

## Desenvolvimento de produto: envasadora automatizada de produtos alimentícios semilíquidos e viscosos

Tania Regina Seiboth (Setrem) [taniaseiboth@yahoo.com.br](mailto:taniaseiboth@yahoo.com.br)

Adelar José Naressi (Setrem) [ajnaressi@hotmail.com](mailto:ajnaressi@hotmail.com)

Lucinéia Carla Loeblein (UFSM) [lucineiacarla@yahoo.com.br](mailto:lucineiacarla@yahoo.com.br)

Leoni Pentiado Godoy (UFSM) [leoni\\_godoy@yahoo.com.br](mailto:leoni_godoy@yahoo.com.br)

Mário Luiz Santos Evangelista (UFSM) [mario.santos.evangelista@gmail.com](mailto:mario.santos.evangelista@gmail.com)

### Resumo:

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um protótipo de uma envasadora automatizada de produtos alimentícios semilíquidos e viscosos. A ideia inicial partiu da observação da realidade enfrentada pelas agroindústrias da região noroeste do Rio Grande do Sul durante o processo de envase de alimentos. Um protótipo inicial foi criado e apresentado na disciplina de Automação, no curso de Engenharia de Produção da Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). O projeto inicial despertou interesse para a construção de um protótipo industrial e definitivo, que mediante a formação de parcerias, tornou-se realidade. A eletropneumática foi o sistema empregado para automatização do processo de envase. Após a construção, o protótipo foi colocado à prova de testes, junto a Agroindústria da SETREM. Mediante o resultado dos testes foi possível avaliar o funcionamento e a precisão do processo de envase, as amostras envasadas não atenderam aos limites de tolerância, de acordo com a Portaria Nº 74 do INMETRO, mostrando que são necessários ajustes no sistema de envase do protótipo.

**Palavras chave:** Protótipo, Envasadora, Automação.

## Product Development: filling automated viscous food products

### Abstract

This Work Completion of Course presents the development of a prototype of an automated packing of food products semi-liquids and viscous. The initial idea stemmed from the observation of the reality faced by agroindustries during the packaging of food. An initial prototype was created and presented in the Automation discipline in the course of Agroindustries Production Engineering from SETREM. The original project triggered the construction of an industrial prototype and definitive, which through the formation of partnerships has become reality. The Laboratory of Electricity and Automation of SETREM was the site of the studies and tests applied to the project. The SETREM, through the PIPS project, was responsible for the cost of part of project costs. The electropneumatic was the system used to automate the process of filling. After construction, the prototype was put to the test trials, with the SETREM Agroindustry. With the results from the tests was to assess the operation, the accuracy of the process of filling, and identify the strong points and areas to improve, presented by the prototype.

**Key-words:** Prototype, Packing, Automation.

### 1. Introdução

O segmento agroindustrial apresenta-se como uma importante alternativa para o crescimento socioeconômico da região noroeste do Rio Grande do Sul, através da geração de emprego e

renda, oportunizando a permanência das pessoas em suas comunidades. Outro fator de relevante importância do setor agroindustrial é a disponibilização ao mercado consumidor, de uma gama significativa e cada vez maior de produtos industrializados.

Com a globalização da economia, as agroindústrias para sobreviverem neste contexto de modernização industrial e tecnológica, precisam adaptar seus sistemas de produção e de gestão, visando à redução dos custos de produção e a melhoria contínua na qualidade de seus produtos e processos.

Entende-se que, pela importância que representa este segmento, a adequação das agroindústrias ao novo modelo econômico não depende somente de seus proprietários, mas também da soma de esforços em busca de uma política adequada voltada a este setor.

O problema apontado é de que maneira o desenvolvimento de uma envasadora automatizada poderia contribuir para o desenvolvimento do setor agroindustrial, sabendo-se que, as agroindústrias para serem competitivas, devem adequar o modelo tecnológico às demais características, aproveitando ao máximo a capacidade de seus equipamentos.

