

# **Retrofit para melhoria de processo:**

embaladora vertical para  
pacotes tipo Stick Pack

Natália Teixeira Paschoa  
Emerson Calcagno



# Retrofit para melhoria de processo: embaladora vertical para pacotes tipo Stick Pack

Natália Teixeira Paschoa

Emerson Calcagno

## **Direção Editorial**

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

## **Autores**

Natália Teixeira Paschoa  
Emerson Calcagno

## **Capa**

AYA Editora

## **Revisão**

Os Autores

## **Executiva de Negócios**

Ana Lucia Ribeiro Soares

## **Produção Editorial**

AYA Editora

## **Imagens de Capa**

br.freepik.com

## **Área do Conhecimento**

Engenharias

# **Conselho Editorial**

Prof.º Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva  
*Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí*

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza  
*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa  
*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz  
*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos  
*Instituto Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Carlos López Noriega  
*Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP*

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva  
*Centro Universitário FACEX*

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí  
*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota  
*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis  
*Universidade do Estado de Minas Gerais*

Prof.ª Ma. Denise Pereira  
*Faculdade Sudoeste – FASU*

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig  
*Universidade Federal do Paraná*

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos  
*Universidade Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva  
*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.º Dr. Gilberto Zammar  
*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota  
*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença*

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza  
*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso  
*Universidade de Santa Cruz do Sul*

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues  
*Faculdade Sagrada Família*

Prof.ª Dr.ª Jéssyka Maria Nunes Galvão  
*Faculdade Santa Helena*

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski  
*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.º Dr. João Paulo Roberti Junior  
*Universidade Federal de Roraima*

Prof.º Me. Jorge Soistak  
*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra  
*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara*

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti  
*Universidade Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim  
*Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

Prof.ª Ma. Lucimara Glap  
*Faculdade Santana*

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho  
*Universidade Federal Rural de Pernambuco*

**Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues**

*Universidade Norte do Paraná*

**Prof.º Dr. Milson dos Santos Barbosa**

*Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP*

**Prof.º Dr. Myller Augusto Santos Gomes**

*Universidade Estadual do Centro-Oeste*

**Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch**

*Faculdade Sagrada Família*

**Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda**

*Universidade Estadual de Ponta Grossa*

**Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes**

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus  
Pauapebas*

**Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani**

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

**Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira**

*Instituto Federal do Acre*

**Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail**

*Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

**Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens**

*Faculdade Sagrada Família*

**Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares**

*Universidade Federal do Piauí*

**Prof.ª Dr.ª Silvia Aparecida Medeiros**

**Rodrigues**

*Faculdade Sagrada Família*

**Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia**

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

**Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda  
Santos**

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

**Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues**

*Instituto Federal de Santa Catarina*

© 2023 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição *Creative Commons* 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas neste Livro, bem como as opiniões nele emitidas são de inteira responsabilidade de seus autores e não representam necessariamente a opinião desta editora.

---

P279 Paschoa, Natália Teixeira

Retrofit para melhoria de processo: embaladora vertical para pacotes tipo Stick Pack [recurso eletrônico]. / Natália Teixeira Paschoa, Emerson Calcagno.  
-- Ponta Grossa: Aya, 2023. 62 p.

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-5379-178-7

DOI: 10.47573/aya.5379.1.98

1. Embalagens. . I. Calcagno, Emerson. II. Título

CDD: 658.7

---

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

**International Scientific Journals Publicações  
de Periódicos e Editora EIRELI**

**AYA Editora©**

**CNPJ:** 36.140.631/0001-53

**Fone:** +55 42 3086-3131

**E-mail:** contato@ayaeditora.com.br

**Site:** <https://ayaeditora.com.br>

**Endereço:** Rua João Rabello Coutinho, 557  
Ponta Grossa - Paraná - Brasil  
84.071-150

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
Objetivos .....	10
Procedimentos metodológicos .....	11
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
Introdução ao universo das embalagens .....	12
Especificações sobre a embalagem Stick Pack .. .....	21
Máquinas embaladoras e envasadoras .....	23
Alguns tipos de máquinas que podem ser encontradas no mercado .....	24
<b>PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO .</b>	<b>31</b>
Disposições do projeto .....	31
Abordagem fundamental processo de alterações .....	33
Desenvolvimento do protótipo .....	34
Sistema de tração e limitação de comprimento ... .....	35
Alteração do sistema Servomotor por Atuador Pneumático .....	37
Atuador Pneumático .....	38
Alteração no sistema CLP e elétrico .....	39
Selagem .....	39
Alteração no sistema de selagem .....	41
<b>CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO E SUAS ETAPAS .....</b>	<b>43</b>
Montagem da estrutura .....	43

Pintura .....	44
Montagem dos módulos.....	44
<b>TESTE DE FUNCIONAMENTO .....</b>	<b>47</b>
Sistema Pneumático .....	47
Sistema de dosagem .....	48
Conformador colarinho .....	48
Sistema de selagem .....	49
Selagem Vertical .....	49
Selagem Horizontal .....	49
Corte serrilhado da embalagem .....	50
Tracionamento do filme de embalagem .....	51
Acionamento dos itens pneumáticos .....	51
Válvulas solenóide .....	51
Comando Lógico Programável (CLP) .....	52
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
<b>SOBRE OS AUTORES.....</b>	<b>57</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>58</b>

# Apresentação

---

Caro leitor(a),

É com grande satisfação que apresento este projeto que tem como objetivo a fabricação de uma máquina de menor custo e simples operação para embalagens Stick Pack. Este projeto inovador utiliza meios mecânicos com controle eletrônico e sistemas pneumáticos, com funções comandadas por CLP que simplificam a operação do maquinário.

A melhoria no processo de soldagem abordada neste projeto proporciona melhor armazenamento e embalamento de produtos granulados ou em pó de doses únicas. O produto final da embaladora são as embalagens Stick Pack, amplamente utilizadas no mercado alimentício e farmacêutico, especialmente em produtos de mono dose granulado ou em pó, tendo como principal característica seu formato reduzido.

Neste estudo, serão abordados não só a evolução das máquinas embaladoras ao longo dos anos, mas também a defesa de tese sobre o beneficiamento do processo, comprovando a redução de custo na concepção do maquinário. A equipe envolvida neste projeto trabalhou arduamente para criar uma solução inovadora e de grande impacto no mercado, atendendo às necessidades dos clientes e contribuindo para a melhoria do processo de embalagem de produtos.

Este projeto é um exemplo do que é possível alcançar quando se unem conhecimentos técnicos e a paixão pelo desenvolvimento de soluções inovadoras. Esperamos que este trabalho seja um estímulo para outros projetos que busquem aprimorar processos e contribuir para a melhoria da indústria.

***Natália Teixeira Paschoa***

***Emerson Calcagno***

# INTRODUÇÃO

A exigência do cliente final aumentou com o passar dos anos, requerendo de uma gama maior de produtos e opções disponíveis em qualquer segmento industrial ou comercial. No mercado de embalagens esta realidade não é diferente.

Sem dúvida, as embalagens flexíveis percorreram um longo caminho desde as primeiras embalagens feitas de peles de animais, folhas e cera. As embalagens flexíveis existem há muito tempo e sejam elas um saco de supermercado, uma embalagem de corn-flakes ou um pacote com zíper para fertilizantes, elas estão presentes em nosso dia a dia.

Determinados itens são mais econômicos que as embalagens rígidas, outras aumentam as vendas por oferecerem destaque ao produto, podendo ser a diferença para que o produto ganhe espaço no mercado.

No segmento de embalagens flexíveis, podemos nos referir aos seguintes itens: filme permeável para carnes e verduras em geral recipientes com filmes termo formável e contrátil, e também as embalagens tipo “cook in” (cozimento do produto dentro da embalagem), embalagens ativas, etiquetas e rótulos com design avançado, com notificações e instruções específicas.

Além dos produtos já citados, foram apresentadas as seguintes inovações ao mercado: os pacotes “stand up” com zíperes ou dosadores, recipientes com estruturas laminadas, novas técnicas de encolhimento para variados itens (alimentos, espumas), embalagens contra violação, materiais para embalagem a quente, recipientes e plásticos exclusivos para artigos congelados, embalagens ante embaçantes, com hologramas e metalizadas, bandejas para micro-ondas, indicadores de cozimento, embalagens recicláveis, etiqueta antirroubo e muito mais.

