

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO: ENVASADORA AUTOMATIZADA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SEMILÍQUIDOS E VISCOSOS

PRODUCT DEVELOPMENT: FILLING AUTOMATED VISCOUS FOOD PRODUCTS

Tania Regina Seiboth ¹; Adelar José Naressi ²; Lucinéia Carla Loeblein³; Mário Luiz Santos Evangelista⁴; Sérgio Luiz Jahn⁵

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- PPGE
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria/RS – Brasil
taniaseiboth@yahoo.com.br

²Sociedade Educacional Três de Maio- SETREM – Três de Maio/RS - Brasil
ajnaressi@hotmail.com.br

³Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- PPGE
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria/RS – Brasil
lucineiacarla@yahoo.com.br

⁴Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- PPGE
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria/RS – Brasil
mario.santos.evangelista@gmail.com

⁵Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção- PPGE
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria/RS – Brasil
jahn@smail.ufsm.br

Resumo

Este artigo tem por objetivo 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. Quanto aos objetivos à metodologia classificou-se como exploratória, a abordagem referiu-se ao método qualitativo e o método de procedimento foi o comparativo. No que tange, às técnicas utilizadas, se basearam no desenvolvimento de projeto de produto, prototipagem e controle estatístico de processo- CEP. Como resultado do trabalho, foi realizado o protótipo do produto e também a montagem da envasadora automatizada de produtos alimentícios semilíquidos e viscosos. A eletropneumática foi o sistema empregado para automatização do processo de envase. Após o desenvolvimento do protótipo foi colocado à prova de testes onde utilizou-se a ferramenta de controle estatístico de processo para medir os resultados, junto a Agroindústria da Sociedade Educacional Três de Maio. Mediante o resultado dos testes foi possível avaliar o funcionamento e a precisão do processo de envase automatizado ofereceu uma substancial vantagem em relação ao processo manual de envasamento desse tipo de produto. Bem como, verificou-se que as amostras envasadas ainda não atendiam aos limites de tolerância, de acordo com a Portaria Nº 74 do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro.

Palavras-chave: Protótipo; envasadora de produtos alimentícios semi-líquidos e viscosos; automação.

Abstract

This article aims to develop a prototype of an automated filler of semi-liquid and viscous food products. The initial idea stemmed from the observation of the reality faced by agroindustries during the packaging of food. As to the objectives of the methodology is classified as exploratory, the approach referred to the qualitative method and the method of procedure was the comparison. With respect, techniques, were based on the development of product design, prototyping and statistical control of process- City. As a result of the work was performed the prototype of the product and also the assembly of automated filler of semi-liquid and viscous food products. The electropneumatic was the system used to automate the process of filling. After construction, the prototype was put to the test tests where we used the statistical process control tool to measure the results, with the Agribusiness Educational Society Três de Maio. Through the test results was possible to evaluate the operation and the accuracy of the automated process filling offered a substantial advantage over the manual of filling process of this product type. As well, it was found that potted samples have not met the limits of tolerance, according to Ordinance No. 74 of the National Institute of Metrology, Standardization and Industrial Quality - Inmetro.

Key-words: Prototype; Filling semi-liquid and viscous food products; 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. As agroindústrias da região, principalmente as médias e pequenas, processam uma gama de produtos oriundos do setor agropecuário, como os derivados do leite, carne, hortifrutigranjeiros e cana-de-açúcar, daí sua importância na cadeia produtiva do agronegócio.

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

Para Prezotto, 2002 p.12 “a agroindústria familiar pode oferecer um grande potencial de desenvolvimento para os agricultores, juntamente com outras iniciativas econômicas, próprias de cada agricultor”. Assim, na busca de aperfeiçoar os processos de agregar valor ao agronegócio, desenvolveram-se muitas agroindústrias, tendo como base a produção de alimentos com tecnologias diferenciadas. Essa diferenciação se dá através do uso do aproveitamento de um sistema de produção que permita o manejo dos recursos naturais de forma equilibrada, mantendo a harmonia entre si e com os seres humanos (EVANGELISTA, 2008).

