhas percorridas pelos autores citados há uma verificação de correlação dos conceitos de mecanização e de automação. As novas invenções e novas tecnologias possibilitaram a evolução das máquinas até então puramente mecanizadas. Com esse avanço as máquinas assumiram níveis mais elevados de trabalho, diminuindo a ação humana e introduzindo vários níveis de classificação de automação. Black (1998), separa os níveis de automação conforme o grau de atributos realizados pela máquina, conforme Tabela 1. Quanto mais atributos humanos são realizados pela máquina, maior é o seu “grau de automatismo”.

Graus de Automação	Atributo humano substituído
A(0)	Nenhum: alavanca, chave de fenda, roldana, cunha
A(1)	Energia: músculos substituídos
A(2)	Destreza: auto-alimentação
A(3)	Diligência: sem realimentação
A(4)	Julgamento: realimentação posicional
A(5)	Avaliação: controle adaptativo, análise dedutiva; realimentação do processo.
A(6)	Aprendizado: pela experiência
A(7)	Raciocínio: apresentam intuição; relaciona causas e efeitos
A(8)	Criatividade: realiza projetos sem auxílio
A(9)	Dominância: supermáquinas; comanda outras.

Tabela 1 - Graus de Automação Classificados por Black (1998)

Fonte: Adaptado de Black (1998).

A automação para Antunes Junior (1996) é referenciada a quatro áreas: automação de máquinas para processamento, da movimentação de materiais, dos controles e do projeto, sendo que a fusão do processamento e dos controles, é onde existe um grande campo de avanço para se desenvolver.

Uma outra abordagem segundo Antunes Júnior (1998) sustenta que a automação será utilizada finalmente para completar a integração do STP a partir de uma operação automatizada. Do ponto de vista do Mecanismo da Função Produção proposto pelo STP, o importante é melhorar o fluxo do objeto no tempo e no espaço, melhorando assim a função processo, ou seja, a lógica da automação deve ser visualizada como uma atividade meio para melhorar sua integração e sua flexibilização em um processo produtivo.

Para Coriat (1989), o termo automação é expandido a novos campos de aplicação, tais como tarefas de escritório para a gestão da contabilidade, dos estoques, do pessoal e das contas permitindo no que se refere às fábricas, um salto, principalmente nas indústrias de processo contínuo.

A automação também está presente nos dispositivos eletroeletrônicos que podem ser aplicados estão os computadores ou outros dispositivos capazes de efetuar operações lógicas, como controladores lógicos programáveis, microcontroladores, SDCDs ou CNCs. Estes equipamentos em alguns casos, substituem tarefas humanas ou realizam outras que o ser humano não consegue realizar.

É largamente aplicada nas mais variadas áreas de produção industrial.

Alguns exemplos de máquinas e processos que podem ser automatizados são listados a seguir:

i) Indústria automobilística;

- Processos de estamparia (moldagem de chapas ao formato desejado do veículo)
- Máquinas de solda
- Processos de pintura

ii) Indústria química;

- Dosagem de produtos para misturas
- Controle de pH
- Estações de tratamento de efluentes

iii) Indústria de mineração

- Britagem de minérios
- Usinas de Pelotização
- Carregamento de vagões

iii) Indústria de papel e celulose

- Corte e descascamento de madeira
- Branqueamento
- Corte e embalagem

iv) Embalagens em todas as indústrias mencionadas

- Etiquetado
- Agrupado
- Lacrado
- Ensacado

A parte mais visível da automação, atualmente, está ligada à robótica, mas também é utilizada nas indústrias química, petroquímicas e farmacêuticas, com o uso de transmissores de pressão, vazão, temperatura e outras variáveis necessárias para um SDCD (sistema digital de controle distribuído) ou CLP (Controlador Lógico Programável). A Automação industrial visa, principalmente, a produtividade, qualidade e segurança em um processo. Em um sistema típico toda a informação dos sensores é concentrada em um controlador programável o qual de acordo com o programa em memória define o estado dos atuadores. Atualmente, com o advento de instrumentação de campo inteligente, funções executadas no controlador programável tem uma tendência de serem migradas para estes instrumentos de campo. A automação industrial possui vários

barramentos de campo (mais de 10, incluindo vários protocolos como: CAN OPEN, INTERBUS-S, FOUNDATION FIELDBUS, MODBUS, STD 32, SSI, PROFIBUS, DEVICENET etc.) específicos para a área industrial (em tese estes barramentos se assemelham a barramentos comerciais tipo ethernet, intranet, etc.), mas controlando equipamentos de campo como válvulas, atuadores eletromecânicos, indicadores, e enviando estes sinais a uma central de controle conforme descritos acima. A partir destes barramentos que conversam com o sistema central de controle eles podem também conversar com o sistema administrativo da empresa conforme mostrado no parágrafo abaixo.

Uma contribuição adicional importante dos sistemas de Automação Industrial é a conexão do sistema de supervisão e controle com sistemas corporativos de administração das empresas. Esta conectividade permite o compartilhamento de dados importantes da operação diária dos processos, contribuindo para uma maior agilidade do processo decisório e maior confiabilidade dos dados que suportam as decisões dentro da empresa para assim melhorar a produtividade.



Figura 2 - Robôs industriais numa linha de produção
Fonte: www.ngeletrica.com.br

3.2 GESTÃO DE PROJETOS

Gestão de projetos, também conhecida como administração de projetos, é a área da administração que aplica os conhecimentos, as habilidades e as técnicas para elaboração de determinadas atividades relacionadas a um conjunto de objetivos pré-definidos, num determinado prazo, com um determinado custo, qualidade, utilizando da mobilização de recursos técnicos e humanos.

Diversos autores definem a gestão de projetos com ligeiras variações de conceitos. Segundo Turner (1994), gestão de projetos é um processo no qual um projeto é levado a uma conclusão. Possui três dimensões: objetivos (âmbitos, organização, custo, tempo e qualidade); processo de gestão (planejamento, organização, implementação e controle); níveis (integrativo, estratégico, tático).

Já o PMI (Project Management Institute) (2004), define que gestão de projetos é o processo no qual se aplicam conhecimentos, capacidades, instrumentos e técnicas às atividades do projeto de forma a satisfazer as necessidades e expectativas dos diversos stakeholders que são indivíduos envolvidos no projeto, cujo o resultado do mesmo poderá afetá-los positivamente ou negativamente.

Segundo Turner e Müller (2005), a definição clássica de projeto é: “Projeto é um empreendimento único, no qual recursos humanos, materiais e financeiros são organizados de forma a tratar um escopo único de trabalho a partir de uma dada especificação, com restrições de custo e de tempo, para atingir uma mudança benéfica definida por meios de objetivos quantitativos e qualitativos”.

(Eric Verzuh, MBA Compacto – Gestão de Projetos, p. 29, 2000) afirma que: “Todo projeto tem um começo e um fim. Todo projeto gera um produto singular. Os resultados dos projetos podem ser tangíveis ou intangíveis; e que se diferenciam das operações permanentes. Os projetos são todo o trabalho que fazemos de uma vez” O autor esclarece com isso que: “as operações permanentes são o propósito primário de uma empresa ou departamento. ”

(Microsoft Press, p. 4, 1998) define: “Um projeto é uma sequência bem definida de eventos, com um início e um final identificáveis. O foco de um projeto é obter uma meta identificada. ”

O Guia PMBOK – Project Management Body of Knowledge, conhecido como o “Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos” levantado pelo PMI - Project Management Institute assim define o gerenciamento de projetos: “É a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas em projetos com o objetivo de atingir ou até mesmo exceder às necessidades e expectativas dos clientes e demais partes interessadas do projeto”

A ISO 10006:1997 – International Standards Organization define a gerência de projetos como: “É a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas na elaboração de atividades relacionadas para atingir um conjunto de objetivos pré-definidos. ”

(Adizes, 2001, p. 33) afirma: “quem apenas se adapta às mudanças apenas sobrevive. ” Com isso, pode-se concluir que, vencerá a empresa que tiver a capacidade de prever as mudanças e de agir com a velocidade e a competência necessárias para gerenciar seus projetos.

O uso de técnicas de gerenciamento de projeto em geral cresceu nitidamente durante as últimas décadas. As organizações que lideram seus segmentos estão usando com sucesso o gerenciamento de projeto, seja para aprimorar seus produtos, capacitar suas equipes, melhorar os resultados financeiros e melhorar o atendimento ao cliente. Essas empresas possuem uma visão clara de sua missão e conhecem o negócio e o mercado onde estão inseridas e por meio de um planejamento constante e suas devidas aferições administram seus processos profissionalmente utilizando o ciclo de gestão de projetos. Certamente, essas organizações atingiram o nível de empresas de classe mundial, perpetuando sua presença de forma competitiva e lucrativa. Consequentemente, serão empresas valorizadas por seus consumidores e com um elevado nível de qualidade e fidelização de seus clientes. Nessa relação todos ganham. O “Gestor de Projetos”, inclusive.