Foi considerado a nova realidade de um mundo mais individualizado, e os estudos foram dedicados a concepção de uma máquina-protótipo que busca novas alternativas de fabricação de uma embaladora com redução de custos e mesma performance sem alterar o fornecimento de embalagens individuais, conhecidas no ramo como embalagem “STICK PACK”.

Neste relatório será apresentada a melhoria do processo de fabricação e abordagem das devidas alterações realizadas na antiga máquina, com a exibição de redução de custo do processo para obtenção de um produto final de qualidade similar.

## **Objetivos**

Constitui-se como objetivo demonstrar um novo conceito proposto a um maquinário já explanado no mercado e na melhoria e alteração de componentes na fabricação de máquinas embaladoras no segmento Stick Pack.

A proposta refere-se à alteração de dispositivos mecânicos para componentes pneumáticos, modificação de posicionamento para melhoria do processo quanto sua qualidade e finalização do processo com maior ou mesma eficácia para obter o produto proposto inicialmente.

### **Objetivos propostos**

a) Alteração do sistema de tração do filme de embalagem feito anteriormente por sistema servo-motor tendo novo desempenho por sistema atuador-pneumático.

b) Demonstração do reposicionamento do dispositivo de selamento da embalagem Stick Pack, eliminando os problemas ocasionados pela alta temperatura de selagem.

c) Construção de protótipo e suas etapas utilizando os conceitos

abordados.

Comparativo entre os conceitos abordados, demonstrando eficácia ao produto qual sua versatilidade e custo agregado ao processo de fabricação.

## **Procedimentos metodológicos**

Para a execução deste trabalho o material de pesquisa e desenvolvimento foi disponibilizado pela empresa OPTIMA do Brasil, atuante na fabricação de máquinas para condicionamento e envase alimentício e farmacêutico.

Montagem de estrutura como protótipo realizado nas dependências da empresa pelo acadêmico Rodrigo Dal Checo Assumpção.

Aplicação de conteúdos abordados na grade curricular em demonstrativos em forma de tabelas dos custos anteriormente e um comparativo de suas reduções.

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## Introdução ao universo das embalagens

Nesta etapa será apresentado um pouco da história e evolução no segmento de embalagens em geral, para conhecimento geral do assunto e exibição da base que obtida para aplicação de novo conceito no protótipo diferenciado para a EMBALADORA VERTICAL PARA PACOTES TIPO STICK PACK.

Século XIX: Os primeiros conceitos para conservação.

Não se sabe ao certo quem foi o inventor da primeira máquina de embalagens, porém em 1852 a 1855 foram registradas as primeiras documentações de patentes sobre máquinas de embalagens e seus processos de fabricação nos Estados Unidos, abordando a produção de envelopes e sacolas. Mas há a probabilidade da primeira máquina estar envolvida em uma “força tarefa” para obtenção de embalagens, baseada no projeto dos alemães Karl Geiger e Friedrich Hesser fundando assim novos conceitos no ramo.

Nicholas Appert revolucionou a arte da conservação. No século XIX, a invenção deste chefe de produção de uma confecção de Paris proporcionou novos conceitos para conservação alimentícia. A inovação consistia em um sistema de caldeiras múltiplas, que aqueciam os alimentos, que depois eram armazenados em frascos também em alta temperatura. Desta maneira houve pela primeira vez a possibilidade de preservação de alimentos por um longo período (HARTMAN, Lauren. História da embalagem, Revista Packaging Digest, novembro de 1999).

Anos 20: O início de toda evolução.

Embora considerado por muitos como o futuro das embalagens, as

embalagens flexíveis, há cerca de um século, eram embalagens de papel à prova de gordura, encerado ou não.

Contudo, a era das películas “decolou” no final dos anos 20 e no começo dos anos 30, quando foram desenvolvidos revestimentos de viscosa para os tecidos, seguido pela introdução do celofane (HARTMAN, Lauren. História da embalagem, Revista PackagingDigest, novembro de 1999).

Anos 40 - O domínio do papel encerado.

Até os anos 40, os principais materiais para embalagens flexíveis eram o papel, o alumínio e celofane. A maioria dos livros afirma que o polietileno e os filmes deste, levaram ao crescimento das modernas embalagens flexíveis.

No final dos anos 40, a embalagem para perus congelados foi desenvolvida, criando um mercado cativo, que no início era tratado como sazonal.

As inovações nas máquinas de encolhimento entre os anos 50 e 60 criaram novos mercados para as embalagens flexíveis, como embalagens para frutas e carne fresca.

As embalagens termo formadas de salsichas marcaram o início da era das embalagens flexíveis fechadas a vácuo. Embalagens termo formadas semirrígidas, muitas delas com abertura fácil, foram introduzidas no mercado.

Ao final dos anos 60 obteve-se um grande e pontual desenvolvimento nos filmes para embalagem de frango, com o surgimento dos primeiros filmes de várias camadas termoencolhíveis.

Embalagens descartáveis, tigelas e outros componentes de plástico tinham uma grande demanda com o surgimento dos alimentos fast-food.

Os sistemas de embalagens flexíveis para os alimentos frescos foram introduzidos, incluindo embalagens alta barreira. Da década de 60 em diante, a

tendência era para as embalagens de snacks em geral.

As embalagens de pão foram alteradas de maneira drástica nos anos 60, consequência do lançamento de instrumentos automáticos que utilizavam rolos de filme pré-impresos.

Nos anos 70 também foram introduzidas as resinas ionoméricas para as embalagens de carne e o primeiro filme termoencolhível de multicamadas foi desenvolvido (HARTMAN, Lauren. História da embalagem, Revista Packaging Digest, novembro de 1999).

Anos 80 - Micro-ondas, Holografia e o sucesso dos flexíveis.

Na década de 80 foram introduzidos às embalagens e equipamentos assépticos, e também filmes de tampa Mylar® para bandejas de micro-ondas. O ano de 1983 marcou o surgimento das embalagens “cook in” possibilitando que a carne e o frango fossem cozidos na mesma embalagem em que são comercializados.

As embalagens laminadas com polipropileno orientado faziam sucesso em alimentos secos pela sua barreira a umidade.

Os materiais para abertura fácil e também perfurados foram desenvolvidos para atender a demanda crescente por embalagens que pudessem ser levadas ao micro-ondas.

Também houve o aumento na utilização de embalagens isentas de alumínio, onde o papel era empregado em sacos de pipoca para micro-ondas.

As embalagens flexíveis obtiveram sucesso de mercado em detergentes líquidos, produtos químicos, cosméticos e fertilizantes.

Com a enorme inovação dos computadores pessoais, ao fim da década de 80 e início da década de 90 todos os tipos de embalagens foram intensamente

afetados, incluindo até mesmo as flexíveis.

Tendo a espera de um futuro próspero com o início de um novo século, vários fornecedores de embalagens e embaladores enfrentam os problemas com o Bug do milênio, mas as embalagens flexíveis continuam sendo altamente bem sucedidas e inovadoras (HARTMAN, Lauren. História da embalagem, Revista PackagingDigest, novembro de 1999)

A realidade do século XXI

Demonstram-se algumas embalagens mais utilizadas nos dias atuais que após a evolução tem grande espaço de utilização no mercado em diversos segmentos.

Embalagem Tipo 3D compacta e com formato diferenciado, a embalagem 3D tem grande apelo visual no ponto de venda, Figura 1.

Formada através de equipamento vertical, ela é ideal para produtos monodose, como confeitos, snacks, pós, molhos, etc.

**Figura 1 – Embalagem tipo 3D**



**Fonte: Site Masipack (2014).**

Formada em linhas verticais, a embalagem 4 soldas, Figura 2, tem grande apelo visual no ponto de venda devido as suas quatro faces planas e

seus vincos laterais, que a mantêm em pé.

**Figura 2 – Embalagem Tipo 4 Soldas**



**Fonte: Site Masipack (2014).**

Similar a embalagem 4 soldas, a embalagem 5 soldas, Figura 3, conta com quatro soldas laterais e uma em sua parte traseira, que oferece maior sustentação do pacote.

Formada em linhas verticais, ela é ideal para produtos de grande pesagem, como pet-food, sabão em pó, etc.

**Figura 3 – Embalagem Tipo 5 Soldas.**



**Fonte: Site Masipack (2014).**

Um dos tipos de embalagem flexível mais popular do mercado, a

embalagem almofada, Figura 4, destaca-se devido a sua versatilidade e simplicidade, possibilitando a aplicação de diversos tipos de opcionais e pelo seu baixo custo de produção.

Formada em linhas verticais, ela é ideal para produções em altas velocidades ou para quem busca uma embalagem com melhor custo/benefício para seu produto.

