

SISTEMA DOSADOR DE RECHEIO PARA SORVETE DE MASSA ARTESANAL

RODRIGO AUGUSTO LEÃO DOS SANTOS¹ e FRANCISCO JOSÉ COSTA ARAUJO²

¹Graduando em Engenharia de Automação e Controle, UPE, Recife-PE, rodrigo.leao@upe.br

²Dr. Prof. Adj. POLI, UPE, Recife-PE, francisco.araujo@upe.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
4 a 6 de outubro de 2022

RESUMO: Este trabalho sugere uma solução, de baixo custo, de automação para o processo industrial de dosagem de recheio em sorvetes de massa artesanal, tendo em vista aumentar o desempenho e a qualidade da atividade, atualmente realizada de forma manual em micro e pequenas empresas. Foi utilizada como metodologia as proposições do Processo de Desenvolvimento de Produto – PDP, seguido pela elaboração de um protótipo e etapa experimental realizada na empresa do setor de gelados comestíveis, Friletto Gelato. Com base nos resultados dos testes e na análise dos dados, foi possível calcular que houve uma diminuição média de 5,78% do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Automação de processos, desenvolvimento de produto, PDP.

FILLING DOSING SYSTEM FOR ICE CREAM CRAFTED MASS

ABSTRACT: This work suggests a low-cost automation solution for the industrial process of filling dosage in artisanal ice cream, in order to increase the performance and quality of the activity, currently carried out manually in micro and small companies. The proposal of the Product Development Process - PDP was used as a methodology, followed by the elaboration of a prototype and experimental stage carried out in the company of the edible ice cream sector, Friletto Gelato. Based on the test results and data analysis, it was possible to calculate that there was an average decrease of 5.78% of the time.

KEYWORDS: Process automation, product development, PDP.

INTRODUÇÃO

Segundo a ANVISA, gelados comestíveis são produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas ou de uma mistura de água e açúcares, podendo ter a adição de outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto. (ANVISA, 1999).

Tomamos como foco do nosso projeto, a produção de sorvete de massa artesanal. Esse tipo de sorvete é caracterizado por ser mais denso que os demais, pois não passa pelo processo de injeção de ar, durante sua composição. Essa característica proporciona ao alimento uma maior riqueza de texturas e maior sensação de saciedade. Para fabricação desse alimento se faz necessária a utilização de uma máquina produtora de sorvetes de massa, responsável pela aeração e resfriamento da calda base, tornando assim a mistura líquida na textura firme, mas não dura, de sorvete.

Na busca por trazer um diferencial ao seu produto, as empresas do ramo realizam acréscimos de ingredientes que possam gerar um maior interesse e preferência do público. Doces, geleias e pequenos pedaços de frutas ou outros alimentos que harmonizem com o sabor do sorvete produzido, são comumente vistos nesse segmento. Para realização desse processo é comum a utilização da dosagem manual dos ingredientes, sem muitos critérios de controle das quantidades adicionadas ao sorvete. A utilização de processos manuais nas rotinas de produção de micro e pequenas empresas ocorre devido à falta de recursos para investimento em tecnologias de automação e à falta de conhecimento ou negligência dessa possibilidade.

O problema a ser analisado localiza-se nessa etapa de incrementação do sorvete com ingredientes adicionais. Várias consequências indesejadas aparecem ao término da produção utilizando a dosagem e distribuição manual do recheio pelo sorvete, tais como potes individuais com pouco ou nenhum recheio, ou o contrário disso, potes com excesso de recheio, gasto grande de tempo nesta etapa da produção e problemas ergonômicos ao operador.

MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolvimento de uma solução, foi feito o estudo dos processos realizados na empresa Friletto Gelato, uma pequena produtora de alimentos gelados, como sorvetes e picolés. Tendo os sorvetes de massa artesanal como seu produto principal, a empresa realiza a adição de doces e geleias em alguns de seus sabores. A fim de caracterizar os ingredientes que seriam atingidos pela solução, uma tabela de características (Tabela 1) foi elaborada.

Tabela 1. Descrição dos ingredientes adicionais.