3.3 INTERDISCIPLINARIDADE

Durante o desenvolvimento do protótipo e produção do relatório tivemos a oportunidade de utilizar e aplicar alguns dos conhecimentos adquiridos no estudo das disciplinas até o momento. O uso correto da escrita e coerência nos textos adquiridos durante as aulas de Produção de Textos foram de grande contribuição e auxiliaram na elaboração deste relatório e em todos os documentos escritos durante este projeto.

O uso da tecnologia computacional na utilização de softwares para edição de textos e construção de gráficos adquiridos por meio da disciplina de Informática, contribuíram de forma significativa na compreensão destes softwares e ferramentas computacionais, que permitiram desenvolver de forma adequada os trabalhos.

O correto uso dos conhecimentos apresentados na disciplina de Metodologia Científica norteou os passos para pesquisa, coleta de dados e desenvolvimento de ideias, seleção dos resultados elaboração de pesquisa, análise das informações, esta disciplina é de grande importância na construção deste projeto desde o início do mesmo.

O conteúdo estudado na disciplina de Introdução a Engenharia despertou o olhar de inovação e a possibilidade solucionar problemas que se revertam como solução para sociedade, a aplicação desta disciplina durante o projeto se fez valiosa, devido ao conteúdo que foi apresentado e sendo assim uma ferramenta de extrema importância no contexto de nosso desenvolvimento. Nesta disciplina também ficou claro o olhar com que devemos analisar as situações buscando uma solução para inovar estando atento aos detalhes e aberto às ideias visando o custo benefício para que a solução proposta seja tangível.

Por fim podemos ainda citar o conteúdo apresentado na disciplina de Programação de Computadores onde os princípios de lógica e as características de programação em Java auxiliaram no desenvolvimento e compreensão de intertravamentos a serem efetuados na programação do CLP da máquina, com o conteúdo estudado auxiliou na compreensão de funcionamento e elaboração

das modificações efetuadas no software da máquina onde desenvolvemos a aplicação do protótipo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido baseado principalmente na metodologia de Design Thinking. Esta se mostra muito eficiente quando se precisa desenvolver um projeto cujos membros do grupo desconhecem de imediato qual o caminho que o projeto irá trilhar. Além do Design Thinking, que será destacado com mais detalhes, citamos aqui o Brainstorming que é importante para a geração de ideias durante o desenvolvimento de projetos, além do aprofundamento de temáticas através das pesquisas científicas que visam o levantamento de fundamentação teórica, apresentada no Item 3.

4.1 DESIGN THINKING

Design Thinking é uma metodologia de projeto, utilizada para descobrir e entender as necessidades do usuário, criando soluções de inovação e verificando a viabilidade de implementação. Segundo Silva et al (2012), a metodologia de design tem sido muito utilizada para o desenvolvimento de inovações, devido aos benefícios que suas técnicas de resolução de problemas e soluções tem trazido as empresas.

Conforme Bonini e Sbragia (2011), o Design Thinking ganhou robustez como estratégia de pensamento criativo a partir do momento que se tornou parte da estratégia de negócio das empresas e “Atualmente é empregado como uma abordagem para resolver os problemas, inspirar a criatividade e instigar a inovação com alto foco no usuário”.

O pensamento abdutivo é um raciocínio utilizado no Design Thinking, trata-se da formulação de hipóteses explicativas observando o comportamento humano que auxiliam no desenvolvimento da solução.

Nesse tipo de pensamento, busca-se formular questionamentos através da apreensão ou compreensão dos fenômenos, ou seja, são formuladas perguntas a serem respondidas a partir das informações coletadas durante a observação do universo que permeia o problema. Assim, ao pensar de maneira abdutiva, a solução não é derivada do problema: ela se encaixa nele. (SILVA et al., 2012).

A fase de imersão tem o objetivo de aproximar o projeto ao contexto do problema e identificar as pessoas envolvidas, através de entrevista e observações do cotidiano. Segundo Silva et al. (2012), essa fase é subdividida em duas: Imersão Preliminar e Imersão em Profundidade, a primeira busca o entendimento inicial e a segunda a identificação das necessidades dos envolvidos.

A análise e síntese, serve para organizar os dados obtidos, de forma a estabelecer padrões para compreender os desafios da solução a ser implantada. Reforçando o que já foi citado anteriormente, essa fase, assim como as demais, não necessariamente deve ser seguida de forma linear no processo de design Thinking, podendo se repetir ao longo de todo o projeto.

A fase que se segue busca estimular a criação de ideias. Segundo Silva et al. (2012), a Ideação utiliza-se de ferramentas de síntese desenvolvidas na análise para a geração de possíveis soluções para o contexto do problema. Um dos métodos utilizados para estimular a geração de ideias é o brainstorming.

Brainstorming é uma técnica para estimular a geração de um grande número de ideias em um curto espaço de tempo. Geralmente realizado em grupo, é um processo criativo conduzido por um moderador, responsável por deixar os participantes à vontade e estimular a criatividade sem deixar que o grupo perca o foco. (SILVA et al., 2012).

A seguir, temos a fase de prototipação, que basicamente constitui da criação algo tangível que se aproxime da solução, juntando a ótica da equipe do projeto e o ponto de vista do usuário, auxiliando na validação das ideias conforme observado na Figura 4. Nessa fase “deve-se planejar o método que irá atingir a realidade futura esperada, o que implica na criação de protótipos de modelos de negócio para avaliar os impactos nas atividades da organização como um todo” (BONINI; SBRAGIA, 2011).

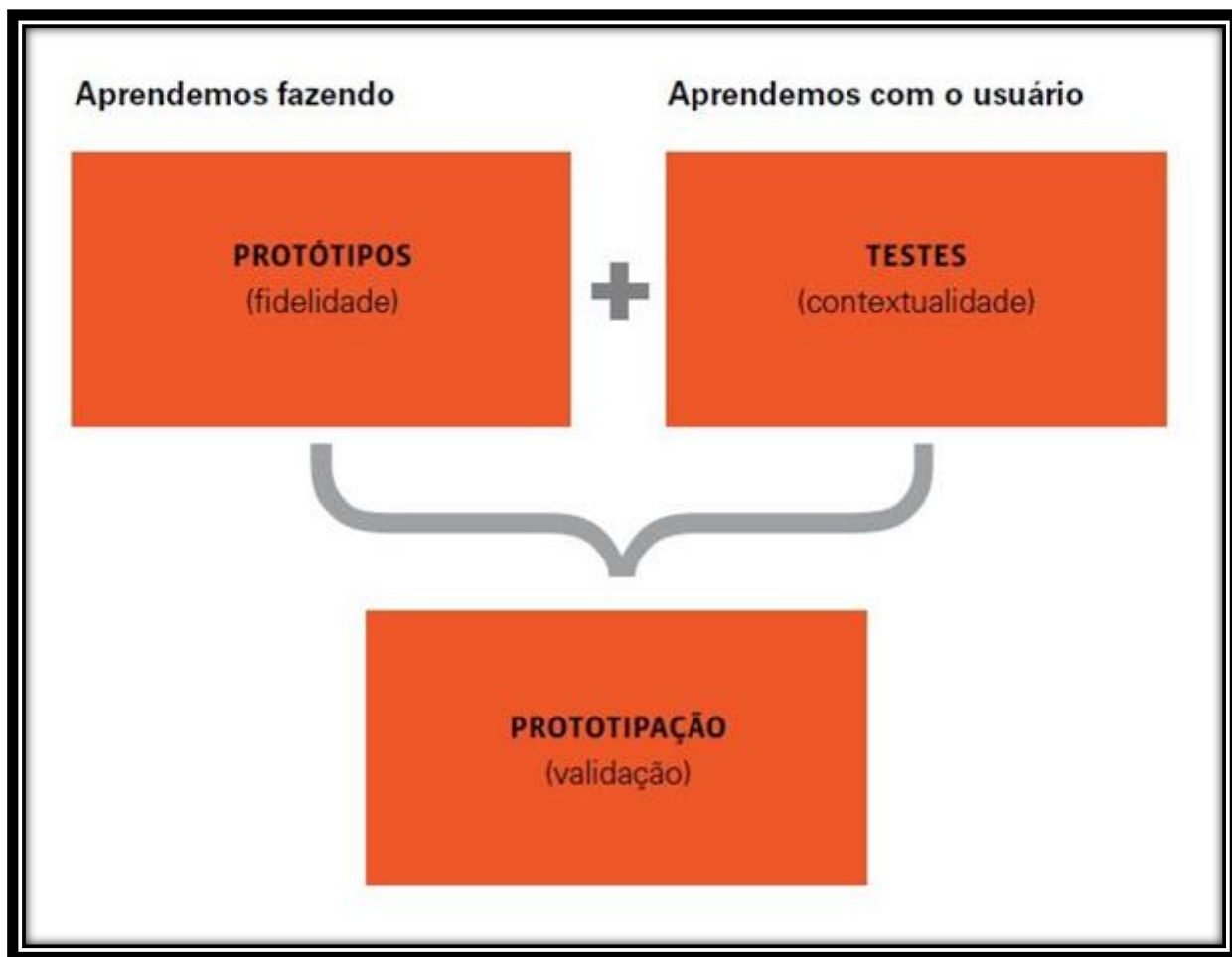


Figura 4 - Validação do Protótipo
Fonte: SILVA et al., 2012

Neste projeto, desenvolvemos as fases principais do *Design Thinking* da seguinte maneira:

Inspiração (ou Imersão): realizamos uma visita em uma indústria do segmento de embalagens alimentícias para pesquisar problemas que pudessem servir para o desenvolvimento de nosso trabalho e em conversa com os colaboradores da empresa. Através da observação do espaço de produção, identificamos que o problema que afetava diretamente a empresa era a dificuldade de detecção de membrana descentralizada em tampas Saled Safe, que consiste em uma membrana metálica (alumínio) dotada de um anel metálico que não permite nenhuma aresta na membrana de alumínio.