Conforme Prezotto (2002), os equipamentos utilizados nas agroindústrias familiares não são muito sofisticados e, geralmente de estilo manual. Sendo assim, é importante escolher equipamentos e modelo tecnológico adequado às características da agroindústria, para seu bom funcionamento, tornando-a competitiva. A criação de um protótipo de uma envasadora automatizada é destacado como forma de contribuir para agilizar, qualificar e amenizar as dificuldades do processo manual de envase.

## 2. Metodologia

Para ordenar os diferentes processos empregados na investigação e demonstração da realidade, necessários para atingir o resultado esperado, é preciso prever de que forma serão executados. A metodologia é considerada o conjunto das ações que, com maior segurança e economia, permitem alcançar os objetivos e, assim, traçar o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando na tomada de decisões para o desenvolvimento do projeto.

Mediante a coleta de dados referentes à produção e a situação local e regional, pode-se obter informações referentes a um determinado produto, a ser desenvolvido e suas relações com o mercado e a viabilidade econômica.

### 2.1 Método qualitativo e quantitativo

Para que possa ser possível o desenvolvimento de um determinado projeto, inicialmente, é necessário que se saiba planejar a seqüência de objetivos estratégicos e táticos, analisando as informações existentes, compatíveis com os objetivos propostos, mediante a aplicação de um modelo, já existente em outras regiões, e que possa ser adaptado à realidade local.

A abordagem utilizada foi a do método qualitativo aplicado ao projeto, em relação aos materiais que foram empregados, tanto na prototipagem quanto no desenvolvimento do equipamento final. A prototipagem virtual aconteceu mediante a execução de projetos e simulações digitais através dos programas *Cad 3D Solid Works* e *Sheet Cam*.

O desenvolvimento do protótipo atende a legislação vigente para embalagens e equipamentos em contato com alimentos, como a Resolução – RDC Nº 20, de 22 de Março de 2007 da ANVISA, que aprova o Regulamento Técnico sobre disposições para embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos metálicos em contato com alimentos e suas matérias-primas durante sua produção, elaboração, transporte, distribuição e armazenagem de alimentos e a Resolução MERCOSUL/GMC/RES. Nº 87/93 - Lista Positiva de Polímeros e Resinas para Embalagens e Equipamentos. A aplicação deste método visa assegurar a

qualidade e a segurança alimentar dos produtos que serão envasados.

O protótipo tem a finalidade de simular o funcionamento da máquina nas condições normais de operação de envase, avaliando sua funcionalidade e a possibilidade de ocorrência de possíveis falhas no decorrer da operação. Outra abordagem adotada foi o método quantitativo, onde foi usado o Controle Estatístico do Processo – CEP, e suas ferramentas, para a mensuração e avaliação dos resultados.

## **2.2 Métodos de Procedimento**

Conforme Gil (2002), os procedimentos adotados para a coleta de dados são os elementos mais importantes para identificação de um delineamento. Como Métodos de Procedimentos adotados, citamos os seguintes: método histórico, método comparativo e os métodos estatísticos.

O método histórico consiste na investigação dos acontecimentos do passado, para verificar a sua influência no presente, com a evolução histórica da embalagem de alimentos, da automação e da aplicação do ar comprimido.

O emprego do método comparativo visou verificar as semelhanças e divergências entre os valores encontrados. Foi aplicada ao projeto para fazer um comparativo entre os valores encontrados, avaliando a precisão das medições de dosagem.

Batalha (2007) descreve que um estudo estatístico, durante um projeto de experimento, procura analisar, de forma mais homogênea possível, com a finalidade de aumentar as chances de verificar modificações ou identificar variáveis influentes. Desta forma, se bem projetados, os resultados serão confiáveis.

A aplicação dos métodos estatísticos teve a finalidade de avaliar a capacidade e o desempenho do equipamento projetado. Foi adotado o Controle Estatístico do Processo – CEP, com a realização de amostragens de dosagem e pesagem, para identificação das médias e o desvio padrão das amostras. Através das Cartas de Controle, foi possível a observação das médias e da amplitude e, através da Análise da Variância foi possível analisar as variações ocorridas em função do equipamento e dos operadores. Mediante as técnicas adotadas e a visualização dos gráficos foi possível avaliar se as variações e as médias do processo estão sob controle estatístico.