Nome do ingrediente	Descrição
Geleia de Morango	Consistência gelatinosa com sementes de, aproximadamente, 1mm de diâmetro e poucos pedaços sólidos.
Doce de Banana	Consistência gelatinosa com presença de pedaços sólidos, mas não rígidos
Doce de Abacaxi	Consistência gelatinosa, com presença de vários pedaços sólidos em forma de cubos de, aproximadamente, 1cm ³ .
Geleia de Frutas Vermelhas	Consistência gelatinosa com presença de vários pedaços sólidos, mas não rígidos.
Calda de Chocolate Skimo	Em temperatura ambiente apresenta-se no estado líquido. Com pequena queda de temperatura ele passa para o estado sólido.
Creme de Avelã	Pasta de alta viscosidade

Como metodologia para elaboração do sistema, foram utilizadas as proposições do modelo de Processo de Desenvolvimento de Produto – PDP, o qual foi desenvolvido por Henrique Rozenfeld, sendo esse um conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, se chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção. (ROZENFELD, 2006, p. 03).

Com o intuito de desenvolver um produto que atenda por completo as carências do futuro usuário, foi feita uma pesquisa em forma de entrevista, com os responsáveis pelo setor de produção, onde foi traçado quais são as necessidades e qual o peso de 1 à 5 de cada uma delas. Com isso, podemos ter uma ideia geral das vontades do consumidor e classificá-las como necessidades e desejos. Essa etapa constitui o projeto informacional.

Tabela 2. Lista de requisitos.

Necessidade do consumidor	Peso
Baixo custo	3
Controle de fluxo de recheio	4
Durável	4
Fácil limpeza	3
Fácil montagem	2
Não acumule resíduos	5
Quimicamente inerte	5
Resistente a variação de temperatura e a vibrações	5
Não haja entupimento nas vias de fluxo	5

Dessa lista (Tabela 2) foi possível extrair as principais características que o sistema deveria apresentar: Dosar uma quantidade determinada de recheio no fluxo de saída de sorvete da máquina produtora; O recheio não deve passar a ser uma mistura homogeneizada com o sorvete, pois é fundamental que ele seja visível aos olhos do cliente; Facilitar o envasamento do produto final diretamente nos potes de diferentes volumes utilizados pela empresa; Conter dispositivo para controle de fluxo de recheio.

Seguimos então para a elaboração do projeto conceitual. Esta etapa tem como intuito a montagem de um conceito que seja tecnicamente e mercadologicamente atrativo, a partir da análise de mercado realizada durante o projeto informacional. Por meio da exploração do processo de dosagem, se faz necessário o estabelecimento dos parâmetros para a Modelagem Funcional do sistema. Como entradas temos o recheio e o sorvete, apresentando o sistema de impulsionamento de recheio e as hélices da máquina produtora como fontes energéticas, respectivamente. A saída do sistema será a mistura entre os dois elementos de entrada.

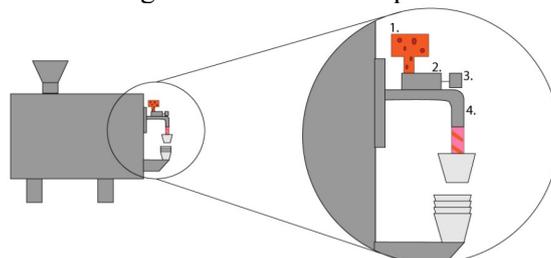
Por meio disso, será possível a idealização de equipamentos e design de máquina, através da construção de uma Matriz Morfológica (Figura 2), que irá melhor suprir os critérios pré-estabelecidos.

Figura 1. Matriz morfológica.

Transporte do Recheio			
Fonte de Energia			
Cano de Transporte			
Funil de Transporte			

Após análise das possibilidades e ponderações sobre a manufatura de um Mínimo Produto Viável – MVP, foi decidido a elaboração de um módulo acoplado ao bocal da máquina produtora (Figura 3), sendo composto por um módulo de armazenamento (1) para os recheios, um parafuso de rosca sem fim (2) destina ao transporte do recheio, um servo motor (3) como fonte de energia para movimentação do parafuso e um cano de transporte (4) onde haverá o encontro do sorvete com o recheio, bem como o bocal ejetor do produto final.

Figura 2. Design inicial da abordagem com sistema acoplado ao bocal da máquina produtora.



A etapa da elaboração do projeto detalhado foi destinada ao desenvolvimento e finalização das especificações do projeto, com a finalidade de realizar a manufatura do protótipo e seguir para experimentação do produto na linha de produção. Para isso, foi feita uma Análise de Modo e Efeito de Falha – FMEA (Tabela 3) com o intuito de prevenir falhas e analisar os riscos do processo, através da identificação de causas e efeitos para identificar as ações que serão utilizadas para inibir as falhas.

Tabela 3. Análise de modo e efeito de falha do sistema dosador de recheio.