Segundo dados da Emater/RS – Ascar (2014), são mais de 557 agroindústrias familiares (formais e informais) assistidas que compõem a Regional de Santa Rosa/RS. Nas outras regiões do Rio Grande do Sul e do Brasil, o número é bem maior de estabelecimentos produtores de melado, mel, geléias e produtos derivados do leite.

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 falta de equipamentos de pequeno porte e de baixo custo para as agroindústrias, e a falta de mão-de-obra dificulta a realização dos processos, por isso, a importância de desenvolver equipamentos de pequeno porte e de baixo custo de aquisição e manutenção, que possa facilitar, agilizar e qualificar o processo de envase de produtos alimentícios semilíquidos e viscosos e que atendam as necessidades da agroindústria familiar.

Frente à dificuldade e a morosidade do processo manual de envase, as pequenas agroindústrias também enfrentam problemas de higiene, principalmente pela contaminação.

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 custo de mão-de-obra, visto que há um déficit desse último no campo.

Dessa forma, observando-se a dificuldade enfrentada pelas agroindústrias de alimentos, durante o processo de envase, despertou-se o interesse pelo estudo em satisfazer uma necessidade, a de desenvolver uma envasadora para atender a essa demanda e superar as limitações atuais, visto que o mercado local e regional, não dispõe de equipamento específico para envase de alimentos semilíquidos e viscosos, voltados às agroindústrias familiares e de pequeno porte.

Após a identificação do problema, procurou-se verificar 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 se adequar a um modelo tecnológico para que aproveite melhor a capacidade de seus equipamentos.

Assim com base no exposto, o objetivo do artigo é desenvolver um protótipo que permita o envase de produtos alimentícios semilíquidos e viscosos como, por exemplo, o melado, oriundo da cana-de-açúcar.

2. Inovação no setor da agroindústria familiar

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, p.93), “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”. 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.

Ainda, Haase, Araújo e Dias (2005), observaram que existe 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.

Enquanto que Silva e Dantas (2013) analisam o conceito jurídico da inovação, e também como ele está sendo visto nas empresas, além de estudar como o estado age no direito ao desenvolvimento pela inovação e quais são os incentivos públicos pela inovação. Dessa análise, verificaram que se precisa investir em divulgação e em programas que ensinem pequenos empreendedores no processo de registro de patentes.

Já para Leite e Pinto (2013), a inovação de produtos em pequenas agroindústrias pode ser uma importante fonte de competitividade e desenvolvimento, apesar de muitas empresas serem carentes em processos padronizados de inovação.

Segundo Nascimento et al (2014), a influência da gestão tecnológica na agricultura pode contribuir para o aumento de produtividade e melhoria dos processos, sendo que em um primeiro momento, pode atuar de forma abstrata na descrição dos processos, enquanto que sob análise da implementação é fundamental a criação de um ambiente aberto às inovações tecnológicas dispensando investimentos financeiros, após então é realizada a elaboração das iniciativas de melhoria e ajustes do processo sob as práticas atuais. Os mesmos autores identificaram que a

produtividade está diretamente ligada à gestão de processos. Afirmam então, que a gestão da tecnologia é um elemento que apresenta disfunções em níveis significantes.

Barcellos e Nesello (2014), analisam a contribuição do PM-BOK no gerenciamento no processo de desenvolvimento de produtos e afirmam que como foco em inovações esse modelo apresenta desempenho adequado. O PM-BOK (Project Management Body of Knowledge) (PMI, 2004), propõe práticas de gerenciamento de escopo, tempo, qualidade, recursos humanos, comunicações, riscos e aquisições, este guia expõe de forma prática e ampla como realizar o gerenciamento de projetos.

Diante do exposto, os autores se referem à inovação como um instrumento de suma importância, pois contempla os recursos e a capacidade de criação de riqueza, visto que também é fundamental a união e a parceria das universidades e empresas para desenvolver e disseminar o conhecimento sobre o assunto.

Para aumentar a renda do produtor rural e ou da agroindústria familiar precisa diminuir os custos de produção, ampliar a automatização e padronizar os processos para atender a gestão tecnológica, conforme abordado por Nascimento (2014), Leite e Pinto (2013).