**Figura 4 – Embalagem Tipo Almofada**



Fonte: Site Masipack (2014).

Formada horizontalmente, a embalagem Flow Pack, Figura 5, é ideal para embalar produtos sólidos ou em porções determinadas, em embalagens simples ou múltiplas.

**Figura 5 – Embalagem Tipo Flow Pack**



Fonte: Site Masipack (2014).

A embalagem tipo fundo chato, Figura 6, tem sua parte inferior achatada, possibilitando que o produto fique em pé, sem a necessidade de apoios.

Ideal para diferenciar o produto no ponto de venda de maneira econômica, ela pode ser aplicada nos mais diversos tipos de produtos, como grãos, pet-food, sabão em pó, dentre outros.

**Figura 6 – Embalagem Tipo Fundo Chato**



Fonte: Site Masipack (2014).

Ideal para produtos líquidos, granulados, em pó, sólidos ou mistos (líquido + sólido ou granulado + pó), a embalagem sache 3 soldas, Figura 7, tem como principal característica o baixo custo de produção e a possibilidade de ser formada tanto em linhas verticais como horizontais.

**Figura 7 – Embalagem Tipo Sache 3 Soldas**



Fonte: Site Masipack (2014).

Ideal para produtos que necessitam de altas velocidades de produção, como preparados em pó, molhos e granulados, a embalagem tipo sachê 4 soldas, Figura 8, tem como principal característica o baixo custo de produção, podendo ser formada em diversas pistas ao mesmo tempo.

**Figura 8 – Embalagem Tipo Sachê 4 Soldas**



Fonte: Site Masipack (2014).

Com dobras laterais em suas selagens horizontais, a embalagem sanfonada, conforme, Figura 9, destaca-se pelo seu formato diferenciado e pela sua versatilidade, possibilitando a aplicação de diversos tipos de opcionais, como válvulas, vincos, micro perfurações, dentre outros.

**Figura 9 – Embalagem Tipo Sanfonada**



Fonte: Site Masipack (2014).

Embalagem termoencolhível utilizada tanto de forma primária como

secundária. Ela oferece maior proteção ao produto final quanto a riscos, rasgos ou outros tipos de danos, Figura 10.

**Figura 10 – Embalagem Tipo Shrink**



Fonte: Site Masipack (2014).

A embalagem Stand Up Pouch, Figura 11, vem conquistando cada vez mais o mercado devido a sua praticidade e baixo custo de produção, diante das embalagens rígidas. Ela é ideal para produtos líquidos, granulados, em pó ou sólidos, além de contar com a possibilidade de aplicação de diversos tipos de opcionais, como eurolock, zíper, válvulas tampas, easy open, dentre outros.

**Figura 11 – Embalagem Tipo Stand upPouch**



Fonte: Site Masipack (2014).

Formada através de equipamento vertical, a embalagem Stick Pack, Figura 12, é ideal para produtos monodose líquidos, granulados ou em pó, tendo como principais características seu formato reduzido e a possibilidade de

aplicação de sistema “Abre fácil”.

**Figura 12 – Embalagem Tipo Stick Pack**



Fonte: Site Masipack (2014).

### ***Especificações sobre a embalagem Stick Pack***

Segundo a Revista Virtual Packaging (2014): Embalagem Stick Pack é um tipo de bolsa flexível adequada para embalagens de alimentos. Seu nome tem origem de sua forma delgada. Os pacotes em si são selados em duas curtas extremidades e um selo na parte traseira

O preenchimento é realizado de forma vertical e a vedação ocorre por via de solda logo após o envase da embalagem. O material pode ser de papel ou de plástico e o pacote pode ser estampado ou liso.

As embalagens Stick Pack ficaram fora do mercado por certo tempo, mas atualmente nota-se o ressurgimento em um novo mercado para nova gama de produtos. Os substitutos do açúcar, adoçantes, doses energéticas e medicamentos foram conduzidos a necessidade deste tipo de embalagens monodose devido ao novo padrão individualizado da sociedade.

O principal benefício da embalagem sobre outras formas de embalagem de alimentos é a conveniência. Stick Packs são estreitas e isso torna fácil para

derramar o conteúdo do pacote para o gargalo de uma garrafa de água. Além disso, um único pacote convenientemente mantém um único tamanho do serviço por isso é compacto e se encaixa perfeitamente na bolsa ou mochila.

Mais outra vantagem apresentada, é menor do que um pacote de açúcar ou outras embalagens existentes no mercado, de modo que o impacto sobre o meio ambiente é inferior comparando o quantitativo de material utilizado.

Além disso, devido ao fato pacotes de que seus pacotes são pequenos e a produção ocorre em máquinas dedicadas com altas taxas de produção, os custos por item tornam-se consideravelmente baixos. Embalagens Stick Pack é uma forma muito econômica e eficiente para embalagem para indústria alimentícia.

Segundo a Revista Embalagem Marca (2007), a embalagem Stick Pack não é exatamente uma novidade em embalagem. Criado no Japão há cerca de trinta anos, esse bastonete maleável, processado em linhas de envasamento vertical, já era adotado por alguns açúcares e condimentos em pó nipônicos e europeus nos anos 80. Contudo, só mais recentemente o stick se afirmou como prodígio do setor de embalagens flexíveis. Seu consumo em nível mundial praticamente dobrou nos últimos cinco anos, rompendo a casa das 200 bilhões de unidades em 2006.

Atualmente a embalagem é comumente utilizada para empacotar em grande escala produtos como o açúcar branco refinado e natural cru, adoçante, sal e pimenta. Não é apenas um design inovador, visualmente é também muito mais atraente do que a embalagem tipo almofada convencional, e ainda oferece vantagens práticas, tais como facilidade de abertura e distribuição sem derramamento.

**Tabela 1 - Comparativo de embalagens**

Outras Embalagens		Stick Packs
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade no Manuseio e na Realização de Abertura</li> <li>• Maior ocupação espacial</li> <li>• Visual menos comercial e pouco atrativo</li> <li>• Alta quantidade de matéria prima para obtenção de embalagem</li> <li>• Limitada capacidade de propaganda</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Design elegante oferece fácil distribuição e sem derramamento</li> <li>• Melhor armazenagem e redução espacial</li> <li>• Ótima apresentação e design.</li> <li>• 45% de redução de uso de matéria comparado a outras embalagens.</li> </ul>

**Fonte: Revista Embalagem Marca (2007)**

“O stick garante uma economia de material de 30% em média, e em alguns casos de até 50% em relação às produções de muitas embalagens flexíveis planas”, diz Victor Basso, consultor em embalagem e executivo da EasyPack, fabricante de envasadoras verticais para sticks (Revista Embalagem Marca, 2007).

Com a redução de matéria para obtenção da embalagem traz além da economia e redução de custo também a preservação do meio ambiente quanto a grande exploração de matéria prima, considerando que as embalagens stick são construídas em papel laminado com polietileno.

## **Máquinas embaladoras e envasadoras**

A procura do significado da palavra embalagem verifica-se que a mesma se associa ao verbo “embalar”. “Acondicionar (mercadorias ou objetos) em pacotes, fardos, caixas etc., para protegê-los de riscos ou facilitar seu transporte” (HOLLANDA, 2004, p. 727).

Tendo em vista a necessidade da maior produtividade e a melhoria nos recursos de trabalho quanto a diversos fatores do não contato humano

em questões de higiene e acidentes houve a introdução do maquinário para a produtividade sequencial de serviço de embalagem e envase de diversas categorias de produtos a granel, sólidos, líquidos entre outros. Surgiu-se então as máquinas embaladoras e envasadoras introduzidas em grande escala no setor alimentício e farmacêutico no século XX.

“Máquina estacionária, não portátil, acionada por uma fonte de energia externa – não humana nem animal – que modifica a forma de peças metálicas sólidas, ou de materiais alternativos com finalidades similares, por deformação plástica ou por corte de natureza mecânica, abrasiva, eletro físico, eletroquímico ou fotônica, com decorrente remoção de massa” (ABIMAQ, A história das Máquinas, 2006, p. 10).

Na maioria dos casos neste tipo de máquina constitui-se todo o processo de envase e finalização da embalagem tendo ao final o produto pronto para o processo de armazenagem e distribuição.

### ***Alguns tipos de máquinas que podem ser encontradas no mercado***

Neste exemplo indicado na Figura 13, temos uma máquina para aplicação no envase de bisnagas utilizando sistema dosador.