## **2.3 Técnicas**

A idealização do projeto parte da observação da realidade enfrentada pelas agroindústrias familiares e de pequeno porte. Frente à dificuldade e morosidade do processo manual de envase, observada junto a estas agroindústrias, surgiu à ideia de desenvolver um equipamento automatizado e de baixo custo de aquisição e manutenção, que possa facilitar, agilizar e qualificar o processo de envase de produtos alimentícios semilíquidos e viscosos.

A técnica de testes foi empregada para obter dados que permitiram medir e avaliar a capacidade e o rendimento do projeto em estudo. Durante o desenvolvimento do projeto, tanto na fase de prototipagem física e virtual, quanto com o protótipo definitivo, foram realizados testes práticos e estatísticos junto ao Laboratório de Eletricidade e Automação e a Agroindústria da SETREM.

## **3. Embasamento teórico**

Para Prezotto (2002) “a agroindústria familiar pode oferecer um grande potencial de desenvolvimento para os agricultores familiares, juntamente com outras iniciativas econômicas, próprias de cada local ou de cada agricultor” (p. 12) Ainda para Prezotto (2002) a palavra agroindustrializar tem como significado o beneficiamento de alimentos de origem

animal ou vegetal gerando novos produtos.

Segundo Prezotto (2002), os equipamentos utilizados nas agroindústrias familiares não são muito sofisticados e, muitas vezes, de estilo manual, o que demanda maior disponibilidade de mão-de-obra. É importante escolher equipamentos e um modelo tecnológico adequado às demais características da agroindústria que se irá implantar, para seu bom funcionamento. Para a definição dos equipamentos que serão utilizados devem ser considerados alguns fatores importantes como, por exemplo, a previsão do volume de produção futuro. Baseado nestas informações deve-se buscar os equipamentos adequados, de forma que seja aproveitada, ao máximo, a capacidade de produção dos equipamentos. É sempre importante observar o bem-estar das pessoas que irão trabalhar na unidade. Os equipamentos devem proporcionar conforto e diminuir os riscos de acidentes aos trabalhadores.

No que se refere ao uso de materiais, de acordo com a ANVISA, estes são regulamentados pela Resolução N° 20, de 22 de Março de 2007. Este regulamento técnico se aplica á embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos elaborados com materiais metálicos, revestidos ou não, que entram em contato com alimentos e suas matérias-primas durante sua produção, elaboração, transporte, distribuição e armazenamento.

### 3.1 Inovação tecnológica nas agroindústrias

Para Batalha (2001), o número de empreendimentos rurais modernos no Brasil é reduzido. Um agronegócio moderno é um empreendimento que superou a fase de transição, estando lado a lado com o mercado consumidor e flexível às novas demandas. Um empreendimento moderno é aquele que se encontra equilibrado entre seus aspectos gerenciais, tecnológicos e econômicos.

Segundo Drucker (2005) “a inovação é o instrumento específico do espírito empreendedor. É o ato que contempla os recursos com a nova capacidade de criar riqueza. A inovação, de fato, cria um recurso” (p.93). Conforme Haase, Araújo e Dias (2005) a importância das universidades para as políticas de inovação, na era de uma sociedade do conhecimento, não se limita no ensino e na pesquisa, mas abrange também à proteção legal dos resultados das pesquisas universitárias e sua transposição para valores econômicos. Assim sendo, as patentes mostram-se como um instrumento de proteção efetivo que oferece possibilidades múltiplas para a transferência de conhecimento e tecnologia.