2.2 Equipamentos agroindustriais

Para Prezotto (2002. p. 12) “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”. Ainda para Prezotto (2002) a palavra agroindustrializar tem como significado o beneficiamento de alimentos de origem animal ou vegetal gerando novos produtos.

Conforme Toledo (2006), o Controle Estatístico de Processo é uma ferramenta de gestão que permite pensar e decidir baseado em dados e fatos, conhecer a existência da variabilidade na produção e administrá-la, visar a melhoria contínua do desempenho, identificar os pontos de falha e corrigir o problema a tempo. Diz-se que um processo está sob controle se os produtos resultantes mantêm-se dentro da faixa desejável de qualidade.

Segundo Prezotto (2002), é importante escolher equipamentos e um modelo tecnológico adequado às demais características de uma agroindústria que se irá implantar, para seu bom funcionamento. Baseado nestas informações deve-se buscar os equipamentos adequados, de forma que seja aproveitada, ao máximo, a capacidade de produção dos mesmos. Os equipamentos devem proporcionar conforto e diminuir os riscos de acidentes aos trabalhadores.

Para Santos (2008), as agroindústrias ainda hoje sofrem para adequar seus equipamentos, pois não há uma gama de equipamentos específicos para agroindústrias de pequeno porte. É importante que os equipamentos sejam de fácil manutenção, limpeza e sanitização, a fim de facilitarem a remoção de sujidades. Por outro lado, verifica-se que há necessidade de políticas para o desenvolvimento de empresas fornecedoras especializadas em equipamentos de pequeno porte e insumos direcionadas às agroindústrias familiares.

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 à embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos elaborados com materiais metálicos, revestidos ou não, que entrem em contato com alimentos e suas matérias-primas durante a produção, elaboração, transporte, distribuição e armazenamento.

Os problemas de contaminação e higiene podem ser solucionados com a utilização de equipamentos adequados, além de resolver este problema, a automatização dos processos propicia uma maior produtividade e qualidade dos produtos. Nesse sentido, vê-se a oportunidade e a necessidade de criação de indústrias desenvolvedoras de equipamentos de pequeno porte para a agroindústria familiar.

3. Procedimentos Metodológicos

A idealização do projeto parte da observação da realidade enfrentada pelas agroindústrias familiares e de pequeno porte. Mediante a coleta de dados referentes à produção e a situação local e regional, através dos dados analisados na EMATER pode-se obter informações referentes a um determinado produto, a ser desenvolvido e suas relações com o mercado e a viabilidade econômica.

O protótipo inicial foi idealizado, no curso de Engenharia da Produção, junto ao Laboratório de Eletricidade e Automação da Faculdade Três de Maio (SETREM).

A montagem do protótipo 1 e 2 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 1 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.

Após, construiu-se o protótipo 2 com os mesmos materiais do protótipo 1, porém com alteração da válvula abre/fecha para um êmbolo, então foram realizados testes de saída de material através do acionamento automatizado. Para o funcionamento do protótipo, utilizou-se o melado

como matéria-prima para a verificação do funcionamento do mesmo. Após a elaboração dos testes, observou-se que houve um bom funcionamento do equipamento e então, partiu-se para o desenvolvimento de um protótipo industrial.

A abordagem utilizada foi a do método qualitativo aplicado ao projeto, e as técnicas usadas foram as de desenvolvimento de projeto de produto, como a prototipagem. A prototipagem virtual aconteceu mediante a execução de projetos e simulações digitais através dos programas Cad 3D Solid Works e Sheet Cam.

O protótipo industrial teve início em uma empresa que trabalha com material inox. Os materiais para acionamento do sistema automatizado foram adquiridos junto à empresa Bel Air Pneumática & Hidráulica, de Novo Hamburgo/RS. Os materiais elétricos foram fornecidos e instalados pela empresa Eletrônica Planer, de Três de Maio/RS.

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 com a utilização de um compressor de ar e um painel de automação e a Agroindústria da Faculdade SETREM.

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. 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 de 33 amostras, 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 os desvios ocorridos 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.