F.M.E.A - Sistema dosador de recheio para sorvete de massa artesanal											
Nome do componente	Falhas Possíveis					Atual			Ação		
	Modo	Efeito	G	Causas	O	Controles de prevenção	Controles de detecção	D	Risco	Recomendações	Implantadas
Cano de passagem de sorvete (horizontal)	Fratura	Vazamento de sorvete	1	Material inadequado / Tratamento térmico falho	10	Nenhum	Observação do operador	1	130	Realização de testes com variações de temperatura	-
Joelho	Fratura	Vazamento de sorvete	1	Material inadequado / Tratamento térmico falho	10	Nenhum	Observação do operador	1	130	Realização de testes com variações de temperatura	-
Cano de passagem de sorvete (vertical)	Fratura	Vazamento de sorvete	1	Material inadequado / Tratamento térmico falho	10	Nenhum	Observação do operador	1	130	Realização de testes com variações de temperatura	-
Tubo de transporte de recheio	Fratura	Vazamento de sorvete	3	Material inadequado / Tratamento térmico falho	8	Nenhum	Observação do operador	1	130	Realização de testes com variações de temperatura	-
Rosca transportadora helicoidal	Ruptura de uma hélice	Perda do controle de fluxo / possível entupimento do tubo	5	Mal dimensionamento / Material inadequado	6	Nenhum	Observação do operador	3	700	Realizar testes de durabilidade	-
Reservatório de recheio	Fratura	Vazamento de recheio	3	Material inadequado / Tratamento térmico falho	8	Nenhum	Observação do operador	1	600	Realização de testes com variações de temperatura	-
Probabilidade de ocorrência (o)	Gravidade (G)			Deteção (D)			Risco				
Improvável	1	Apenas perceptível	1	Alta	1	Baixo		1 a 135			
Muito pequena	2 e 3	Pouca importância	2 e 3	Moderada	2 e 3	Moderado		136 a 800			
Moderada	4 a 6	Moderadamente grave	4 a 6	Pequena	4 a 6	Alto		801 a 1000			
Alta	7 e 8	Grave	7 e 8	Muito pequena	7 e 8						
Alarmante	9 e 10	Extremamente grave	9 e 10	Improvável	9 e 10						

Seguimos então para última etapa do planejamento do MVP, com a elaboração da lista dos materiais (Tabela 4) que seriam utilizados na construção das partes mecânicas do sistema. Os materiais foram selecionados levando em conta toda documentação que foi levantada até o momento.

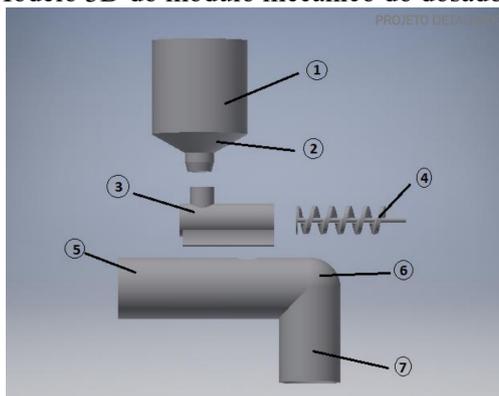
Tabela 4. Lista de materiais.

Id. do item	Componentes (descrição)	Qtd.	Un.	C/M*	Material	Dados da produção
1	<i>Módulo de transporte do sorvete</i>	1	-	-	-	-
1.1	Tubo de transporte horizontal com furo	1	mm	C	PVC	-
1.2	Tubo de transporte vertical	1	mm	C	PVC	-
1.3	Joelho	1	-	C	PVC	-
2	<i>Módulo de dosagem</i>	1	-	-	-	-
2.1	Tubo de transporte de recheio	1	mm	M	ABS	Fornec.: Recrie 3D
2.2	Funil	1	-	M	ABS	Fornec.: Recrie 3D
2.3	Reservatório	1	-	M	PC	-
2.4	Rosca transportadora helicoidal	1	-	M	ABS	Fornec.: Recrie 3D
3	<i>Módulo de controle</i>	1	-	-	-	-
3.1	Caixa	1	-	M	PC	-

*C/M – Comprado/Manufaturado

Por meio da análise observatória da viscosidade, densidade e dimensões de pedaços sólidos nos recheios, foi possível definir as especificações do projeto e assim seguir para modelagem, manufatura e compra dos componentes. Para validação das especificações, foi elaborado um modelo 3D do sistema utilizado o Autodesk Inventor como software de modelagem e geração do arquivo .STL, necessário para impressão 3D de algumas partes.

Figura 3. Modelo 3D do módulo mecânico do dosador de recheio.