Ocorre à atuação automática para envase de cremes e semissólidos que se caracterizam em embalagem do tipo bisnaga, sendo realizado o processo de envasamento, selamento da parte inferior da embalagem e codificação.

Permite o envase de 90 ml a 200 ml, com uma produção de 2000 a 2800 por hora.

**Figura 13 - Máquina tipo Envasadora de bisnagas.**



**Fonte: Site Weepack (2014).**

Na figura 14 visualiza-se uma empacotadora de sólidos que utiliza dosador com rosca.

Atuação por mecanismo automatizado e controle de comprimento por sensor eletrônico tendo range de 100 mm até 220 mm.

Produção compreendida entre 3000 a 3600 itens podendo variar devido densidade do produto embalado e ambiente.

**Figura 14 - Máquina tipo Empacotadora com dosador de rosca.**



**Fonte: Site Weepack (2014).**

**Figura 15 - Embaladora vertical para pacotes 3D.**



**Fonte Site Masipack (2014).**

- Máquina versátil, possui sistema de mordente com giro de 90°, para formação de pacotes formato 3D (triangulares).
- Equipamento de fácil operação
- Interface atraente, através do painel touch-screen colorido.

- Temperatura dos mordentes controlada através de CLP
- Troca de filmes feita de maneira fácil e rápida
- Embala produtos líquidos, sólidos, granulados ou em pó
- Compatível com diversos tipos de sistemas de dosagem
- Partes e peças em contato com o produto desenvolvido em aço inoxidável.
- Fácil limpeza

**Figura 16 - Máquina para embalar tipo 4 soldas.**



**Fonte: Site Polimáquinas (2014).**

Máquina de corte e solda para produção de embalagens 4 soldas, equipada com desbobinador acionado pelo eixo e com controle de tensão, sistema de dobra das sanfonas por processo mecânico, conjunto de solda contínua para execução de uma ou quatro soldas, dois Servomotores para transporte e frenagem, solda fundo com acionamento por Servomotor para controle de corte e solda, esteira transportadora com correias de algodão, estrutura suporte para diversos dispositivos específicos para esta embalagem, CLP com IHM 15" (colorido "touchscreen") de fácil manuseio e ótima localização, com armazenamento de receitas, entre outras importantes funções para facilitar a operação e a interação do operador.

**Figura 17 - Máquina para Embalagem Flow Pack.**



**Fonte: Site Elpack (2014).**

Este equipamento é versátil, robusto tendo ótima eficiência para embalar produtos individuais, ou agrupados, a partir de uma bobina de filme flexível, como BOPP, laminados, e etc. Embala pães tipo francês, hot dog, hambúrguer, picolés, chocolates, tabletes, esponjas, peças metálicas, rolamentos, canetas, brindes, brinquedos e pedras sanitárias entre outros produtos.

Todas as partes por onde passa o produto a ser embalado são em aço inox, as demais partes estruturais são em aço carbono com pintura epoxi que permite maior qualidade e acabamento uniforme.

Funcionamento:

O produto é colocado na mesa de alimentação, os empurradores farão deslizar o produto pela mesa de alimentação.

O produto é inserido dentro de um túnel que tem a finalidade de conformar o filme em forma de tubo.

À frente e continuamente três pares de trafilas realizarão a solda longitudinal; Em seguida os mordentes farão a solda transversal e o corte do pacote;

Uma esteira de saída movida realiza a saída do produto distanciando-o

da mordada do equipamento.

**Figura 18 - Máquina para Embalagem Shrink.**



**Fonte: Site UlmaPackaging (2014).**

As envolvidoras automáticas de selagem lateral contínua série SC500, estão projetadas para embalar uma grande gama de produtos e agrupações de qualquer comprimento mediante ao transporte contínuo do produto, tanto com filmes retráteis como não retráteis, obtendo produções de até 125 ciclos/min.

Graças à simplicidade de suas regulagens permite uma rápida adaptação dos diferentes produtos a serem embalados, sem a necessidade de ferramentas. A SC500 obtém uma embalagem com selagem lateral evitando as costuras de filme na parte superior e inferior, conseguindo um produto de ótima visibilidade.

O sistema de controle mediante PC industrial incorpora um sistema de comunicação ágil e simples através de uma tela touch-screen que informa constantemente a situação da máquina e dos parâmetros de controle.

**Figura 19 - Máquina para Sachê de 4 soldas.**



**Fonte: Site Weepack (2014).**

Máquina envasadora automática multipista vertical intermitente, que utiliza uma bobina de filme flexível multi-laminadotermo-selável, para envasar em embalagens tipo Satche plano de 4 soldas. O envase é feito por meio de dosadores específicos, dependendo das características do produto. O Satche acabado é transferido para a operação de final de linha.

# PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

## Disposições do projeto

O homem executa projetos há mais de 5000 anos, proporcionando produtos que funcionam razoavelmente bem. Entretanto, faz-se necessário o estudo do ciclo do projeto, que visa possibilitar redução no custo de fabricação e melhoria da qualidade. Para se ter, satisfatoriamente, um novo produto, desenvolve-se então um projeto, no qual será descrito sua construção e os meios para tal (ULLMANN, 1992).

Em 1998, em dissertação de pós-graduação na USP foi apresentada a seguinte colocação:

“Segundo COSTA (1994) *apud* BEDWORTH *et al.* um projeto pode ser definido como todas as tarefas que transformam uma série de entradas em um produto satisfazendo uma necessidade. Esta necessidade pode ser originária de uma falha em um sistema mecânico, uma melhoria de projeto ou ser uma inovação (ASIMOW, 1969). BACK (1983), define o projeto de engenharia como uma atividade orientada para atender as necessidades humanas, principalmente daquelas que podem ser satisfeitas por fatores tecnológicos da nossa cultura.

“Através destas necessidades, as engenharias se diferenciam das ciências exatas, pois coloca a teoria em prática com o propósito de desenvolver novos produtos e processos (SPOTTS & SHOUP, 1998).” (SILVEIRA, 1998, p.17).

Segundo Silveira (1998) *apud* Shigley, o ciclo do projeto divide-se em seis etapas:

1. Reconhecimento de uma necessidade;

2. Definição do problema;
3. Síntese;
4. Análise e otimização;
5. Avaliação;
6. Apresentação.

Principia-se com o reconhecimento de uma necessidade, um sentimento de inquietação (SHIGLEY, 1994), oriundo de uma falha em um sistema mecânico da concepção de um novo produto, ou de uma melhoria de projeto.

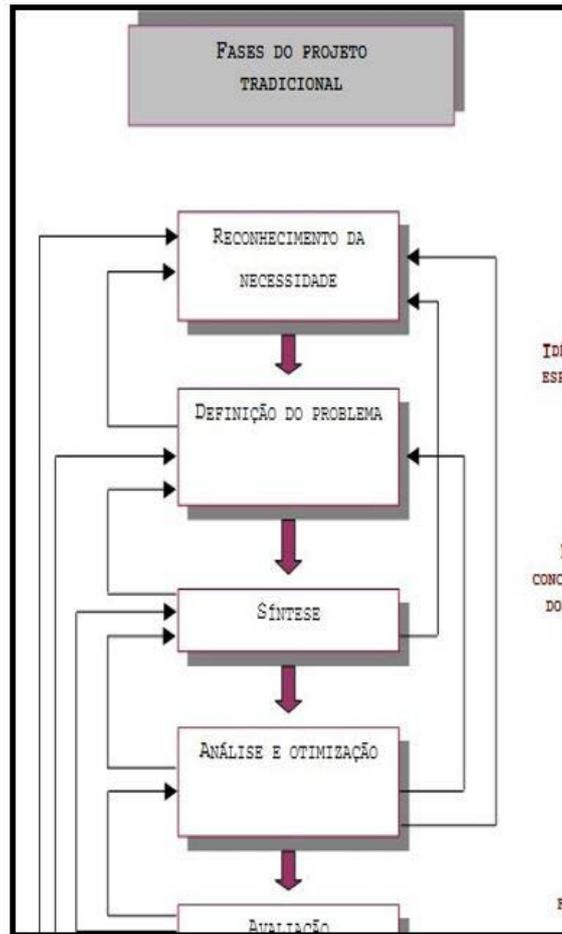
Na etapa de definição do problema, buscamos conhecer quais são as especificações as quais o produto estará sujeito, como por exemplo, a vida útil que terá o espaço disponível, tipo de material e custos. Todas as restrições serão entendidas como especificações para o projetista. O processo de fabricação e as máquinas disponíveis, por exemplo. Definido o problema, tem-se então reunida uma série de soluções.