A partir desta etapa percebemos que esse problema trazia consequências como a reclamação de clientes, impactando na devolução de materiais e

prejudicando a credibilidade da empresa como parceira e fornecedora de tampas. Além destes impactos, o problema detectado ocasionava perda de matéria prima, produção hora/máquina, gera desgaste no local de trabalho e prejuízo financeiro.

Ideação: após a identificação do problema e síntese das informações, a equipe decidiu desenvolver um projeto baseado em um sistema de monitoramento vácuo em tampas Saled Safe. O sistema propõe alterações em uma ferramenta já utilizada no processo de fabricação e também sugere a instalação de um vacuostato que terá a função de intertravar o controlador lógico da máquina.

Com essas alterações no sistema já existente, pretende-se detectar tampas defeituosas no momento em que forem produzidas, interrompendo assim o ciclo automático do equipamento, informando ao operador e possibilitando que este efetue o descarte das peças reprovadas e realize possíveis correções que possam auxiliar na melhoria do equipamento.

Prototipação: transferimos as ideias (abstratas) primeiramente para ilustrações. A primeira ilustração consistiu em um fluxograma do funcionamento do sistema que ilustra as fases do processo de produção das tampas Sale Safed (**Figura 5**) e a segunda ilustração apresenta a ferramenta na qual se propõe a modificação (**Figura 7**). Ambas as figuras serão abordadas com mais detalhes no Item 5.

Após essa fase de prototipação inicial, desenvolveu-se o protótipo final que consistiu na fabricação de um dispositivo-teste a partir da ferramenta de fabricação já existente interligado a um sistema de detecção à vácuo que terá a função de segurar a membrana de alumínio para que a mesma fique posicionada corretamente no momento da selagem ou soldagem no anel metálico evitando assim o problema detectado na fase de inspiração.

4.1.1 DESEJABILIDADE

O projeto se torna desejável quando se faz uma análise dos dados levantados durante a pesquisa. A quantidade de scrap (peças descartadas) durante o regime de produção, problemas internos entre colaboradores devido ao estresse gerado quando ocorre uma devolução ou reclamação do cliente, a

imagem da empresa prejudicada quando um cliente recebe um material inadequado e obviamente o prejuízo financeiro que está associado a todos estes fatores e também o prejuízo emocional causado na equipe que envolve a motivação e desmotivação dos colaboradores da empresa.

A possibilidade de se obter uma solução para detecção de tampas descentralizadas durante o processo e informar ao colaborador evitando assim que estas cheguem ao cliente final é extremamente atrativa devido ao retorno seja financeiro e também o retorno comercial de marketing. A diminuição no número de peças descartadas e consecutivamente a diminuição do retrabalho são pontos positivos que contribuem para o desenvolvimento e aplicação da ideia.

4.1.2 PRATICIDADE

A solução proposta é prática devido ao baixo investimento financeiro e a simplicidade de sua concepção. A possibilidade de utilizar a atual ferramenta de produção para transformá-la também em um dispositivo de verificação facilita a implementação. Como não é necessário grande investimento e a empresa possui praticamente todos os recursos necessários para desenvolver a solução internamente o que significa um baixo custo para sua implementação.

O corpo técnico da empresa se mostrou capaz de assimilar a ideia é desenvolver a aplicação de forma a torna-la real, a realização dos serviços de usinagem na peça prototipada exigem conhecimento técnico e equipamento específico do qual a empresa dispõe dentro do seu pátio fabril. A instalação do vacuostato dentro do contexto de automação da máquina é de fácil aplicação considerando que a sua inserção dentro do sistema exige poucas modificações no equipamento.

4.1.3 VIABILIDADE

Conforme será descrito no decorrer do relatório é possível observar que o valor de investimento para a implementação da solução é de baixo custo se comparado ao prejuízo que a empresa vem absorvendo no decorrer de sua produção. Fica claro que o investimento financeiro será retornado com a

diminuição do scrap e também com o melhor relacionamento com os clientes já que a tendência é diminuir o índice de reclamações dos mesmos, e com certeza o melhor de todos os cenários a diminuição do estresse causado no ambiente entre os colaboradores, demonstrando assim a que um ambiente de harmonia favorece a melhor produtividade e competitividade de produção de forma saudável.

A empresa possui uma equipe técnica capaz de desenvolver internamente a montagem e instalação do sistema proposto, para isso tornam se necessários conhecimentos básicos de programação em software na linguagem *Ladder*, conhecimentos em pneumática. O corpo técnico da empresa apresenta dentro de sua equipe membros qualificados com grande conhecimento nas áreas citadas o que facilita e reduz os custos para a aplicação da solução proposta. Desta forma o custo fica baixo devido a já estar dentro do previsto pela empresa no *budget* anual e não exige maiores investimentos com contratação de mão de obra especializada de fonte externa.

4.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E PROJETOS

Durante a etapa de pesquisa em busca do problema, tivemos a oportunidade de realizar uma visita na Indústria ACME EMBALAGENS onde foram apresentadas etapas do processo de produção de tampas e as principais dificuldades enfrentadas pela equipe de produção.

Em conversa com alguns colaboradores e após uma explicação do processo surgiram alguns problemas, com a coleta destes dados e análise do funcionamento do equipamento em disposição efetuamos o brainstorming de possíveis soluções.

Nesta chuva de ideias surgiu a proposta de prototipar um sistema de detecção para detectar os defeitos de descentralização na membrana de alumínio no durante o funcionamento do circuito de vácuo responsável pela centralização da membrana de alumínio. Desta forma ficou claro a oportunidade de desenvolvermos um projeto como solução para identificar estas tampas durante o processo diminuindo o volume de peças defeituosas, que acabavam sendo produzidas até que o defeito fosse detectado.

Com o problema a nossa frente tivemos a oportunidade de começar a desenvolver a ideia e buscar os conhecimentos por meio de pesquisas a fim de desenvolvermos a melhor solução considerando um custo benefício que pudesse tornar o projeto aceito, mas principalmente eficiente e capaz de realizar a tarefa para qual foi projetado.

4.3 MOVIMENTO MAKER

Após a definição do problema iniciou-se o levantamento das possibilidades de solucionar o mesmo e como solucionar, onde levou-se em consideração que a solução a ser desenvolvida deveria obedecer alguns critérios como:

- Possuir um custo baixo de forma que pudesse ser prototipada e desenvolvida para testes reais e se possível implementada.
- Ter base técnica para sua aplicação de acordo com a finalidade.
- Ser tangível.
- Ser uma solução que o grupo tivesse meios de desenvolver com o conhecimento dos participantes.

Considerando estes principais pontos, as habilidades e conhecimentos de cada membro, foi possível o desenvolvimento do protótipo utilizando os conhecimentos pessoais e acadêmicos adquiridos até o momento. O grupo desenvolveu primeiramente alguns desenhos da ferramenta buscando qual seria a melhor forma de adaptá-la. Posteriormente começamos com alguns testes com peças caseiras até que conseguíssemos aplicar a ideia a uma peça real, após isso iniciamos a busca para o serviço usinagem na ferramenta fornecida para desenvolver a modificação e prototipação do sistema.

5 PROTÓTIPO

Os próximos tópicos irão descrever o protótipo que foi desenvolvido neste trabalho do projeto integrador. Baseado nas informações colhidas na empresa o grupo buscou desenvolver um protótipo tangível que pudesse sanar o problema relatado pelos colaboradores da ACME EMBALAGENS, então a seguir veremos como se desenvolveu essa solução.

5.1 PROTÓTIPO INICIAL

Após a realização da visita na indústria ACME EMBALAGENS e tendo identificado o problema de pesquisa que seria desenvolvimento no projeto, a etapa que se sucedeu foi a idealização de uma solução que pudesse sanar aquele problema da empresa assim como determina a metodologia de Design Thinking. Portanto, neste tópico e no seguinte será apresentado o protótipo desenvolvido detalhando seu funcionamento e como conseguiu solucionar o problema.