A média, segundo Neves (2003), se encontra através da seguinte fórmula: $\mu = \frac{\sum x}{n}$

À medida que o tamanho da amostra aumenta a distribuição das médias amostrais \bar{x} tende para uma distribuição normal. A média das médias amostrais será igual à média populacional. μ . O desvio padrão das médias amostrais será σ/\sqrt{n} , para amostras de tamanho $n > 30$, as distribuições das médias podem ser aproximadas satisfatoriamente por uma distribuição normal, que melhora à medida que n aumenta (Neves, 2003).

Para Lourenço Filho (1985), baseados na distribuição normal, os gráficos de controle constituem um instrumento de diagnóstico da existência ou não de controle.

Média: determina a linha média (ou central) do gráfico – LM. O limite médio (LM) é o valor resultante da média das médias e a variável refere-se ao valor das médias dos lotes com três

amostras. O valor de $A2 = 1,02$ é um valor dado, sendo que este pode variar de acordo com a quantidade de variáveis utilizadas para a realização das médias. Limite Superior de Controle: corresponde à linha superior de controle $-LSC = \mu + A2 \cdot R$. Onde μ é a média mais 1,02, multiplicado pela média da amplitude. Limite Inferior de Controle: Corresponde à linha inferior de controle $-LIC = \mu - A2 \cdot R$. Onde μ é a média menos 1,02, multiplicado pela média da amplitude.

Para identificar a densidade do melado foi realizado o cálculo de densidade que é igual a massa sobre o volume, ou seja: $d = m/v$. Para encontrar a temperatura foi utilizado um termômetros de mercúrio. E para medir o PH foi utilizado o aparelho digital.

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. Após sugeriu-se ajustes e melhorias no equipamento.

4. Análise e apresentação dos resultados

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.

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.

O protótipo 02 difere-se do primeiro apenas nas partes que estão destacadas na figura 01. No momento em que o botão de acionamento é liberado, o êmbolo inicia o movimento de avanço e recuo. Quando o êmbolo avança a válvula fecha, e quando o êmbolo recua a válvula se abre liberando então a passagem do produto.

Figura 01: Protótipo 02



Fonte: Laboratório Setrem

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 planificados e salvos em escala 1:1, posteriormente, exportados para o programa Sheet Cam para codificação em códigos de função G.

Na seqüência, 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.

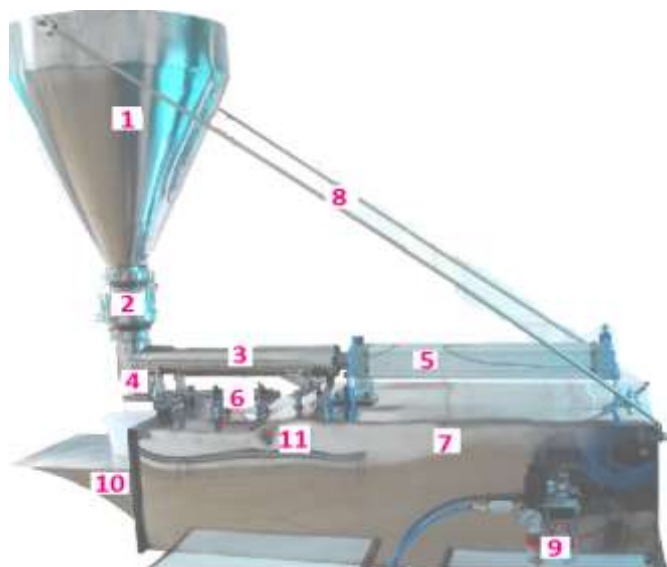
A construção e a montagem destes componentes foram realizadas junto ao setor de produção da empresa. O aço inoxidável AISI 304 foi a principal matéria-prima utilizada. Os materiais utilizados na construção do protótipo atendem as Resoluções RDC N° 20, de 22 de março de 2007 da ANVISA e a MERCOSUL/GMC/RES.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



Fonte: Naressi, Seiboth (2009)

a) 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 microbiológica, de aderência do produto e de oxidação. Através de roscas RJT, a base do recipiente pode ser facilmente conectada à válvula primária de retenção.