Síntese trata do refinamento das opções encontradas na etapa anterior e é concomitante à fase de Análise e otimização. Produz-se um projeto experimental a partir do projeto teórico e verificam-se as características aplicadas ao produto. Por meio dos dados resultantes são feitas as alterações necessárias no projeto, num ciclo iterativo, ou seja, após verificação de resultados, volta-se redundantemente à etapa anterior para modificação de características até que finalmente se obtenha do projeto as características desejadas.

A fase de avaliação, considerada uma extensão da fase anterior, verifica-se se o projeto atende a todas as expectativas.

Apresentação trata da geração e apresentação dos desenhos de engenharia.

Tabela 2 – O Processo do Projeto.



Materials in Mechanical Design, Nova York: John Wiley & Sons (1981)

### Abordagem fundamental processo de alterações

Sob a perspectiva explanada acima, justifica-se o presente projeto. Assim como foi exposto por Collins ao referir-se aos limites em que esbarra a engenharia ao ter de atender a critérios de interesses opostos, dá-se semelhantemente no intento de melhoria da embaladora. Pois se esta tem a engenharia mais sofisticada com uso de Servomotor, por exemplo, tal condição é, todavia, encarecedora da máquina, o que motivou a necessidade de torná-la mais adequada a custos, substituindo o Servomotor por atuadores pneumáticos.

O projeto segue a concepção de ciclo de projeto exposta por Shigley (1994). Ele nasce do reconhecimento de uma necessidade onde a é preciso

melhorar o custo da máquina, assim como seu sistema de selamento precisa ser aperfeiçoado. Segue-se então para a definição do problema.

Nessa etapa as restrições de componentes utilizáveis, pois esbarram no custo os mais nobres, inviabilizando a proposta do projeto. Cogitou-se, então, um mecanismo de atuadores pneumáticos, que apresentam baixo custo e são alimentados pelo sistema de ar comprimido da fábrica.

Na síntese selecionamos, dentre as características elencadas na fase anterior, as melhores onde anteriormente a máquina que era composta por sistema de tração por servomotor realizando o trabalho de limitação e tração da embalagem a ser soldada e feito o embale. Apesar da alta eficiência do sistema servo-motor ele era agregado ao alto custo no valor de fabricação surgindo nossa primeira proposta de alteração ao novo estudo.

Ainda no protótipo não desenvolvido onde a solda do filme de embale era feita por contato frontal do mordente de selagem o qual continha uma única face de resistência à alta temperatura tendo contato com o filme de embale e o tubo de escoamento do produto granulado a ser embalado. Este contato proporcionava anteriormente o aquecimento deste tubo durante o selamento do filme ocasionando superaquecimento no qual vinha através de ciclos de trabalho ocasionar alteração no produto a ser embalado e problemas de entupimento devido ao derretimento e mudança de fase em alguns produtos, isso devido à alta temperatura na região tubular.

### ***Desenvolvimento do protótipo***

O projeto é constituído de componentes anteriormente utilizados pela indústria OPTIMA do Brasil em protótipo não difundido pela empresa. A partir desta não continuidade foi realizada alterações na proposta tendo como base a utilização do material em desuso e identificando a oportunidade do estudo

fundamentado neste projeto.

Os componentes inseridos na ideia principal do projeto sofreram algumas alterações e foram utilizados para a realização deste estudo. Inicialmente era baseado na forma de um processo para criação de um novo conceito de embalagem.

Quando iniciado o processo de montagem do protótipo com a proposta idealizada, obtiveram-se alterações imprescindíveis para a realização desta nova fundamentação. Abordando as duas situações citadas foram então desenvolvidas novas definições para o estudo.

## **Sistema de tração e limitação de comprimento**

O sistema anteriormente utilizado com servo-motor foi descartado, devido ao alto custo de material, sendo assim se propõe a utilização do sistema de tração por meio de atuador pneumático com limitação de curso para o comprimento desejado da embalagem final.

Segundo o site Kollmorgen (2014):

“O Servomotor é um atuador rotativo com alta precisão de controle para posicionamento angular. É composto por um motor acoplado a um sensor de posição para feedback. Para completar o sistema é necessário um Servodrive. Este drive utiliza o sinal de feedback do sensor para controlar a posição angular do motor de forma precisa. Isto é chamado de controle de malha fechada. Com o sistema rodando em malha fechada, o Servomotor é uma solução de alta performance a aplicações onde motores de passo ou motores de indução não correspondem a necessidade”.

**Figura 20 – Conjunto Servomotor e Servodrive**



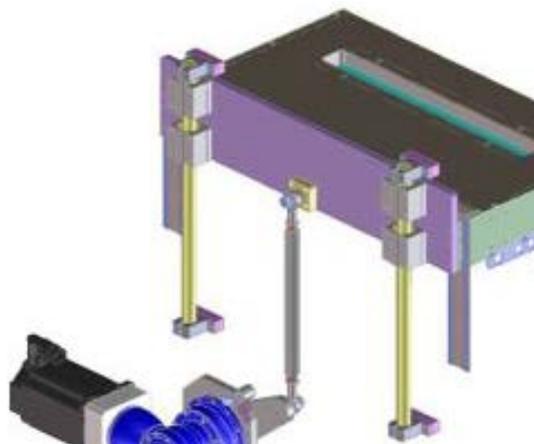
Fonte: Rockwell Automation (2014)

Seguindo inicialmente a proposta deste trabalho de redução de custo do módulo de tração.

O módulo de tração é responsável pelo comprimento da embalagem Stick Pack, em uma máquina convencional, através de uma alavanca e um movimento angular, ele puxa o material de embalagem até o comprimento pré-definido para então a embalagem sofrer os processo de solda e corte.

Esse movimento anteriormente realizado por um Servomotor acionado pelo Servodrive o qual é demonstrado abaixo:

**Figura 21 – Representação Servomotor e Módulo de Tração**



Fonte: Arquivo Optima do Brasil (2014)

O sistema demonstrado de Servomotor e Servodrive ideal para essa

aplicação tem um custo médio de R\$ 6.367,00 (Servomotor Rockwell MPL-A520K-MJ24AA e Servodrives Kinetix 5500).

### ***Alteração do sistema Servomotor por Atuador Pneumático***

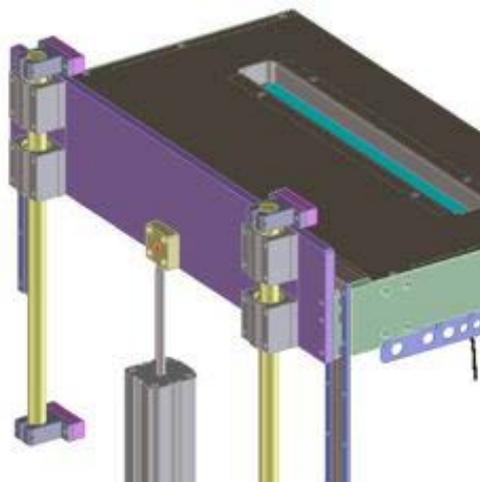
Visando a redução no custo do módulo, o Servomotor foi substituído pelo atuador pneumático Festo DNC-50-160-PPV-A.

A alteração possibilita o tracionamento de uma embalagem de até 160 mm de comprimento devido o curso de sua haste, para o acionamento do atuador foi utilizada uma válvula solenoide Festo CPE-14-M1BH 5L-1/8 ligada a uma das saídas do CLP (Comando Lógico Programável) Allen Bradley modelo MicroLogix 1000.

Tendo substituído o antigo sistema pelo acionamento feito por atuador pneumático obtivemos resultados satisfatórios quanto ao desempenho funcional do dispositivo.

Demonstração do sistema de Atuador pneumático como novo conceito de utilização no protótipo demonstrado abaixo:

**Figura 22 - Representação do sistema Atuador Pneumático.**



Fonte: Arquivo Optima do Brasil (2014).

O atuador pneumático e a válvula somam um valor médio de R\$ 413,44

de custo.

### ***Atuador Pneumático***

Os atuadores pneumáticos, também conhecidos como elementos de trabalho, são os componentes responsáveis em transformar a energia pneumática em mecânica, produzindo movimento (MOREIRA, Ilo da Silvara, 1991, apostila de estudos Técnicas de comando pneumático).

Os atuadores estão classificados em três grupos, quanto ao tipo de movimento produzido:

- Lineares: Movimentos retilíneos de ida e volta;
- Giratórios: Movimentos rotacionais com giro limitado de 0 a 350°;
- Rotativos: Movimentos rotacionais nos dois sentidos de giro.