Na Figura 5 é possível observar um fluxograma do funcionamento do sistema atual de produção. O sistema funciona da seguinte maneira; O CLP (Controlador Lógico Programável) envia um sinal elétrico para a geradora de vácuo e simultaneamente para uma válvula direcional que libera a passagem do vácuo para a parte ferramental. Neste ponto se encontra o bloco de aquecimento por onde passa o canal de vácuo e é fixado pelo prato (Figura 7) de selagem que entra em contato diretamente com a membrana de alumínio que se pretende monitorar.

**Fluxograma do sistema
atual**

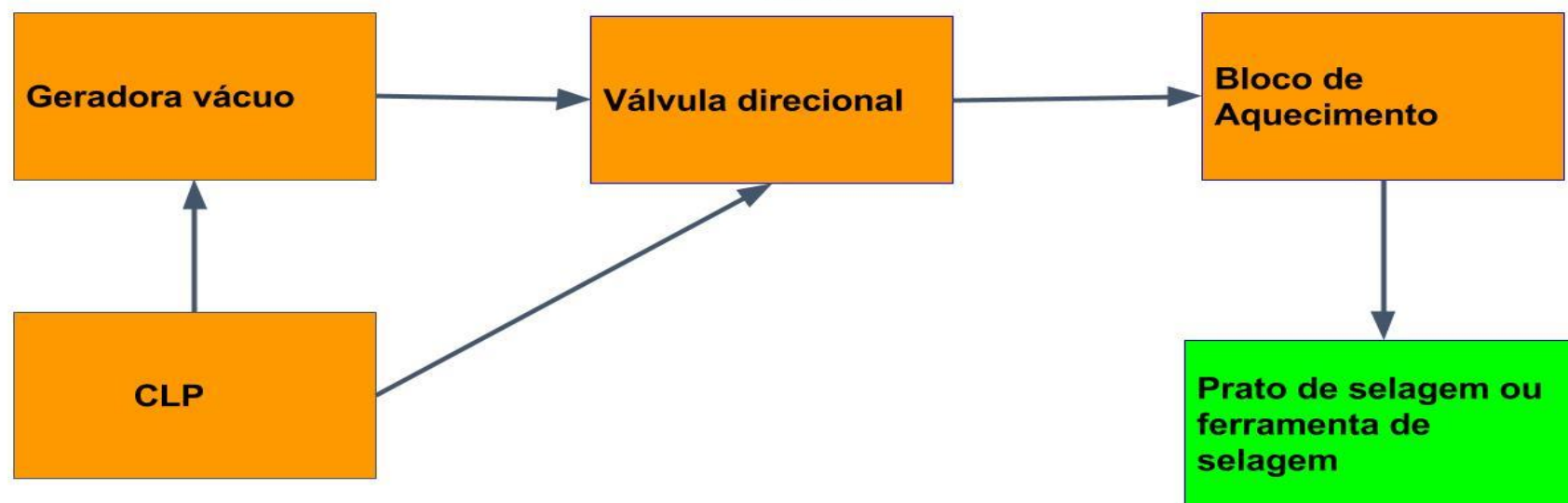


Figura 5 - Fluxograma do Sistema Atual
Fonte: Autoria Própria

Em regime normal de trabalho caso ocorra uma descentralização da membrana de alumínio, a máquina não possui nenhum sistema que detecte essa falha, portanto continuará produzindo normalmente. Desta forma fica sob a responsabilidade do colaborador (operador da máquina) detectar visualmente o problema (Figura 6) e retirar as tampas defeituosas, o que é muito difícil devido a quantidade de tampas que são produzidas por minuto e que devem ser acondicionadas em cartuchos para serem embaladas.

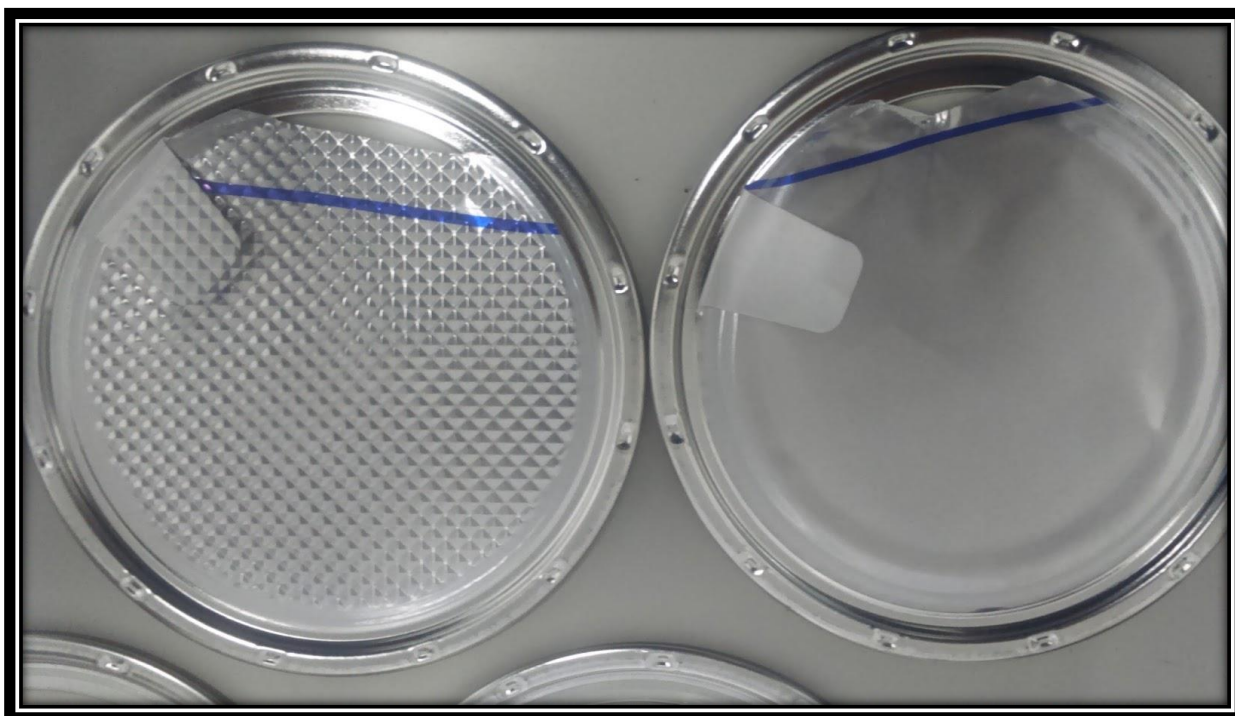


Figura 6 - Problema de Descentralização
Fonte: Autoria Própria

Na Figura 7 é apresentado a ferramenta que será modificada na sua concepção original nas vistas superior, lateral esquerda e em perspectiva. Na vista perspectiva da figura é possível observar a face da ferramenta que entra em contato com a membrana de alumínio. A ferramenta possui 6 furos que seguram a membrana posicionada para o corte por meio da formação do vácuo entre eles. Caso ocorra uma variação na pressão de vácuo isto pode ocasionar a descentralização da membrana que acarretará na produção de tampas defeituosas conforme mostrado na Figura 6.