O módulo de controle do processo de dosagem do recheio no sorvete foi feito através de um parafuso helicoidal (4) que foi acoplado ao eixo de um motor DC de 6V que possui sua velocidade controlada por um potenciômetro de 1k Ω que por sua vez era controlado pelo operador do sistema.

A etapa do projeto detalhado foi concluída com o acoplamento do módulo mecânico com o módulo de controle, passando assim para a etapa experimental e coleta de resultados. O sistema foi aplicado durante uma rotina de produção da empresa Friletto Gelato, onde pudemos analisar o seu comportamento em diferentes recheios e em sorvetes de diferentes densidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 5. Comparação do tempo gasto nos processos de dosagem de recheio nos sorvetes.

Sabor	Manual	Automático
Geleia de morango	3 min	2 min 18 s
Doce de Abacaxi	3 min	3 min 20 s
Geleia de Frutas Vermelhas	3 min	2 min 52 s
Doce de Banana	3 min	4 min 08 s
Calda de chocolate skimo	3 min	2 min 5 s
Creme de avelã	3 min	2 min 15 s

Por meio da comparação dos tempos gastos no processo de dosagem de recheio entre os métodos manual e automático (Tabela 5), foi possível calcular que houve uma diminuição média de

5,78% do tempo. Além disso, foi possível verificar uma melhor distribuição do recheio pelo sorvete, garantindo assim que cada unidade (correspondente a 1 litro de volume) contivesse a mesma quantidade de recheio.

Verificamos que o sistema funcionou de maneira ideal quando utilizado com recheios que apresentavam poucos ou nenhuns pedaços sólidos e de alta viscosidade. Quando submetido a recheios mais densos, como o Doce de Banana, o servo motor apresentou dificuldades em completar a atividade. Além disso, alguns pedaços de fruta ficaram retidos no módulo de transporte de recheio (3).

Outro problema verificado se deu por conta do dimensionamento e design do módulo de transporte do sorvete, onde houveram acúmulos seguidos de obstrução das vias. Isso se deu devido a variação de fluxo de sorvete no momento de expedição pela Máquina Produtora e a alta densidade em determinados sabores. No início do processo, a Produtora expel o máximo de sorvete capaz de passar pelo orifício de saída e isso causou um total preenchimento tubo horizontal (5) e, devido à alta densidade, houve a parada do fluxo quando o produto alcançava o joelho (6) e não descia pelo tubo vertical (7). Quando a Produtora alcançava metade do processo de expedição e o volume expelido caía, o sistema funcionava como planejado.

Fica como proposta para melhorias futuras incluir um sistema de válvula para controle de vazão de sorvete, melhorar isolamento térmico do sistema e adicionar um microcontrolador ao sistema, para guardar em uma memória as velocidades de rotação respectivas de cada tipo de recheio utilizado na produção.

CONCLUSÃO

A automatização do processo de dosagem de recheio nos sorvetes trouxe um aumento na produtividade da empresa, redução de custos quanto ao tempo em que a Máquina Produtora precisa estar ligada, melhoria na qualidade do produto final por meio da padronização da quantidade de recheio nos potes de volumes específicos, segurança na redução de possíveis acidentes por meio da diminuição de etapas necessárias para finalização do ciclo de produção, vantagem competitiva, visto que os concorrentes seguem pela linha manual de manufatura, e precisão quanto ao volume de recheio gasto por calda base produzida.

REFERÊNCIAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n ° 379, de 26 de abril de 1999. Regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 abr 1999.

BOLGÊNHAZEN, Nilson Jair. O processo de desenvolvimento de produtos: proposição de um modelo de gestão e organização. Orientador: Jose Luis Duarte Ribeiro. 2003. 118 p. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/3591>. Acesso em: 2 fev. 2022.

J. G. PIRES (2010), 'Projeto e desenvolvimento de Produto: proposta e desenvolvimento de dispositivo eletrônico para auxiliar no tratamento da icterícia'. Thesis on Industrial Engineering, DEPRO, UFOP. Orientadores: Prof. A. G. C. Bianchi; prof. M. P. Socorro M. Palmieri.

PIERITZ NETTO, Alfredo. Projeto de Produto e Processo. [S. l.]: Centro Universitário Leonardo da Vinci – Indaial: Grupo UNIASSELVI, 2010. 226 p. ISBN 978-85-7830-270-2. Disponível em: <https://www.uniassevi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=18292>. Acesso em: 17 fev. 2022.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. O. Product design and development. 2 ed. Boston: Mc Graw-Hill, 2000.