O cilindro pneumático é um elemento de máquina útil, já que permite a aplicação do movimento linear exatamente onde é necessário, sem qualquer complicação mecânica, como exemplo em transmissões, eixos, ressaltos, etc.

A geração de um movimento retilíneo com elementos mecânicos, conjugados com acionamentos elétricos, é relativamente custosa e esta ligada a certas dificuldades de fabricação e durabilidade.

**Figura 23 – Atuador Pneumático DNC-50-160-PPV-A.**



Fonte: Site Festo (2014).

## **Alteração no sistema CLP e elétrico**

Devido alterações realizadas para o novo sistema de tracionamento feito por sistema atuador pneumático foi necessário alterações nas portas de saída do CLP já citadas anteriormente para o acionamento das válvulas que foram acrescentadas:

Segundo NEMA (National Electrical Manufacturers Association, 2014): [...] é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

**Figura 24 – CLP Allen Bradley modelo MicroLogix 1000.**



**Fonte: Arquivo Optima do Brasil (2014).**

## **Selagem**

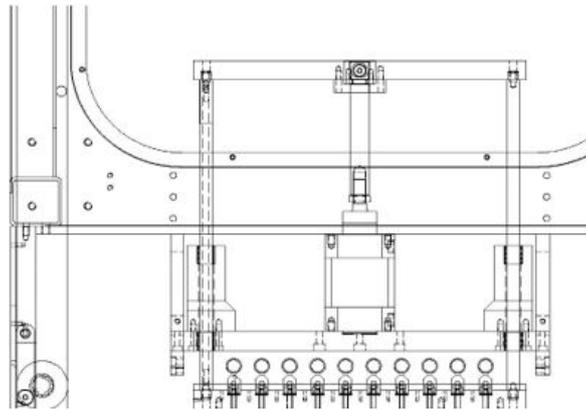
Outra proposta desse trabalho é a melhoria do sistema de selagem vertical da embalagem. Anteriormente a selagem na vertical das embalagens Sticks era feita quando o mordente aquecido pela resistência se chocava contra o tubo de dosagem comprimindo o material da embalagem, realizando assim a solda do material sob temperatura de 150°C.

Após alguns ciclos de funcionamento, o tubo de dosagem ficava aquecido devido ao calor transferido pelos mordentes.

Devido a não tolerância ao calor de alguns produtos que podem ser envasados nestas embalagens, como por exemplo, açúcar, ocorria à alteração nas características físicas do produto que acaba grudando na parte interna do tubo de dosagem, causando o entupimento do mesmo.

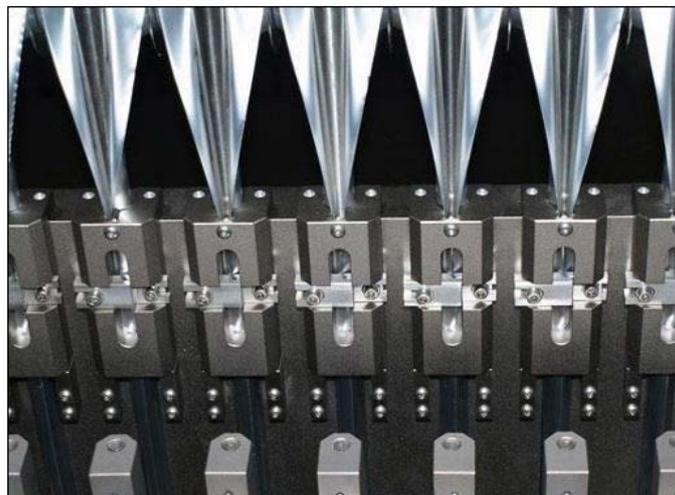
Quando ocorrido este fato durante o processo de embalagem a máquina necessita de limpeza com maior frequência causando interrupções no tempo de produção.

**Figura 25 - Mecanismo convencional de selagem**



Fonte: Arquivo Optima do Brasil (2014).

**Figura 26 – Máquina com sistema de selagem vertical convencional.**



Fonte: Tepack (2014).

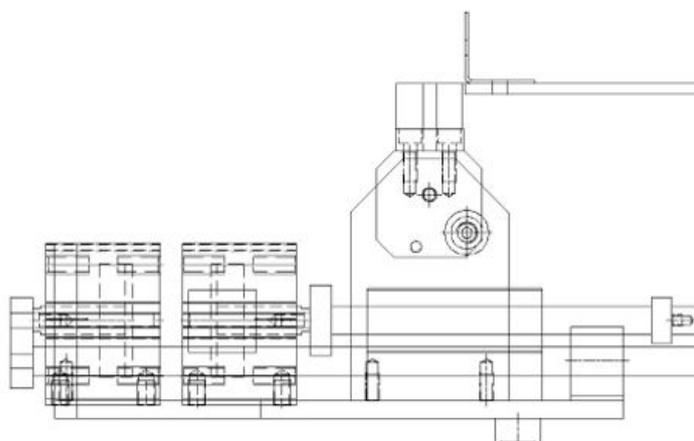
### ***Alteração no sistema de selagem***

Devido problemas apresentados no sistema convencional de selagem propõe-se a alteração no posicionamento dos mordentes.

No novo mecanismo de selagem vertical o mordente não tem contato com o tubo de dosagem durante o processo de solda da embalagem.

É constituído de dois mordentes posicionados um de frente ao outro, a dobra do material de embalagem passa entre os mordentes, que estão posicionados paralelos ao tubo de dosagem, ao se chocarem, os mordentes aquecidos comprimem o material de embalagem realizando a solda sem a transferência direta de calor no tubo de dosagem.

**Figura 27 – Esquema 2D do mecanismo alterado.**



**Fonte: Arquivo particular (2014).**

Após a montagem final do protótipo o sistema de selagem alterado pode ser visualizado abaixo:

**Figura 28 - Selagem Vertical do protótipo**



Fonte: Arquivo particular (2014).

# CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO E SUAS ETAPAS

## Montagem da estrutura

Apresenta-se neste ponto o processo passo a passo de fabricação do protótipo, visando o melhor custo benefício de produto final.

Na Figura 29 abaixo se apresenta a base para estrutura escolhida para o protótipo, feita em perfil de alumínio, visando à garantia de suportar o peso dos demais componentes.

**Figura 29 - Base da Estrutura**



Fonte: Arquivo particular (2014).

Nesta outra figura, Figura 30, identifica-se a estrutura já finalizada, com a base preparada anteriormente e os demais componentes que totalizam o layout estrutural.

**Figura 30 - Estrutura do protótipo**



Fonte: Arquivo particular (2014).

## Pintura

Fase de pintura de componentes, visualiza-se parte dos componentes estruturais para concepção da máquina. A operação de pintura foi realizada dentro dos padrões de segurança, com utilização de máscara anti-resíduos químicos e luvas protetoras.

**Figura 31 - Peças de Aço Carbono Pintadas**



Fonte: Arquivo particular (2014).

## Montagem dos módulos

Após a concepção da parte estrutural e pintura das peças, apresenta-se detalhes da montagem do Suporte de Selagem Horizontal, composto por dois atuadores pneumático modelo ADVU-63-15-PA.

**Figura 32 - Montagem do modulo Selagem Horizontal.**



Fonte: Arquivo particular (2014).

Abaixo na Figura 33, se visualiza detalhes de montagem do sistema de selagem vertical, do porta bobina, destinado como suporte para matéria prima envolvida no processo de embalagem e também o dosador. A selagem vertical apresenta-se como ponto diferencial do projeto.

**Figura 33 - Montagem Selagem Vertical Dosador e Porta Bobina.**



Fonte: Arquivo particular (2014).

A figura 34 demonstra em detalhes o sistema de gaveta do dosador volumétrico acionado pelo atuador pneumático ADVU-32-60-PA.

**Figura 34 - Detalhe dosador volumétrico.**



Fonte: Arquivo particular (2014).

Apresenta-se o conformador de embalagem em formato de colarinho, esse sistema dobra a embalagem contornando o tubo de dosagem.

**Figura 34 - Detalhe dosador volumétrico.**



Fonte: Arquivo particular (2014).

Apresenta-se o conformador de embalagem em formato de colarinho, esse sistema dobra a embalagem contornando o tubo de dosagem.

**Figura 35 – Conformador.**



Fonte: Arquivo particular (2014).

Finalização da montagem do protótipo.