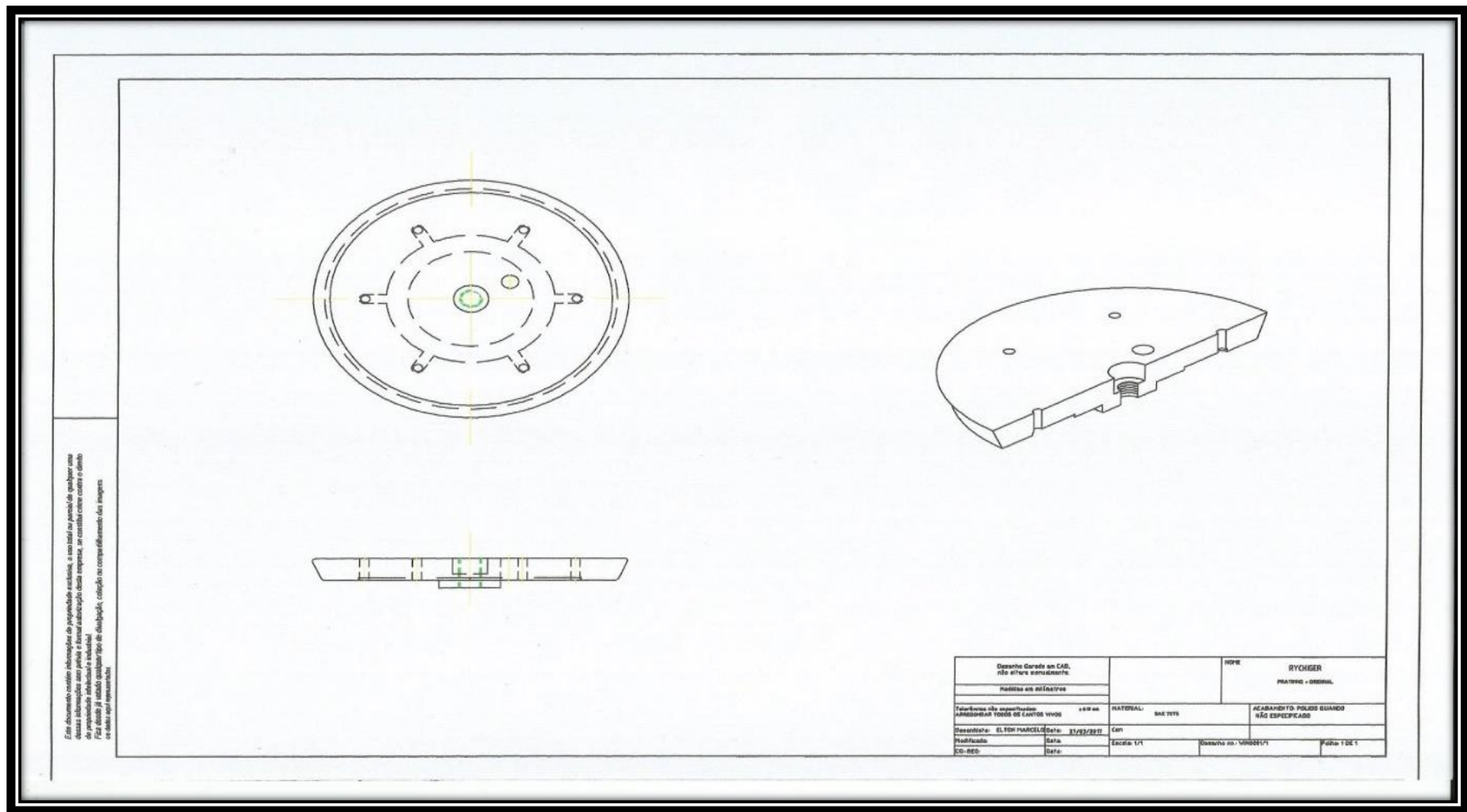


Figura 7 - Ferramenta Original
Fonte: Autoria Própria

O protótipo a ser desenvolvido consiste na fabricação de um dispositivo utilizando as próprias ferramentas de fabricação da tampa também como um sistema de detecção de vácuo. No processo de fabricação existe um vácuo para segurar a membrana de alumínio para que esta fique posicionada corretamente e seja centralizada no momento da selagem ou soldagem no anel metálico, a ideia é criar um sistema que monitore esse vácuo e alertar ao operador quando não ocorrer a formação do vácuo conforme deveria.

Na Figura 8 é apresentado a modificação da ferramenta (prato) conforme a idealização do protótipo alterando sua construção mecânica. Conforme visto na Figura 7, a face da ferramenta em sua concepção original é lisa e possui apenas seis furos. Nesta idealização do protótipo a ferramenta foi modificada criando um canal em toda a circunferência do prato para melhor distribuição da membrana de alumínio.

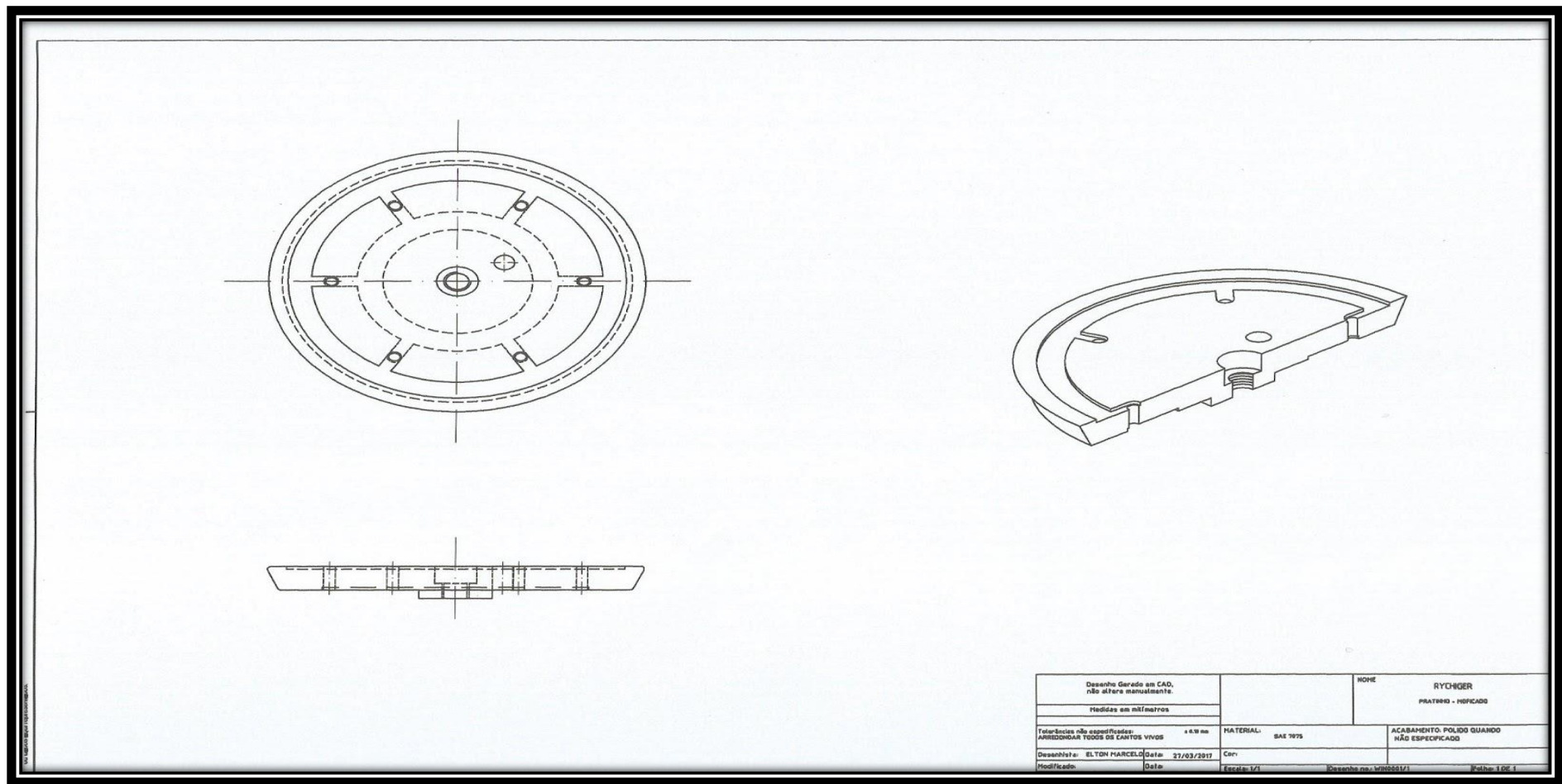
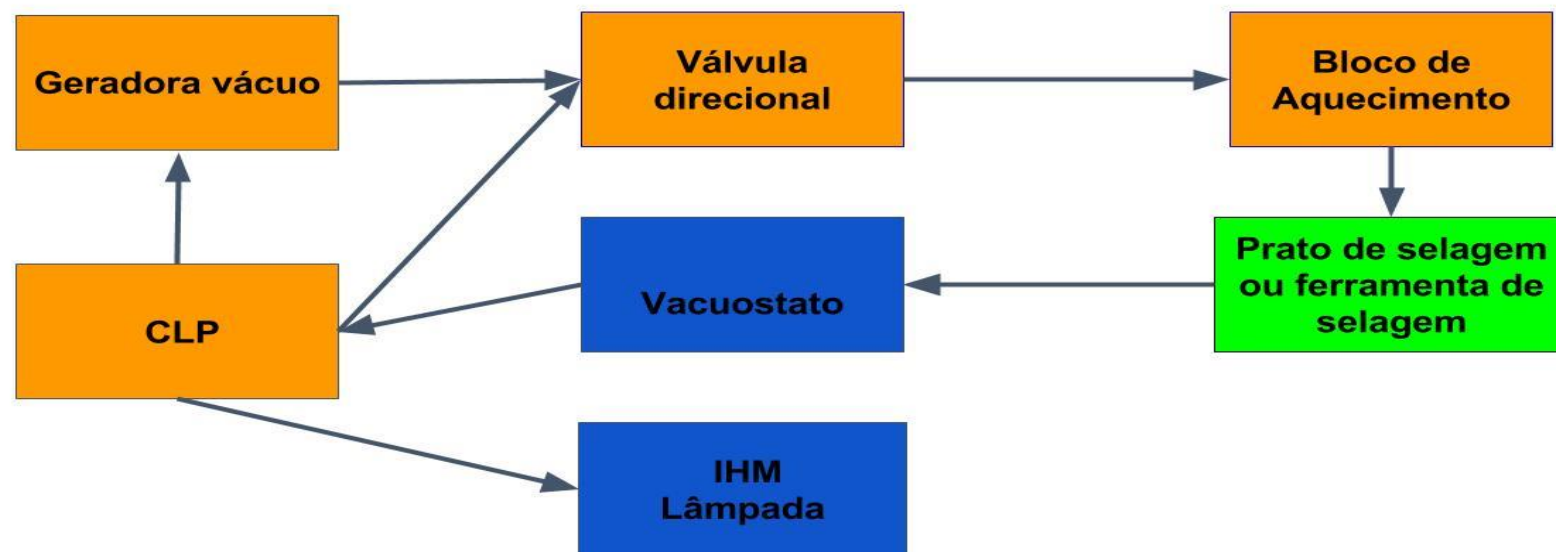


Figura 8 - Protótipo com a Modificação da Ferramenta (Prato)
Fonte: Autoria Própria

Desta maneira o vácuo será melhor distribuído para manter a membrana centralizada até a realização do corte. Caso ocorra uma descentralização não haverá a formação de vácuo na ferramenta e o vacuostato que será instalado junto ao sistema irá gerar um sinal para que o equipamento seja desligado.

