

N. CLASS M 6207
CUTTER B928r
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
SAULO ALVES BUENO

**REESTRUTURAÇÃO DE UM TACHO INDUSTRIAL PARA FABRICAÇÃO DE
DOCE**

Varginha

2015

SAULO ALVES BUENO

**REESTRUTURAÇÃO DE UM TACHO INDUSTRIAL PARA FABRICAÇÃO DE
DOCE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Esp. Fabiano Farias de Oliveira.

Varginha

2015

SAULO ALVES BUENO

REESTRUTURAÇÃO DE UM TACHO INDUSTRIAL PARA DOCE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Me. Thairone Conti Serafini Aguiar

Alex Ribeiro Borges

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e especialmente aos meus pais, pelo apoio e incentivo em estudar. Aos professores pela ajuda e conhecimentos passados e aos meus amigos e colegas pela parceria e companheirismo ao longo dos anos.

Grupo Educacional UNIS

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, a minha família pelo apoio incondicional em todos os momentos, aos professores pelo conhecimento passado ao longo desses anos, aos meus amigos, colegas e a todos que contribuíram de alguma forma nessa jornada.

Grupo Educacional UNTE

“Um homem que não se alimenta
de seus sonhos, envelhece cedo.”

Shakespeare

Grupo Educacional UNIS

RESUMO

Com o passar do tempo, as empresas tem tido cada vez mais a necessidade de produzirem com qualidade sem que seu custo seja elevado. O mercado está se tornando cada vez mais competitivo e produtos com pouca qualidade e custo elevado não sobrevivem. Com esse pensamento, esse projeto relata um estudo com algumas mudanças em um tacho industrial para fabricação de doce produzido há mais de duas décadas, buscando um melhor aproveitamento de recursos, uma maior qualidade e conseqüentemente uma melhor performance mercadológica do equipamento. Foram feitos cálculos para redução de matéria-prima, implantação de novas soluções para correção de problemas como ruídos e maior praticidade e qualidade na produção do equipamento.

Palavras-chave: Tacho. Doce. Melhorias

ABSTRACT

Over time, companies have increasingly been the need to produce quality without its cost is high . The market is becoming increasingly competitive and products with low quality and high costs do not survive. With this thought , this project reports a study with some changes in an industrial pan for making fresh production for over two decades , seeking a better use of resources , higher quality and therefore better marketing performance of the equipment. Calculations were made for the reduction of raw materials , implementation of new solutions to correct problems such as noise and greater practicality and quality in the production of equipment.

Keywords: *Pan, Candy, Improvements*

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 09 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 10 |
| 2.1 Empresas de doce | 10 |
| 2.2 Tacho para doce | 11 |
| 2.2.1 Aço inoxidável | 11 |
| 2.2.1.1 Aço inoxidável ferrítico | 11 |
| 2.2.1.2 Aço inoxidável austenítico | 12 |
| 2.2.1.3 Aço inoxidável martensítico | 12 |
| 2.2.1.4 Aço inoxidável ferrítico-austenítico | 13 |
| 2.2.1.5 Aço inoxidável endurecível por precipitação | 13 |
| 2.3 Soldagem | 14 |
| 2.3.1 Soldagem TIG | 14 |
| 2.4 Motor Elétrico | 15 |
| 2.5 Redutor de Velocidade | 16 |
| 2.6 Exaustor | 16 |
| 3 ESTUDO DE CASO | 18 |
| 3.1 Melhorias desenvolvidas | 18 |
| 3.1.1 Produção da semiesfera | 18 |
| 3.1.2 Sistema de exaustão independente | 19 |
| 3.1.3 Cálculo de espessura da semiesfera | 21 |
| 3.1.4 Dimensionamento do motor | 22 |
| 4 RESULTADOS | 25 |
| 5 CONCLUSÃO | 27 |
| REFERÊNCIAS | 28 |
| ANEXO A | 30 |

1 INTRODUÇÃO

O trabalho apresenta o estudo e projeto sobre um equipamento utilizado na produção de doce, produzido pela empresa INOXMILK.

Esse equipamento é fabricado pela empresa há mais de 20 anos, com o passar do tempo sofreu algumas modificações e adaptações que ainda são insuficientes para o exigente mercado atual.

A produção do doce de leite e de outros tipos de doces, que é a finalidade do equipamento, é feita em grande escala por todo o país e é tradicional em vários países da América Latina, tendo suas variações de textura e sabor.

O trabalho abordará todo o processo de produção do equipamento, desde as características da matéria-prima, até a concepção e proposta de possível melhoria do mesmo.

Quais as melhorias necessárias para dinamizar a performance mercadológica do tacho de doce da empresa?

Atualmente o mercado está cada vez mais competitivo e com isso o aproveitamento correto dos recursos e a tentativa de se ter um diferencial dos demais é uma necessidade.

Nesse projeto, teremos uma análise minuciosa da fabricação do equipamento em busca de uma redução de matéria-prima ou melhoria em algum outro aspecto do mesmo.

O objetivo geral do trabalho é apresentar as melhorias desenvolvidas no tacho de doce visando conquistar maior aceitação no mercado especializado.

O objetivo específico do trabalho é:

- a) Demonstrar o equipamento considerando forma, material e funcionalidades;
- b) Apresentar as demandas das empresas fabricantes de doce;
- c) Demonstrar as melhorias desenvolvidas para aumentar a aceitação no mercado;
- d) Apresentar resultados.