Para Zylbersztajn et al (2000) a tecnologia é um dos fatores determinantes da competitividade entre as organizações. O dinamismo e o aumento da velocidade do processo de inovação exigem que novas tecnologias sejam incorporadas. A gestão tecnológica nos sistemas agroindustriais deve considerar também suas variáveis específicas. A produtividade, que tem limitadas possibilidades de controle, e o padrão tecnológico são seriamente afetadas por essas variáveis que devem ser administrados diferentemente das atividades típicas.

Haase, Araújo e Dias (2005) observam que existe ainda pouca intimidade na relação entre patentes e universidades. As deficiências ocorrem tanto na configuração e no financiamento das estruturas institucionais das universidades responsáveis pelo patenteamento e sua exploração comercial como também na inclinação para a utilização do sistema de patentes nas universidades.

Para Batalha (2001), a criação de novos produtos não acontece por acaso e, geralmente, representam uma resposta à necessidade de solucionar um problema. Para que se possa colocar um novo produto no mercado há um longo caminho a ser seguido. É necessário muita inspiração, criatividade e trabalho. As ideias precisam ser desenvolvidas dentro de conceitos mais completos, devendo-se, no projeto de produto, projetar também outros componentes denominados produtos de apoio.

#### 4. Análise e apresentação dos resultados

Observando-se a dificuldade enfrentada pelas agroindústrias de alimentos, durante o processo de envase, despertou-se para a necessidade de desenvolvimento de uma envasadora para atender a essa demanda, visto que o mercado local não dispõe de equipamento específico para envase de alimentos semilíquidos e viscosos, voltados às agroindústrias familiares e de pequeno porte.



Figura 1 – Processo manual de envase de melado

Frente a esta realidade surgiu a ideia da criação de um protótipo de uma envasadora de alimentos semilíquidos e viscosos. O protótipo inicial foi idealizado, no curso de Engenharia da Produção, junto ao Laboratório de Eletricidade e Automação da SETREM, durante a disciplina de Automação Agroindustrial. A construção do protótipo foi realizada com o emprego de materiais de fácil manuseio e de baixo custo, como Poli Cloreto de Vinila (PVC), náilon e madeira. O princípio de funcionamento do sistema automatizado foi através do emprego da tecnologia pneumática.

O funcionamento do protótipo apresentado na disciplina de Automação Agroindustrial evidenciou a possibilidade de desenvolvimento de um protótipo industrial de uma envasadora automatizada, para atender a demanda das agroindústrias no processo de envase de alimentos.

A idealização do projeto foi possível através do Programa de Incentivo à Pesquisa da SETREM - PIPS, que disponibilizou parte dos recursos necessários para a execução do projeto.

Outro fator, de fundamental importância para o projeto, foi a parceria formada com uma indústria do município de Três de Maio/RS, que trabalha com o aço inoxidável, matéria-prima utilizada para construção de equipamentos com contato com alimentos, de acordo com a legislação vigente. Através da parceria, a indústria foi a responsável pela construção e montagem dos componentes em aço inoxidável, que compõem o protótipo.

O local definido para a realização de testes e montagem final do protótipo foi o Laboratório de Eletricidade e Automação da SETREM, o laboratório dispõe de um painel didático composto por componentes eletropneumáticos. O local definido para realização de testes práticos com o protótipo foi a Agroindústria da SETREM.

##### 4.1 Testes Realizados

Definidos os parceiros, imediatamente foram providenciados os orçamentos e iniciados os testes referentes ao projeto em estudo. Foram realizados diversos testes para definir o esquema de acionamento pneumático, o dimensionamento, o sistema de funcionamento e o consumo de ar comprimido do protótipo em projeto. Os referidos testes tinham por finalidade prever o funcionamento do sistema de envase e reduzir ao máximo os custos do protótipo.



Utilizando o protótipo inicial e o painel didático eletropneumático, disponíveis no laboratório, foram realizados vários testes, onde foram avaliados diversos esquemas de funcionamento, até ser identificado um sistema pneumático eficiente e de baixo custo, adequado a necessidade e realidade do projeto em estudo.