O vacuostato será instalado na linha vácuo e será ajustado com os valores de mínimo e máximo em relação a pressão de trabalho ideal. Quando o vacuostato detectar uma pressão inferior ao valor mínimo ajustado enviará um sinal elétrico ao CLP, este por sua vez irá desligar a máquina na posição correta e gerar um alarme na IHM através de uma lâmpada indicando ao operador da máquina que houve uma descentralização, assim será possível uma imediata correção do defeito. Após a correção a pessoa responsável irá resetar a falha identificada no CLP por meio de um botão *reset* permitindo assim ligar novamente a máquina em regime de produção normal. A Figura 9 ilustra o fluxograma do sistema com a modificação.

Fluxograma do Sistema com a Solução



ARARAS 2017

Figura 9 - Fluxograma do Sistema Após a Modificação

Fonte: Autoria Própria

Esta foi a definição da solução que aparentou ser mais viável e possível de se fazer, as figuras aqui mostradas serviram de parâmetro para apresentarmos a ideia à Indústria. Após elucidar a ideia do protótipo que seria desenvolvido e obter o aval e as ferramentas necessárias passamos a desenvolvê-lo conforme detalhado a seguir.

5.2 PROTÓTIPO FINAL

Neste tópico será apresentado o protótipo final mostrando detalhes da peça através de imagens e complementando informações que já foram detalhadas no tópico anterior, além de citar como alcançamos o resultado final e quais as contribuições que levaram ao êxito da solução e do projeto como um todo.

O desenvolvimento do projeto foi feito em várias etapas e uma delas foi destinada a sessão de *Fishbowl* junto aos mentores Braian e Silvia que contribuíram com sugestões e críticas durante a apresentação e foram importantes para nortear a construção e conclusão do protótipo, a Tabela 2 a contém os pontos que foram citados pelos mentores.

Mentor	Questionamento/Sugestão
Braian	a - Se vamos conseguir cumprir a tempo a execução do PI;
	b - Se realmente temos certeza que vamos encontrar alternativa com ajuda externa para solução do Software.
Silvia	a - Se o vacuostato realmente é funcional e se vai funcionar bem conectado com CLP;
	b - Com a modificação do prato de selagem como será o processo de troca do produto defeituoso a ser selado e a reposição do mesmo;

	c - Se os recursos são mais simples que um processo pneumático, custo e retorno são viáveis;
	d - Se existe a possibilidade de filmar o processo atual em funcionamento e se tem como demonstrar como vai ficar.

Tabela 2 - Questionamento/Sugestões dos Mentores

Fonte: Autoria Própria

Em relação aos pontos levantados pelo Braian (Tabela 2), sobre o cronograma, o projeto foi concluído a tempo e dentro do prazo estipulado, a organização e divisão das tarefas permitiu que fosse possível concluir com êxito conforme o cronograma. O ponto 'b' citado por ele era referente a programação do CLP da máquina, conforme citado na própria apresentação do *Fishbowl*, dentro da própria indústria ACME EMBALAGENS existiam alguns profissionais com conhecimento em programação de CLP que poderiam nos auxiliar na implementação da solução, assim foi possível fazer a programação da máquina sem qualquer contratempo.

No tocante aos pontos levantados pela mentora Silvia (Tabela 2), sobre a eficácia do vacuostato e se funcionará bem conectado ao CLP, o teste realizado com o protótipo no equipamento demonstrou ser eficaz. O sistema atuou corretamente e se comportou como previsto durante a idealização do mesmo.

No ponto 'b' abordado pela mentora, durante os testes ficou claro que após a troca da ferramenta e o correto funcionamento do sistema, o produto defeituoso será retirado da linha de produção e a máquina será reiniciada no processo produtivo, sem a necessidade de repor a peça descartada. Isto devido a concepção da máquina e ao tipo de processo de fabricação.

No item 'c' foi abordado a comparação com um sistema pneumático e se o mesmo seria viável devido ao custo, o sistema proposto da instalação do vacuostato para monitoração do prato modificado está inserido dentro de um sistema pneumático já que o vácuo é gerado pelo princípio de Venturi. O vacuostato é um componente de linha pneumática e possível de ser inserido no equipamento. O custo para a implementação é baixo se comparado com o atual

prejuízo e o retorno ou ganho com a implementação será um ótimo custo benefício, os valores que comprovam estas informações já estão descritos no item 6 sobre análise dos dados.

No item 'd' a mentora sugere a possibilidade de filmar o funcionamento do protótipo na aplicação para que seja possível visualizar a solução. O vídeo com a instalação da peça prototipada e o teste de funcionamento está incluso no vídeo sobre o projeto, onde é possível visualizar e compreender de forma clara a concepção e funcionalidade do protótipo dentro da aplicação real, o link para o vídeo encontra-se na capa deste relatório.

Levando em consideração a opinião dos mentores o projeto continuou a ser desenvolvido. O protótipo final não fugiu da idealização inicial apresentada no tópico anterior. A ferramenta (Prato de Selagem) foi modificada seguindo o padrão que foi apresentado na Figura 8, nela foi feito um canal por toda sua circunferência interligando aos furos originais da peça, desse modo a vácuo é melhor distribuído e qualquer furo ou descentralização da membrana impedirá que se forme o vácuo. A ferramenta pronta está ilustrada na Figura 10 e Figura 11 a seguir:



Figura 10 - Prato Modificado
Fonte: Autoria Própria



Figura 11 - Prato Modificado 2
Fonte: Autoria Própria

Conforme também foi apresentado na Figura 9 do tópico anterior, o sistema contará com a instalação de um vacuostato na linha de vácuo da máquina como mostra a Figura 12. O vacuostato será ajustado com os valores de mínimo e máximo em relação a pressão de trabalho ideal, assim irá monitorar a formação de vácuo nos canais da ferramenta de selagem no exato momento de sua formação. Este será responsável em enviar um sinal elétrico ao CLP da máquina, onde é processada a lógica operacional do equipamento.



Figura 12 - Vacuostato
Fonte: Autoria Própria

Quando o vacuostato detectar uma pressão inferior ao valor mínimo ajustado enviará um sinal elétrico ao CLP que desligará a máquina e gerando um alarme na IHM através de uma lâmpada indicando ao operador da máquina que houve uma descentralização, assim será possível uma imediata correção do defeito. Após a correção a pessoa responsável irá resetar a falha identificada no CLP por meio de um botão *reset* permitindo assim ligar novamente a máquina em regime de produção normal. A Figura 13 a seguir ilustra o fluxograma do funcionamento do sistema com as modificações realizadas pelo protótipo finalizado.



Figura 13 - Fluxograma Do Sistema Prototipado
Fonte: Autoria Própria

Este foi o protótipo desenvolvido na Indústria ACME EMBALAGENS, no próximo tópico será feito a análise dos dados que evidenciam a viabilidade de implementação da solução, mostrando números e valores e que sustentam essa afirmação, além de destacar o feedback da empresa.

6 ANÁLISE DOS DADOS

Neste tópico temos a apresentação da análise dos dados que foram obtidos com o desenvolvimento do projeto. Aqui constam informações sobre a identificação do problema e seu impacto no dia-a-dia da empresa. Serão apresentados os custos e a forma de construção do protótipo. Falaremos da apresentação da solução na empresa, além de destacar resultados alcançados e a viabilidade da utilização do protótipo de maneira efetiva.

Conforme foi apresentado na Item 2 do relatório, o problema identificado na empresa que causava a descentralização da membrana de alumínio (Figura 14) gerava um prejuízo financeiro com a perda dessas peças defeituosas que precisavam ser descartadas, além disso quando ocorria dessas peças passarem do controle de qualidade e serem enviadas com defeito aos clientes isso gerava um transtorno e desgaste entre as empresas.