b) 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.

c) 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 g/cm³.

d) 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.

e) 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 regulação da passagem do ar forma um calço pneumático, que proporciona uniformidade nos movimentos de avanço e recuo da haste do cilindro.

f) 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.

g) 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.

h) 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

i) 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.

j) Quadro de Comando Eletropneumático: está instalado na extremidade traseira do corpo do protótipo, onde se encontram conectados os componentes eletropneumáticos, como: fonte estabilizada (1), com entrada de 220 V e saída de 24 Vcc, 1 Ampere; válvula duplo solenóide (2); fusível de 1 ampere (3); 2 botões de toque (4); fiação vermelha – positivos (5); fiação preta – negativos (6); fios para conexão da fonte estabilizada 24 Vcc à corrente elétrica de entrada de 220 V

(7); válvula direcional 1/4, 5/2 vias, com duplo solenóide, 24 VCC, 6,5 W (8); válvula direcional 1/4, 5/2 vias, com retorno por mola (9); válvulas de controle de fluxo (10).

k) 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.

l) 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.

m) 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.

n) 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/cm³
- Temperatura: 18,9 °C
- pH: 4,35.

A seqüência de testes foi a seguinte: 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 (S_m) 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

Durante a realização dos testes com o protótipo foram identificados os seguintes pontos fortes: O funcionamento do protótipo apresentou um grande avanço em termos de agilidade e qualidade, se comparado ao método manual de envase. O sistema automatizado mostrou-se bastante ágil, apresentando uma capacidade de envase de 9 potes (850 g) por minuto. O sistema semi-automático apresentou uma capacidade de envase de 5 a 7 potes (500g) por minuto, de acordo com cada operador. Este sistema mostrou-se menos ágil que o sistema automático, porém permite maior uniformidade no envase, visto que o controle do abastecimento ocorre mediante o comando do operador. A mudança do sistema automático para o semi-automático, ou vice-versa, é de fácil aplicação. A limpeza do conjunto de envase, após a operação, foi de fácil execução. O recipiente e a válvula primária de retenção foram facilmente removidos e higienizados. A limpeza do cilindro dosador foi facilmente realizada, com o uso de água quente, com o protótipo em funcionamento.

O desenvolvimento de um protótipo permitiu avaliar o funcionamento do equipamento projetado e também identificou as falhas e os pontos que necessitam ser melhorados. Como pontos a melhorar, destacam-se os seguintes:

- Construir um chassi que permita a sustentação, o deslocamento e a suspensão do corpo e do conjunto de envase. A altura máxima do protótipo (conjunto de envase, corpo e chassi), no momento do abastecimento do recipiente, não pode exceder a 1.100 mm, conforme observado durante os testes. Na situação atual (sem o chassi), o protótipo apresenta altura total de 1.200 mm.

- A válvula linear de abastecimento deve apresentar bico de abastecimento com diferentes diâmetros. Pois, deve ser conectada ao cilindro dosador através de sistema de roscas para permitir a substituição. Conforme observado durante o envasamento, para produtos com menor densidade e viscosidade, há a necessidade de utilização de bicos com menor diâmetro.

- A superfície da parede interna do cilindro dosador não deve apresentar nenhuma irregularidade, para evitar a perda de eficiência de trabalho e a passagem do produto para a parte posterior do êmbolo, problemas estes, observados no protótipo.

- O recipiente deve ser provido de uma tampa com encaixe na parte superior e alça para manuseio. O cilindro atuador “1” deve dispor de uma marcação externa, que identifique a dosagem a ser envasada, de acordo com o posicionamento dos sensores. A quantidade envasada em cada ciclo pode variar de acordo com a viscosidade, temperatura e densidade de cada produto. Porém, se houver a indicação aproximada da dosagem, um ajuste fino ficará facilitado mediante a regulação das válvulas de controle de fluxo. Assim, o equipamento poderá contar com cilindro atuador “1”, de 50 mm. Pois, conforme observado, a redução de 63 mm para 50 mm não comprometerá a eficiência do trabalho de envase e permitirá uma redução no custo final do equipamento e no consumo de ar comprimido durante a operação. E dessa forma, promover os ajustes necessários 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.