O protótipo inicial previa a utilização de atuadores pneumáticos rotativos para comando de abertura e fechamento da válvula primária e da válvula de abastecimento. A realização de orçamento dos componentes pneumáticos identificou um custo final muito elevado, fora da realidade do projeto em estudo, em função do alto custo dos atuadores rotativos.

Novos estudos e testes foram realizados, visando a adoção de um sistema de funcionamento eficiente e de menor custo. Os estudos realizados orientaram para o emprego de uma válvula primária de retenção, sem a necessidade de atuação pneumática, e de uma válvula linear de abastecimento, acionada por um cilindro MINI ISO. A aplicação desta mudança permitiu uma redução significativa no custo, sem comprometer o funcionamento final do protótipo.

#### **4.2 Desenvolvimento do Protótipo**

Tendo como referência o protótipo inicial, partiu-se para o desenvolvimento do projeto, visando a construção de um protótipo industrial definitivo. Inicialmente o protótipo foi projetado através do programa *CAD 3D SolidWorks*. Após a projeção, os desenhos das peças foram planejados e salvos em escala 1:1, posteriormente, exportados para o programa *Sheet Cam* para codificação em códigos de função G.

Na sequência, o programa foi enviado para o comando Mach 3, da máquina plasma CNC, que através da leitura dos códigos realizou o corte das chapas, originando as peças, conforme projeto. Após o corte, as peças foram sendo trabalhadas, de acordo com a necessidade de cada uma, formando os componentes do conjunto de envase e do corpo do protótipo.

A construção e a montagem destes componentes foram realizadas junto ao setor de produção da empresa. O aço inoxidável AISI 304 foi a principal matéria-prima utilizada. Os materiais utilizados na construção do protótipo atendem as Resoluções RDC N° 20, de 22 de março de 2007 da ANVISA e a MERCOSUL/GMC/RES. N° 87/93, legislação vigente para embalagens e equipamentos em contato com alimentos.

A montagem e instalação dos componentes elétricos e pneumáticos foram realizados junto ao Laboratório de Eletricidade e Automação da SETREM.

##### **4.2.1 Itens que compõem o protótipo**

O protótipo é composto de conjunto de envase, corpo e chassi. Os itens de cada conjunto estão descritos a seguir:

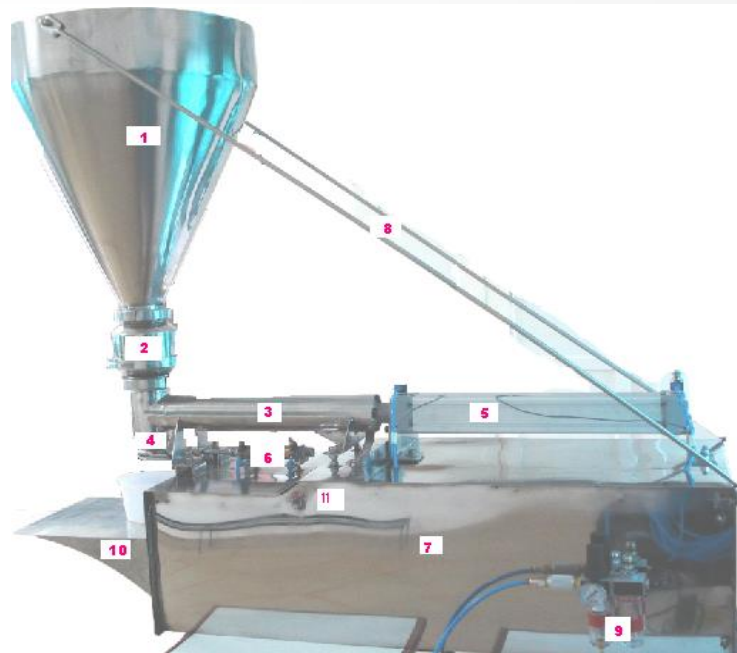


Figura 2 – Protótipo da Envasadora

Recipiente (1): O recipiente de armazenagem foi dimensionado a fim de suportar 50 kg de produto, considerando uma densidade igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$ . O material utilizado para construção foi o aço inoxidável AISI 304, com o objetivo de evitar riscos de contaminação microbológica, de aderência do produto e de oxidação. Através de roscas RJT, a base do recipiente pode ser facilmente conectada à válvula primária de retenção.