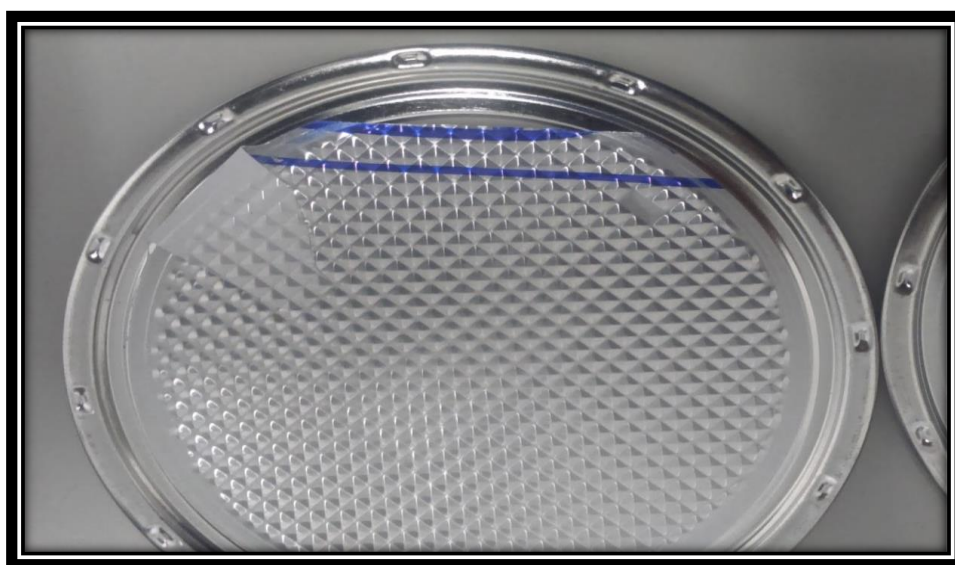


Figura 14 - Problema de Descentralização da membrana de alumínio
Fonte: Autoria Própria

A média de produção deste produto é cerca de 340.000 peças em 24 horas em um regime normal de produção, quando ocorre o problema de descentralização e este é detectado já de início a quantidade de peças descartadas gira em torno de 30 peças. A princípio esse número não parece muito significativo, porém se considerarmos que este tipo de defeito ocorre cerca

de 20 vezes ao dia, a quantidade de peças descartadas chega a aproximadamente 600 peças, que contabiliza a média 15600 peças no mês (Figura 15).

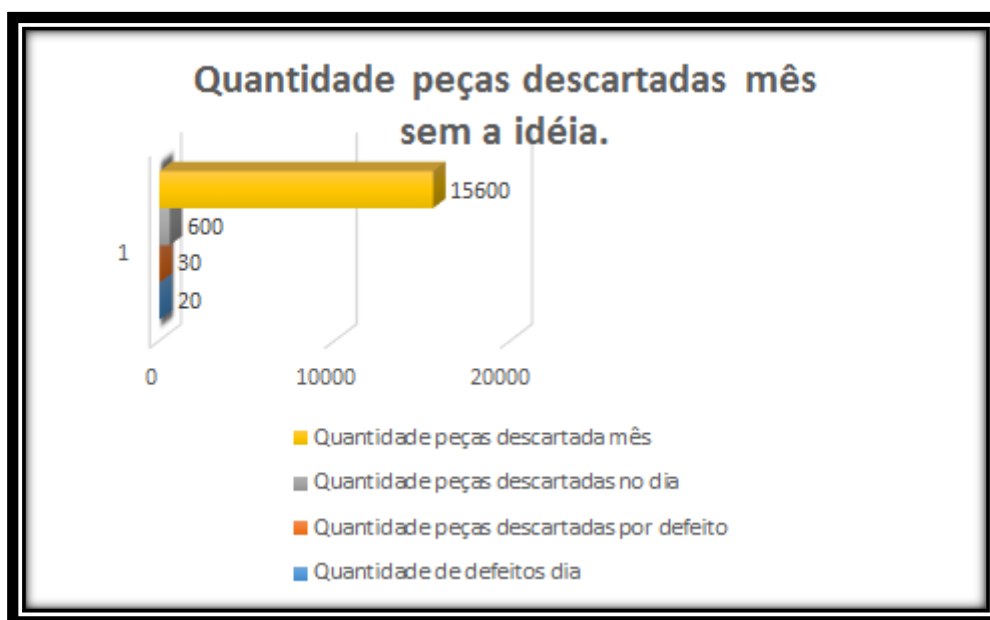


Figura 15 - Quantidade de Peças descartadas antes do Protótipo
Fonte: Autoria Própria

A quantidade estipulada apresentada acima considera a situação em que o operador da máquina detecta o defeito imediatamente, o que na prática nem sempre acontece. Porém, quando o problema demora a ser detectado é necessário retirar o palete da linha de produção e revisar todo o material que em média equivale a 96.000 peças. A revisão envolve o uso de dois colaboradores. O custo desta etapa de revisão e o valor do descarte desses produtos não foi informado, mas fica claro que no decorrer de um mês com esse problema ocorrendo diversas vezes no dia o valor será muito significativo.

Considerando ainda que a falha na inspeção visual pode permitir que tais peças defeituosas cheguem ao cliente final, o que acaba gerando um desgaste na imagem da empresa, além de consequências como a reposição do material, custo de envio e a perda da confiança no produto e no processo de produção.

Para a fabricação da peça protótipo a primeira versão no projeto foi idealizada em desenho técnico desenvolvido via software gratuito com conhecimento dos alunos. Na segunda etapa, onde foi confeccionada a peça prototipada, a empresa cedeu a ferramenta utilizada no processo de produção. A ferramenta passou por um processo de usinagem executado por outra empresa parceira, sem custo. Se o serviço de usinagem tivesse sido pago, este custaria em média 500,00 reais por ferramenta modificada.

Tendo em vista que a máquina possui 4 estações que utilizam esta ferramenta, a implementação teria um custo efetivo de 2.000,00 reais. Também devemos citar aqui que para o desenvolvimento do protótipo foi necessário a utilização de um vacuostato cedido também pela empresa para testes. Seu custo para aquisição é cerca de 400 reais podendo variar de acordo com modelo ou marca de fabricante. Ao término da confecção da ferramenta, a etapa seguinte foi a implementação do protótipo na respectiva máquina da empresa.

A implementação do protótipo foi autorizada após a apresentação da ideia inicial e a finalização da peça protótipo. Foi feito o agendamento para disponibilização do equipamento parando a produção durante um período para que fosse feita a instalação elétrica, programação do CLP e substituição da peça prototipada. Após a finalização destas tarefas a máquina foi ligada para efetuar testes de desempenho e simulação de defeitos, permitindo ajustes de parâmetro do vacuostato e análise de desempenho do protótipo.

6.1 RESULTADOS

Como já descrito anteriormente foram citados alguns números referentes a quantidade de peças produzidas dentro do padrão e também as peças rejeitadas. A quantidade de peças rejeitadas é alta e tem um alto custo de produção, o que justificaria o investimento no protótipo já que a estimativa de valores para o desenvolvimento e implementação do equipamento fica abaixo de 3000 reais. A viabilidade técnica também favorece a implementação do sistema já que a empresa possui mão de obra técnica qualificada para executar as

tarefas de automação. Tendo em vista a viabilidade técnica e financeira destacadas não foi difícil apresentar e propor a implementação da solução.

A apresentação do protótipo na empresa se deu num primeiro momento através da exibição da ideia por meio do desenho técnico junto com a explicação sobre o funcionamento do sistema em conjunto com a máquina, a partir deste momento a empresa cedeu uma ferramenta para executar a prototipação real da ideia. Após a confecção da peça e com a devida verificação de conformidade com a ideia inicial, o protótipo foi exposto à empresa para que pudesse agendar a instalação e realizar os testes práticos com a ferramenta modificada a fim de comprovar de maneira prática que o protótipo resolveu o problema encontrado na pesquisa.

Com o término dos teste e comprovação de êxito pudemos obter um feedback da Indústria ACME EMBALAGENS. O retorno foi muito positivo, pois já num primeiro momento foi perceptível o funcionamento do sistema proposto, durante a execução dos testes foram simuladas situações buscando gerar o problema de descentralização e em todas as simulações efetuadas o sistema detectou 100% das peças defeituosas que foram causadas intencionalmente. Assim, o sistema permaneceu funcionando acompanhando o regime de produção normal da empresa e demonstrando sua eficácia em detectar as peças defeituosas que foram produzidas.

Cabe destacar que ideia inicial o protótipo conseguiu atender plenamente seus objetivos de solucionar um problema que afetava o dia-a-dia da Indústria ACME EMBALAGENS que seria a detecção do problema de descentralização da membrana de alumínio imediatamente quando forem produzidas, agindo para desligar o equipamento impedindo que mais peças defeituosas fossem produzidas e informando ao colaborador sobre o surgimento do problema. Desta forma, impediu a necessidade de retrabalho, diminuiu o número de peças descartadas de antes no mínimo 30 (Figura 15) para agora as únicas primeiras 4 produzidas (Figura 16), permitindo assim a imediata correção do problema reduzindo o tempo de correção e aumentando o tempo de produção do equipamento.