**Figura 36 – Montagem mecânica finalizada.**



Fonte: Arquivo particular, 2014.

# TESTE DE FUNCIONAMENTO

## Sistema Pneumático

O sistema pneumático do protótipo foi alimentado por um compressor doméstico, motor de 2HP, vazão 0,12 m<sup>3</sup>/min, pressão mínima 5,5 BAR e pressão máxima de 8 BAR.

**Figura 37- Compressor domestico**



Fonte: Arquivo particular (2014).

O protótipo opera com pressão de trabalho de 3 BAR.

**Figura 38 – Manômetro**



Fonte: Arquivo particular (2014).

## Sistema de dosagem

Dosador volumétrico tipo “gaveta” acionado por um atuador pneumático Festo ADVU-32-60-PA. O volume dosado escoo pelo funil até a embalagem pela ação da gravidade. Dosadores desse tipo são indicados para produtos de boa fluidez, como pós e granulados.

Figura 39 – Dosador.



Fonte: Arquivo particular (2014).

## Conformador colarinho

Visualização da passagem do filme pelo conformador em formato de colarinho, o sistema dobra a embalagem contornando o tubo de dosagem.

Figura 40 – Colarinho de dobra.



Fonte: Arquivo particular (2014).

## Sistema de selagem

Descreveremos alguns tipos de sistemas de selagem.

### *Selagem Vertical*

Sistema responsável pelo fechamento da embalagem no sentido longitudinal da mesma através da aplicação de calor por meio de mordentes aquecidos por resistências elétricas.

O conjunto é acionado por dois atuadores pneumáticos Festo ADVU-63-15-PA.

**Figura 41 – Selagem Vertical.**



Fonte: Arquivo particular (2014).

### *Selagem Horizontal*

Sistema responsável pelo fechamento da embalagem no sentido transversal, através da aplicação de calor por meio de mordentes aquecidos por resistências elétricas. O conjunto é acionado por dois atuadores pneumáticos Festo ADVU-63-15-PA

**Figura 42 – Selagem Horizontal**



Fonte: Arquivo particular (2014).

## **Corte serrilhado da embalagem**

O corte da embalagem é feito por uma faca com dentes serrilhados que fica posicionada dentro de um dos mordentes da selagem horizontal, seu movimento de avanço ocorre quando os mordentes horizontais já estão fechados, fazendo com que a faca separe a embalagem inferior da embalagem superior. A faca é fixa a um atuador Festo DSNU-2525-10-P.

**Figura 43 – Faca de corte serrilhado**



Fonte: Arquivo particular (2014).

## Tracionamento do filme de embalagem

O tracionamento ocorre quando o atuador pneumático Festo DNC-50-160-PPV-A puxa todo o conjunto da selagem horizontal para baixo após os mordentes horizontais terem se fechado. O tracionamento ocorre até o final de curso do atuador que se limita em um stop mecânico, limitando o tamanho da embalagem em 100 mm.

Figura 44 – Tracionamento do filme.



Fonte: Arquivo particular (2014).

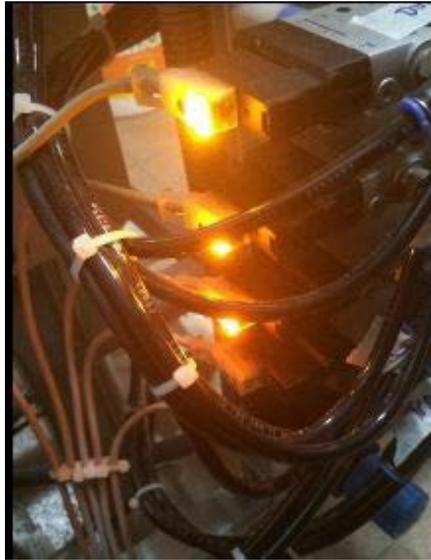
## Acionamento dos itens pneumáticos

Alguns exemplos de acionamento de itens pneumáticos serão demonstrados a seguir.

### *Válvulas solenóide*

Todos os atuadores da máquina são acionados por válvulas solenoides Festo CPE14-M1BH 5L-1/8.

**Figura 45 – Válvulas solenóide**

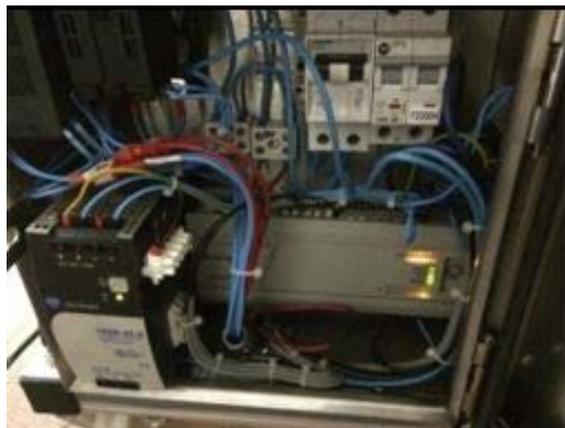


Fonte: Arquivo particular (2014).

### ***Comando Lógico Programável (CLP)***

As válvulas por sua vez são acionadas pelo CLP (Comando Lógico Programável) MicroLogix 1000 da ROCKWELL Automation, compacto e ideal para acionamentos simples como das válvulas.

**Figura 46 – Comando Lógico Programável**



Fonte: Arquivo particular (2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando o custo do sistema Servomotor ao pneumático se obtêm uma economia de R\$ 5.953,56 no modulo. O sistema pneumático obteve aprovação ao final dos testes de rodagem, visto que o equipamento trabalha em baixa velocidade (10 ciclos/min).

Após teste com diferentes velocidades de trabalho, conclui-se que o equipamento fica com velocidade de trabalho limitada, devido o sistema pneumático necessitar de um tempo para executar o seu movimento por completo, não seria recomendado para o uso no tracionamento da embalagem caso o equipamento operasse em velocidade superior a 40 ciclos/min.

Alteração no sistema de selagem obteve aprovação ao final dos testes, pois o tubo de dosagem não sofreu mais com entupimentos durante o tempo de produção devido calor dos mordentes, necessário para selagem da embalagem.

**Tabela 3 – Custos do protótipo tração por atuador pneumático**

Módulo Utilizado	Item	Quantidade		Preço Unitário	Total
<b>Itens Comerciais</b>					
Selagem	Atuador Pneumatico ADVU-63-15-PA	4	Peças	R\$ 255,00	R\$1.020,00
Dosador	Atuador Pneumatico ADVU-32-60-PA	1	Peça	R\$ 207,00	R\$ 207,00
Corte	Atuador Pneumatico DSNU-25-25-10-P	1	Peça	R\$ 205,50	R\$ 205,50
Tração	Atuador Pneumatico DNC-50-160-PPV-A	1	Peça	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Acionamento Pneumatico	Valvula Solenoi-de CPE-14-M-1BH 5L-1/8	7	Peças	R\$ 113,44	R\$ 794,08
Corte	Faca de corte serrilhado	1	Peça	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Painel elétrico	CLP Micrologix 1000	1	Peça	R\$ 799,00	R\$ 799,00
Painel elétrico	Controlador de Temperatura	2	Peças	R\$ 399,00	R\$ 798,00
Painel elétrico	Chave geral	1	Peça	R\$ 129,00	R\$ 129,00

Painel elétrico	Caixa de passagem	1	Peça	R\$ 432,00	R\$ 432,00
Selagem	Resistencias	6	Peças	R\$ 110,00	R\$ 660,00
Selagem	Sensor Termopar	2	Peças	R\$ 32,00	R\$ 64,00
<b>Itens Usinados</b>					
Estrutura	Perfil de Alumínio 40x40	4	Metros	R\$ 25,00	R\$ 100,00
Geral	Peças Usinadas	43	Peças	R\$ 234,00	R\$ 10.062,00
				CUSTO TOTAL R\$ 15.720,58	

Fonte: Optima do Brasil (2014)

Tabela 4 – Custos do protótipo tração por servo motor.