Válvula Primária de Retenção (2): Construída em aço inoxidável AISI 304. Está provida de um êmbolo interno confeccionado em náilon 6.6, revestido com anel de vedação em borracha branca atóxica, 60 Shore. O comando do retorno ocorre pela ação de uma mola instalada na base do êmbolo. O mecanismo desta válvula permite a passagem do produto contido no recipiente para o cilindro dosador, à medida que ocorre a força de sucção, e impede o retorno para o recipiente enquanto ocorre o pressionamento inverso. As extremidades superior e inferior da válvula apresentam diâmetro de 3 polegadas, com sistema de rosca RJT, para conexão ao recipiente e ao cilindro dosador, respectivamente. O sistema de confecção da válvula permite o desmonte completo para a limpeza e higienização de todos os componentes.

Cilindro dosador (3): Construído em aço inoxidável AISI 304, em tubo cilíndrico de 3 polegadas. A parte traseira do cilindro dosador é aberta, para permitir a introdução do êmbolo instalado na haste do cilindro atuador 1. O cilindro dosador pode ser considerado como o coração do equipamento. Mediante a ação do êmbolo interno, é o responsável pela sucção do produto contido no recipiente e posterior condução da quantidade de produto requerida para a válvula de abastecimento. A parte dianteira apresenta a extremidade superior com rosca RJT, que permite a conexão à base da válvula de retenção. Na extremidade inferior está conectada a válvula linear de abastecimento. O cilindro foi dimensionado a fim de suportar 1,5 kg de produto, considerando uma densidade igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$ .

Válvula Linear de Abastecimento (4): Construída em aço inoxidável AISI 304, com vedações em borracha atóxica. O diâmetro do orifício da válvula é de 1,5 polegadas e o sistema de funcionamento abre-e-fecha é comandado pelo cilindro atuador 2.

Cilindro Atuador 1 (5): Cilindro ISO 63 mm, de dupla ação, magnético, com amortecimento fixo no avanço e no recuo. Encontra-se fixado ao corpo do protótipo através de cantoneiras. Apresenta haste com curso de 375 mm. Na extremidade da haste foi instalado um êmbolo,

confeccionado em náilon 6.6, com vedação de borracha atóxica. Este êmbolo, através da atuação do cilindro, é o responsável pelo trabalho exercido pelo cilindro dosador. Na parte externa do cilindro atuador estão conectados os sensores S1 e S2 que acionados pelo sistema de magnetismo, presente no cilindro, são os responsáveis pelo comando de avanço e recuo da haste, no sistema de funcionamento automático. O posicionamento dos sensores sobre o cilindro permite dosar a quantidade de produto a ser envasada em cada ciclo. As conexões de ar comprimido, tanto no avanço quanto no recuo do cilindro dispõem de cotovelos de controle de fluxo, que atuam como válvulas reguladoras de vazão. A regulagem da passagem do ar forma um calço pneumático, que proporciona uniformidade nos movimentos de avanço e recuo da haste do cilindro.

Cilindro Atuador 2 (6): Cilindro MINI ISO 25 mm, de dupla ação, com curso da haste de 50 mm. É o responsável pela abertura e fechamento da válvula linear de abastecimento, na qual apresenta a extremidade da sua haste conectada, através de sistema de rosca. Este cilindro encontra-se conectado a mesma tubulação de ar comprimido do cilindro atuador 1, porém no sentido inverso. A instalação de Tees, entre as válvulas direcionais e os cilindros atuadores, permite a conexão inversa dos cilindros ao sistema de ar comprimido. Enquanto o ar está conectado na posição de avanço do cilindro atuador 1, o mesmo ar expelido pela válvula está conectado na posição de recuo do cilindro 2. Esta conexão permite, ao mesmo tempo, o avanço do cilindro 1 e o recuo do cilindro 2 e vice-versa. O cilindro atuador 2, a exemplo do atuador 1, também está provido de cotovelos de controle de fluxo.