5.1 Conclusão

Fundamentado nesta realidade, o desenvolvimento deste trabalho resultou no desenvolvimento de um protótipo de um equipamento automatizado, que é superior ao processo manual sendo que apresentou condições de obtenção de ganhos significativos na produtividade e na qualidade do envase dos produtos origem vegetal.

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 constatado através do funcionamento do protótipo. Com equipamentos automatizados as agroindústrias poderão obter ganhos significativos de produtividade e qualidade, além de deixar 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 o desenvolvimento 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. Bem como atender a Resolução – RDC Nº 20, de 22 de Março de 2007 da ANVISA e a Resolução MERCOSUL/GMC/RES. Nº 87/93 - Lista Positiva de Polímeros e Resinas para Embalagens e Equipamentos.

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.
- BARCELLOS P. F. P.; NESELLO P.A. **Contribuição do Gerenciamento de Projetos no Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Revista GEINTEC. São Cristóvão/SE. Vol. 4.n.2, p.808-822. Abril/Maio/Junho 2014.
- DRUCKER, P. F. **Inovação e Espírito Empreendedor – Entrepreneurship: Prática e Princípios**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- EMATER/RS – ASCAR; Escritório Regional de Santa Rosa; Planilha Agroindústrias Assistidas; 2008.
- EVANGELISTA, Mário Luiz Santos Dr; VEIGA Cristiano Henrique Antonelli da; RAMBO Jorge Antonio; HECKLER Valmir et all. **Redes de Cooperação no Setor Agroindustrial da Região Fronteira Noroeste do Rio Grande do Sul**. Artigo (SETREM / UNIJUI). Três de Maio/RS, 2008.
- 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.
- LEITE R.S. PINTO M.R. Inovação de Produtos Em Pequenas Indústrias de Laticínios product Innovation In Small Dairy Industries. Revista GEINTEC. São Cristóvão/SE. Vol. 4, n.2, p.744-763 744, abr./jun. 2014
- LOURENÇO FILHO, Controle Estatístico de Qualidade. 2ª ED. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A. Rui de C. B. (1985).
- NASCIMENTO N. T. A.; MEDRADO S. S.; TOGNI F.;CASEMIRO Í. P.; FILHO F. S.P. **Gestão de Tecnologias no Agrobusiness: Um Estudo de Caso na Produção de Abacaxi em Porto Velho, Brasil**. Revista GEINTEC. São Cristóvão/SE. Vol. 4,n.3, p.1076-1091.ano 2014.
- NEVES, J. F.; **Controle Estatístico de Processo**. Projeto APPCC coordenação nacional.SENAI – CETEC de Produtos Alimentares. Rio de Janeiro; Maio de 2003
- OLIVEIRA T. BORSCHIVER S. **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil. A interação das instituições científicas e tecnológicas com empresas: um estudo do instituto nacional de tecnologia (int) e das empresas do setor químico**. Revista GEINTEC. São Cristóvão/SE. Vol. 3, n.3, p.120-138 120. Jul/set 2013.
- PMI, PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)”. Project Management Institute Inc., 2004.
- PREZOTTO, L. L. **Agroindústria Familiar Gerando Trabalho e Renda no Campo e na Cidade**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2002.

SANTOS, R. C.; Manual para Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agroindústria, 2º ed; Porto Alegre; Emater/RS-Ascar, 2008.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Open Innovation. Disponível em: <http://www.facadiferente.sebrae.com.br/2009/07/30/open-innovation/>. Acesso: 16 de agosto de 2009.

SILVA L.M.; DANTAS T.K.S. **Incentivos Públicos à Inovação: Análises, Críticas e Proposições**. Revista GEINTEC. São Cristóvão/SE. Vol. 3, n.3, p.221-234 221. Jul/set 2013.

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

TOLEDO, J.C.; **Introdução ao CEP – Controle Estatístico do Processo**. Online. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/CEP-ApostilaIntroducaoCEP2006.pdf>. Acesso: 05 de dezembro de 2014.

Recebido: 28/04/2014

Aprovado: 19/12/2014