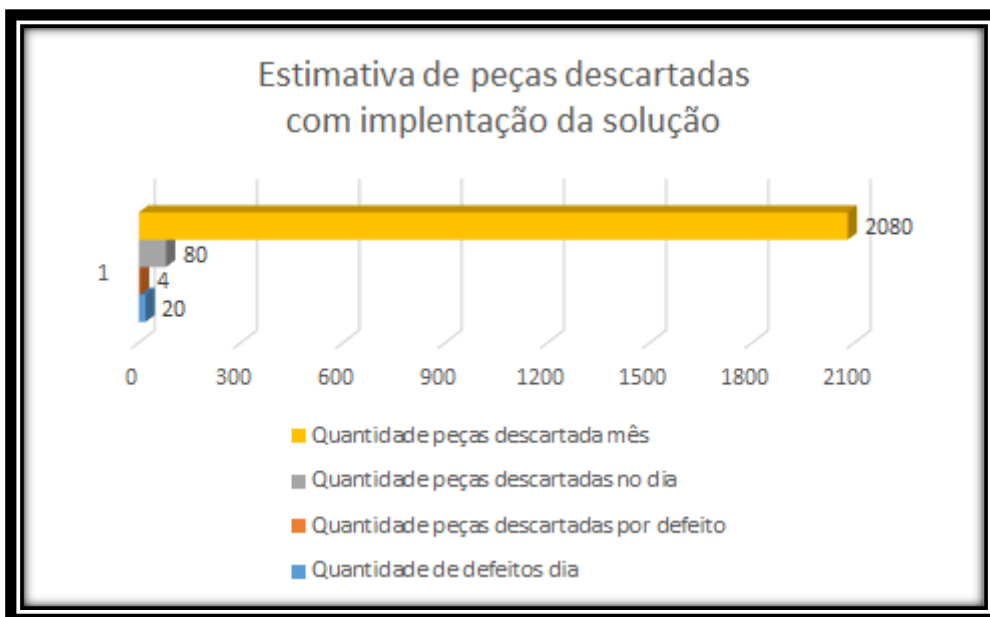


Figura 16 - Estimativa de peças descartadas após a implementação da solução
Fonte: Autoria Própria

Para o futuro espera-se fazer um acompanhamento do dispositivo colhendo o maior volume de dados e parâmetros possíveis, isto possibilitará coletar novas informações ainda não percebidas ou não relatadas pelos colaboradores da empresa. Sempre é possível visualizar pontos de melhoria num sistema complexo como esse que podem possibilitar maior eficiência na detecção de tampas descentralizadas e identificação de pequenas oscilações ou quedas de pressão no sistema de vácuo. Mesmo que estas oscilações não sejam suficientes para gerar o problema em si, ainda podem ser utilizadas para acompanhar e antecipar possíveis problemas que possam surgir durante o regime de produção.

Além dessas melhorias futuras que se espera identificar, resta também a implementação da solução nas demais estações que a máquina possui para a aplicação de membrana no processo de selagem. O protótipo foi aplicado em uma destas estações, sendo assim possível replicar a ideia nas outras 3 estações ampliando a cobertura do sistema para 100% das peças produzidas nesta máquina.

A empresa ainda possui outras 4 máquinas com processo semelhante a máquina onde foi feita a implementação desta solução diferenciando apenas no diâmetro da tampa. Assim, a solução desenvolvida pode ser expandida para as

demais máquinas oferecendo assim produtos de melhor qualidade ao cliente final e garantindo uma melhor competitividade financeira com a redução do *scraap*.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento deste projeto buscamos aplicar os conhecimentos obtidos até o momento dentro das disciplinas estudadas. Ficou claro durante a elaboração do projeto que seria necessário buscar conhecimento específicos sobre o tema, o que foi realizado por meio de pesquisas técnicas sobre automação industrial. Após a definição da solução iniciamos a busca pela prototipação e verificação se está seria tangível e eficiente como pensada inicialmente.

Dentre as variáveis do processo identificamos algumas hipóteses que buscamos solucioná-las por meio do desenvolvimento de nossa ideia. Foi de grande conforto e satisfação os resultados apresentados de início pelo desenvolvimento do protótipo já que o mesmo demonstrou ser capaz de alcançar a solução idealizada.

A aplicação da metodologia do Design Thinking foi extremamente importante já que a descoberta do problema somente se tornou possível devido a pesquisa de campo em conversa com os colaboradores da empresa, as ferramentas que está metodologia forneceu foi de grande importância para o desenvolvimento deste trabalho.

O grupo buscou conhecimentos específicos sobre o funcionamento do equipamento junto aos colaboradores, para que fosse possível conhecer o processo e assim compreender o funcionamento da máquina e suas etapas produtivas desde a matéria prima até o produto final. Todo conhecimento adquirido por meio das disciplinas veio a favorecer este projeto desde a forma da escrita como a abordagem das pessoas durante a etapa de pesquisa. Foi de grande aprendizado a experiência de desenvolver este projeto já que exigiu comprometimento e estudo por parte dos membros do grupo. Ficou como aprendizado que um olhar de engenheiro pode modificar aquilo que anteriormente já se pensava pronto.

REFERÊNCIAS

ANTUNES JÚNIOR, J. A. - Em Direção a Uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: Uma Discussão sobre a Possibilidade de Unificação da Teoria das Restrições e da Teoria que Sustenta a Construção dos Sistemas de Produção Com Estoque Zero. Porto Alegre: UFRGS, 1998 (Dissertação de Doutorado em Administração de Empresas, PPGA/UFRGS, 1998).

ANTUNES JÚNIOR, J. A. Prefácio em – Sistema Toyota de Produção – mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul. Educs, 1996. BLACK, J.T. O Projeto da Fábrica com Futuro. Porto Alegre: Bookman, 1998.

BONINI, L. A; SBRAGIA, R. O Modelo de Design Thinking como Indutor da Inovação nas Empresas: Um estudo empírico, São Paulo, Revista de Gestão de Projetos, 2011.

GHINATO, P – Sistema Toyota de Produção – mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul. Educs, 1996.

GOUNET, T – Fordismo e Toyotismo na Civilização do Automóvel. São Paulo Boitempo Editorial, 1989.

GROOVER, M. P. – Automation Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing. New Jersey. Prentice – Hall, 2001.

HELDMAN, K. **Gerenciamento de projetos**. RIO DE JANEIRO: ELSEVIER, 2006. [HTTP://WWW.ADMINISTRADORES.COM.BR](http://www.administradores.com.br). **Gestão de projetos - abordagem conceitual**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/gestao-de-projetos-abordagem-conceitual/22772/>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

MAXIMINIANO, A.C.A. **Administração de projetos**. 4 ed. SÃO PAULO: ATLAS, 2010. VERZUH, Eric. **Mba compacto gestão de projetos**. 1 ed. São Paulo: Campus, 2000. 29 p.

PASSOS JÚNIOR, A. A. – Os Circuitos da Autonomia – Uma abordagem Técnico-Econômica. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Unisinos, 2004.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre. Bookman, 1997.

PANTALEÃO, L.H. Desenvolvimento de um Modelo de Diagnóstico da Aderência aos Princípios do Sistema Toyota de Produção (Lean Production System): Um Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado em Administração, São Leopoldo: Programa de Pós-graduação em Administração/Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2003.

SANTOS, J. J. H. Automação Industrial. São Paulo, 1979.

SILVA, M. J. V.; FILHO, Y.V.S; ADLER, I. K.; LUCENA, B. F.; RUSSO, B. Design Thinking: Inovação em Negócios - Rio de Janeiro, MJV Press, 2012.

SHIMBUM, Nikkan Kogyo. Cuadernos de Direccion de fabricas – Autonomatización/ Automatización. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción, 1993.

SCOPEL, L. M. M. Automação industrial: uma abordagem técnica e econômica. Educ, 1995.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção – Do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

Turner JR. The handbook of project-based management: Improving the processes for achieving strategic objectives. 2nd ed. London: McGraw-Hill; 1999.

Turner JR. Project success and strategy. In: Turner JR, Simister SJ, editors. The Gower handbook of project management. Aldershot: Gower; 2000.

Turner JR. Project contract management: incomplete in its entirety. Constr Manage Econ 2004;22(1):75–83.

Turner JR, Muller R. The project manager's leadership style as a success factor on projects: a literature review. Project Manage J 2005;2(36):49–61.

XAVIER, C. M. **Gerenciamento de projetos**: Como definir e controlar o escopo do projeto. 2 ed. SÃO PAULO: SARAIVA, 2008.

WWW.ADMINISTRADORES.COM.BR. Microsoft press, 1998 p.4. Disponível em: <<https://www.administradores.com.br/infomr-se/artigos/gestão-deprojetos-abordagem-conceitual/22772>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

WWW.ENAP.GOV.BR. Introdução a gestão de projetos. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/bitstream/handle/1/1902/gestaodeprojetos_modulo_1_final.pdf?sequence=1>. Acesso em: 08 jun. 2017.