Corpo: O corpo do protótipo (7) é confeccionado em aço inoxidável AISI 304. Apresenta as seguintes dimensões:

- Altura: 320 mm
- Largura: 395 mm
- Comprimento: 970 mm

Na parte superior do corpo do protótipo está instalado o conjunto de envase, descritos nos itens anteriores. Na parte interna encontra-se a tubulação de condução de ar comprimido e os fios condutores de corrente elétrica. Na extremidade traseira encontra-se o quadro de comando eletropneumático. Na lateral direita encontram-se instalados o conjunto de preparação de ar e o botão-chave liga-e-desliga (11). A lateral esquerda apresenta uma abertura retangular com dimensões de 90 mm de altura e 500 mm de comprimento, providencial para manuseio dos componentes existentes no interior do corpo. Na extremidade dianteira encontra-se a mesa de abastecimento.

Mesa de Abastecimento (10): Confeccionada em aço inoxidável AISI 304, está conectada ao corpo do protótipo através de parafusos. Este sistema de fixação permite a remoção e a regulagem de altura, de acordo com a embalagem a ser envasada. Sobre a mesa de abastecimento é possível o posicionamento de uma balança, para controle da quantidade envasada, no sistema semiautomático. Apresenta as seguintes dimensões:

Largura: 295 mm

Comprimento: 305 mm

Hastes fixadoras (8): Confeccionadas em aço inoxidável AISI 304, em barras cilíndricas maciças de 10 mm. Apresentam as extremidades presas, por parafusos, da parte superior do recipiente à parte superior traseira do corpo, uma em cada extremidade.

Quadro de Comando Eletropneumático: Está instalado na extremidade traseira do corpo do protótipo, onde se encontram conectados os componentes eletropneumáticos, como:



**Pedal Piloto:** Válvula direcional, responsável pelo direcionamento do ar comprimido para comandar o trabalho dos cilindros atuadores, no sistema semi-automático. Está conectado, através da tubulação de ar, entre a válvula direcional do quadro de comando e os cilindros atuadores. Durante a operação de envase, deve estar fixado ao chassi, em local que permita ao operador fácil acesso para comando através dos pés.

**Tubulação de ar:** A tubulação empregada entre o compressor e o conjunto de preparação de ar é Tubo PU 8 mm. Logo após a preparação de ar, a tubulação é reduzida para 6 mm, através de tubos com uniões desiguais. Entre as reduções e as válvulas direcionais estão instaladas as retas de controle de fluxo. A partir das retas de controle de fluxo, toda a tubulação de ar é composta de tubo PU 6 mm.

**Conjunto de Preparação de Ar (9):** É composto por um filtro, um regulador de pressão e um lubrificador. Está instalado na lateral direita do corpo do protótipo. Localiza-se entre as válvulas direcionais e o compressor de ar.

**Compressor de ar:** compressor de ar não faz parte do projeto. Porém, para o protótipo entrar em funcionamento basta conectá-lo a um compressor de ar, através de tubulação PU 8 mm. Baseado nos cálculos realizados, a necessidade de consumo, nas condições atuais, é 156,75 litros por minuto. Considerando uma previsão de 5% para possíveis vazamentos, sugere-se que o compressor disponha de uma capacidade mínima de produção de ar comprimido de 165 litros por minuto.

#### 4.2.2 Testes realizados com o protótipo

Após a montagem, o protótipo foi transferido para a Agroindústria da SETREM, onde foram realizados os testes práticos para avaliar o funcionamento e a precisão do sistema de envase. O produto utilizado para realização dos testes foi o melado, inicialmente foram realizadas medições para identificar a densidade, a temperatura e o pH do melado utilizado para os testes.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Densidade: 1,15 g/cm<sup>3</sup>

Temperatura: 18,9 °C

pH: 4,35

Na seqüência, o recipiente foi abastecido com melado e, em seguida, o protótipo foi posto em funcionamento. Inicialmente foi avaliado o funcionamento e, posteriormente, foi realizada a coleta de amostras para posterior avaliação do Controle Estatístico do Processo – CEP. No sistema de funcionamento automático, o peso pretendido para cada amostra foi de 850 gramas. Durante a operação, não foi realizada nenhuma alteração na regulagem do sistema.