Módulo Utilizado	Item	Quantidade		Preço Unitário	Total
<b>Itens Comerciais</b>					
Selagem	Atuador Pneumático ADVU-63-15-PA	4	Peças	R\$ 255,00	R\$ 1.020,00
Dosador	Atuador Pneumático ADVU-32-60-PA	1	Peça	R\$ 207,00	R\$ 207,00
Corte	Atuador Pneumático DSNU-25-25-10-P	1	Peça	R\$ 205,50	R\$ 205,50
Tração	Servomotor Rockwell MPL-A520K-MJ24AA	1	Peça	R\$ 3.047,00	R\$ 3.047,00
Tração	ServodriveKinetix 5500	1	Peça	R\$ 3.320,00	R\$ 3.320,00
Acionamento Pneumático	Valvula Solenoide CPE-14-M-1BH 5L-1/8	6	Peças	R\$ 113,44	R\$ 680,64
Corte	Faca de corte serrilhado	1	Peça	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Painel elétrico	CLP Micrologix 1000	1	Peça	R\$ 799,00	R\$ 799,00
Painel elétrico	Controlador de Temperatura	2	Peças	R\$ 399,00	R\$ 798,00
Painel elétrico	Chave geral	1	Peça	R\$ 129,00	R\$ 129,00
Painel elétrico	Caixa de passagem	1	Peça	R\$ 432,00	R\$ 432,00
Selagem	Resistências	6	Peças	R\$ 110,00	R\$ 660,00
Selagem	Sensor Termopar	2	Peças	R\$ 32,00	R\$ 64,00
<b>Itens Usinados</b>					
Estrutura	Perfil de Alumínio 40x40	4	Metros	R\$ 25,00	R\$ 100,00
Geral	Peças Usinadas	43	Peças	R\$ 234,00	R\$ 10.062,00
				CUSTO TOTAL R\$ 21.674,14	

Fonte: Optima do Brasil (2014)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo obteve resultados satisfatórios, submetido a testes que comprovaram sua eficiência e funcionamento, tendo parcial viabilidade a aplicação dos estudos realizados em futuros projetos de otimização de máquinas

O objetivo de redução de custo foi demonstrado de forma positiva no processo de tração do filme de embalagem, sem alterar o processo da conformação das embalagens Stick-pack, sendo essa uma das preocupações iniciais do projeto.

A viabilidade ainda na redução de custo demonstra como um projeto já existente no mercado pode sofrer alterações sem o comprometimento de seu funcionamento. Pode ser aplicado em diversos segmentos agregando viabilidade a pequenos e médios empresários que utilizam deste tipo de maquinário de baixa velocidade para realização do trabalho.

O protótipo apresentou êxito também sobre o segundo objetivo proposto, com o não aquecimento do tubo de dosagem pelos mordentes, a máquina não necessita mais de paradas frequentes para limpeza, que era ocasionado com o derretimento de alguns produtos no interior do tubo de dosagem, com isso demonstra maior eficiência e eficácia com a alteração do posicionamento dos mordentes.

Não foi demonstrado o comparativo de ganho em tempo devido não terem sido feitos testes com o antigo posicionamento dos mordentes, estima-se rendimento significativo com as alterações realizadas já que não há mais paradas durante a produção.

## REFERÊNCIAS

OPTIMA GROUP; Invertors, Doers, Worlds Market Leaders. 1 st Edition 2011. Packaging Valley German e V.s, Schwäbisch Hall and Packaging Excellence Center (PE-C), Waiblingen.

Asimow, M. (1969). Introdução ao projeto de engenharia. São Paulo, Mestre Jou.

Back, N. (1983). Metodologia de projeto de produtos industriais. Rio de Janeiro, Guanabara Dois. 385p.

Costa, C. P (1994). Desenvolvendo produtos com engenharia simultânea e workgroup computing. 6º Congresso Nacional da Automatização Industrial (CONAI). São Paulo.

Collins, Jack A. Projeto Mecânico de Elementos de Máquinas: Uma perspectiva da prevenção da falha. 2.ed., LTC, Rio de Janeiro, 2006. 740 p.

HARTMAN, Lauren. História da embalagem, Revista PackagingDigest, novembro de 1999

Shigley, J.E. (1981). Elementos de Máquinas 1. Rio de Janeiro, LTC.

Shigley, J.E. (1981). Elementos de Máquinas 2. Rio de Janeiro, LTC.

Spotts, M.F; Shoup, T.E. (1998). Design of machine elements. 7 .ed. [s.l], Prentice Hall.

Ullmann, D.G. (1992). The mechanical design processes. [s.l], McGraw Hill. p.335

Envasadora de Pó e Grão. Disponível em: <<http://www.nocelli.com.br/maquinasequipamentos/envasadora-de-po-e-grao>>. Acesso em 11 de outubro de 2014 às 19 horas e 23 minutos.

Vídeo CombiStick - the new tea bag - OPTIMA consumer. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=bsljWGEMTE4>>. Acesso em 11 de outubro de 2014 às 20 horas e 43 minutos.

Silveira, Zilda de Castro. Desenvolvimento de um sistema computacional de auxílio ao cálculo e desenho de elementos de máquinas. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-15012002-160339/en.php>>. Acesso em: 24 de novembro de 2014 às 19 horas e cinquenta e dois minutos.

Sistema de controle MicroLogix 1000. Disponível em: <<http://ab.rockwellautomation.com/pt/Programmable-Controllers/MicroLogix-1000>>. Acesso em: 02 de dezembro de 2014 as 22 horas e trinta e três minutos

SupportPortal. Disponível: <[http://www.festo.com/net/ptbr\\_br/SupportPortal/](http://www.festo.com/net/ptbr_br/SupportPortal/)>. Acesso em: 29 de novembro as 19 horas e onze minutos.

# Sobre os Autores

## Natália Teixeira Paschoa

Graduanda em Engenharia de Produção pela Univesp. Possui formação em Mecânica de Usinagem pelo SENAI de Jundiaí e ampla vivência profissional na área de metal mecânica.

## Emerson Calcagno

Graduando de Engenharia de Produção pela Univesp. Formação Técnica em Eletromecânica pela ETEC de Itatiba, e grande experiência na área de máquinas de Embalagens/Moinhos.

# Índice Remissivo

## A

alimentícia 12, 22  
alimentos 9, 12, 13, 14, 21  
armazenagem 24  
armazenamento 8, 27

## C

cliente 9  
CLP 8, 27, 37, 39, 52, 53, 54  
comercial 9  
conhecimento 12  
conservação 12  
custo 8, 10, 11, 17, 18, 19, 20, 23, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 43, 53, 55  
custos 10, 11, 22, 32, 33

## D

desenvolvimento 8, 11, 13  
distribuição 22, 24  
dosagem 27, 39, 40, 41, 45, 46, 48, 53, 55  
durabilidade 38

## E

econômicos 9  
embaladora 2, 8, 10, 33  
embaladores 15  
embalagem 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 34, 35, 36, 37, 39, 41, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 56  
embalagens 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 27, 30, 39, 40, 55  
empresa 11, 34  
equipamentos 14

## F

fabricação 10, 11, 12, 31, 32, 34, 38, 43

## G

granulados 8, 18, 19, 20, 27, 48

## I

indústria 8, 22, 34  
industrial 9, 29  
inovação 12, 14, 31  
inovações 9, 13

inovadora 8  
inovadoras 8, 15

## M

máquina 8, 10, 12, 24, 29, 33, 34, 36, 38, 40, 44, 51, 55  
maquinário 10, 24, 55  
máquinas 8, 10, 11, 12, 13, 22, 24, 32, 39, 55, 56  
material 11, 21, 22, 23, 32, 34, 35, 36, 39, 41  
melhoria 2, 8, 10, 23, 31, 32, 33, 39  
mercado 9, 10, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 24, 55  
montagem 35, 41, 44, 45, 46

## P

pesquisa 11  
pneumáticos 10, 33, 34, 38, 49, 51  
processo 2, 8, 10, 11, 24, 27, 32, 33, 35, 36, 40, 41, 43, 45, 55  
processos 8, 12, 31, 39  
produção 12, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 27, 40, 53, 55  
produtividade 23, 24  
produto 8, 9, 10, 11, 17, 18, 20, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 40, 43  
produtos 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 27, 28, 29, 31, 34, 40, 48, 55, 56  
projeto 12, 31, 32, 33, 34, 35, 45, 55, 56  
protótipo 10, 11, 12, 34, 35, 37, 42, 43, 46, 47, 53, 54, 55

## Q

qualidade 10, 28, 31

## R

recicláveis 9  
reduções 11

## S

segurança 44  
selagem 10, 29, 34, 39, 40, 41, 45, 49, 50, 51, 53  
sistema 5, 10, 12, 21, 24, 26, 27, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 45, 46, 47, 48, 53, 56  
sistemas pneumáticos 8  
soldagem 8  
Stick Pack 10, 20, 21, 22, 36

## T

tecnológicos 31

termoencolhíveis 13

termoencolhível 14, 19





**AYA EDITORA**  
**2023**