Através das amostras coletadas foi possível identificar a média e o desvio padrão. Através das Cartas de Controle, mediante o resultado apresentado nos gráficos, foi possível observar se as médias e as amplitudes encontradas estavam sob controle. Através dos gráficos foi possível também identificar se a dosagem envasada atende a Portaria do INMETRO N° 74, de 25 de maio de 1995 que, para embalagens entre 500 e 1.000 gramas, admite uma tolerância máxima de 15 gramas para mais ou para menos.

A média encontrada foi de  $S_m = 0,860$  gramas e o desvio padrão encontrado foi 0,024. Deste modo, as amostras envasadas não atendem aos limites de tolerância, de acordo com a Portaria N° 74 do INMETRO, pois não se situam, na totalidade, entre os limites inferior e superior de especificação.

## 5. Considerações Finais

O processo de envase de alimentos semilíquidos e viscosos, tradicionalmente empregado nas agroindústrias familiares e de pequeno porte são lentos e de difícil manuseio, com elevada demanda de tempo e de mão-de-obra. Fundamentado nesta realidade, o desenvolvimento deste trabalho resultou na criação de um protótipo de um equipamento automatizado, que apresenta condições de obtenção de ganhos significativos na produtividade e na qualidade do envase dos produtos deste segmento alimentício.

Em relação ao objetivo do trabalho o qual consistia no desenvolvimento de um equipamento automatizado como forma de contribuição para agilizar, qualificar e amenizar as dificuldades do processo manual de envase dos alimentos este foi atingido, conforme foi constatado através do funcionamento do protótipo. Com um equipamento automatizado as agroindústrias poderão obter ganhos significativos de produtividade e qualidade, além de tornar o trabalho menos fatigante, resultando em menor demanda de tempo e de mão-de-obra, tornando-se, desta forma, mais competitivas.

Através do estudo realizado, além de efetivar a criação de um protótipo, foi possível a obtenção e a ampliação de conhecimentos em diversas áreas, como projetos de produtos, materiais de engenharia, automação agroindustrial, eletricidade, planejamento e controle da produção, controle estatístico de processos e gestão da qualidade.

Conclui-se que o trabalho atingiu os objetivos inicialmente propostos, no entanto o desenvolvimento do protótipo permitiu avaliar o seu funcionamento, no qual se constatou que existem pontos a serem melhorados. É necessário, dar continuidade ao projeto para promover os ajustes no sistema de envase, visando o funcionamento dentro dos limites de especificação e de controle, validando o atendimento a legislação e o Controle Estatístico do Processo.

## Referências

ANVISA. Resolução RDC nº20, de 22 de Março de 2007; Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=98>. Acesso: 13 de Maio de 2013.

BATALHA, M. O. *Gestão Agroindustrial*. Vol. 1, 2 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BATALHA, M. O. *Gestão Agroindustrial*. Vol. 2, 4 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DRUCKER, P. F. *Inovação e Espírito Empreendedor – Entrepreneurship: Prática e Princípios*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002.

HAASE, H.; ARAÚJO, E.C.; DIAS, J. *Inovações Vistas pelas Patentes: Exigências Frente às Novas Funções das Universidades*. Revista Brasileira de Inovação. Vol. 4, nº 2, Jul a Dez 2005, Rio de Janeiro: FINEP, 2005.

PREZOTTO, L. L. *Agroindústria Familiar Gerando Trabalho e Renda no Campo e na Cidade*. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2002.

ZYLBERSZTAJN, D. et al. *Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares*. São Paulo: Pioneira, 2000.