Justifica-se o presente trabalho por uma das premissas da engenharia, reduzir custos e melhorar processos. Com esse princípio, a pesquisa e o estudo a fundo sobre esse caso contribuirá de forma positiva para a performance mercadológica do mesmo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Empresas de Doce

Segundo o Instituto de Laticínios Cândido Tostes, o doce de leite é um produto típico da América Latina, produzido e consumido em grande escala no Brasil e na Argentina. É basicamente um produto resultante da cocção do leite com açúcar até a concentração e caramelização desejada. É um produto obtido pela concentração, por meio de calor, de uma mistura que contém como componentes principais o leite e o açúcar (sacarose), podendo conter ingredientes opcionais, tais como: creme, glicose, cacau, chocolate, entre outros. O doce de leite apresenta elevado valor nutricional por conter proteínas e minerais, além do alto conteúdo energético (FEIHRMANN et al., 2004).

Desde 1997, quando o Padrão de Identidade e Qualidade foi estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o doce de leite produzido e comercializado nos países integrantes do MERCOSUL, passou a ser definido como o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme e adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos). A denominação doce de leite está reservada ao produto em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteína de origem não láctea.

No Brasil, a produção de doce de leite encontra-se ao redor de 34.000 toneladas/ano (MACHADO, 2005). Além de ser consumido puro ou em combinação com pães, queijos e outros alimentos o doce de leite serve como matéria prima para a indústria confeitaria e para outras empresas do setor alimentício, estando presente em diversos alimentos como bolos, sorvetes, balas, bolachas, licores e em inúmeras sobremesas. A produção de doce de leite no Brasil é feita por muitas empresas, desde as caseiras até as grandes, com distribuição em todo o país. Os doces de leite disponíveis apresentam uma grande variação, especialmente em relação às características físico-químicas (teor de umidade/sólidos totais, gordura) e sensoriais (cor, aparência, textura, sabor). O doce de leite não apresenta uniformidade de qualidade, apesar de ser produzido em grande volume e amplamente empregado como um ingrediente alimentício.

A umidade está diretamente relacionada às características dos alimentos como a estocagem, o processamento e a embalagem. A umidade é uma das medidas mais importantes

utilizadas na análise de alimentos e esta relacionada com a estabilidade, qualidade, composição e textura dos alimentos. Alimentos estocados com alta umidade apresentam deterioração mais acelerada, ou menor vida útil, devido à alta atividade de água. A vida de prateleira dos produtos alimentícios é determinada por processos deteriorativos os quais são influenciados pela atividade de água presente no alimento (CORDEIRO, 2007).

2.2 Tacho para doce

A cidade de Lambari é conhecida por possuir o maior polo sul mineiro de máquinas e equipamentos em aço inoxidável. O tacho para produção de doce foi um dos primeiros a serem fabricados ainda na década de 80 e também um dos primeiros produtos da INOXMILK.

Esse equipamento é fabricado pela empresa há mais de 20 anos. No começo, de forma mais simples e onerosa. Com o passar do tempo ele sofreu algumas modificações que ajudaram a empresa no comércio do mesmo.

Essas modificações melhoraram o equipamento e o mantiveram em um patamar aceitável mediante as empresas, no entanto, diante do exigente e competitivo mercado atual, é imprescindível que façamos melhorias constantes, esse é o foco principal do trabalho.

2.2.1 Aço Inoxidável

São aços com teores de cromo superiores a 12%. As adições de cromo aumentam a resistência à oxidação e à corrosão. Esses aços são de grande interesse para a engenharia, em função dessas propriedades, além de suas propriedades mecânicas a temperatura elevadas e tenacidade (SILVA; MEI, 2010).

Segundo Silva e Mei (2010), nenhum material é completamente inoxidável, no sentido da palavra, e muita atenção deve ser dada à correta seleção do material para aplicações em meios corrosivos; o aço carbono comum, por exemplo, pode apresentar resultados superiores a um aço “inoxidável”, inadequadamente selecionado.

Os aços inoxidáveis podem ser classificados em cinco tipos: Os ferríticos, austeníticos, martensíticos, ferrítico-austeníticos (duplex) e endurecidos por precipitação (SILVA; MEI, 2010).

2.2.1.1 Aço Inoxidável Ferrítico

Têm sua composição situada à direita do campo austenítico no diagrama ferro-cromo; mais exatamente esta análise deve ser feita sobre o diagrama ternário Fe-Cr-C, devido ao forte efeito estabilizador da austenita pelo carbono. Sua estrutura consiste, essencialmente, de ferrita em todas as temperaturas, até a temperatura liquidus (COLPAERT, 2008).

São ligas Fe+C essencialmente ferríticas a todas as temperaturas e que não endurecem por tratamento térmico de têmpera. Normalmente tem os teores de cromo maiores que os martensíticos e menores teores de carbono. Os principais graus são: (AISI) 405, 430, 430F, 446, 502 (SILVA; MEI, 2010).

2.2.1.2 Aço Inoxidável Austenítico

São os mais comuns entre os aços inoxidáveis e são caracterizados por uma muito boa resistência à corrosão, elevada tenacidade e boa soldabilidade. A estrutura austenítica é estabilizada a temperatura ambiente pela adição de níquel e outros estabilizadores desta estrutura, como manganês, por exemplo (COLPAERT, 2008).

São ligas a base de ferro, cromo (16-30%) e níquel (8-35%) predominantemente austeníticas após tratamento térmico comercial. São não magnéticas e incluem-se nessa família: (AISI) 301, 302, 304 (que é o utilizado na confecção do equipamento em estudo), 304L, 308, 310, 316, 316L, 317, 321, 347. O teor de carbono é, em geral, inferior a 0,08%. No caso dos aços austeníticos (AISI) 201, 202 e 204, por questão de custo, parte do níquel é substituído por manganês ou nitrogênio (elementos estabilizadores de austenita). Alguns aços com maiores teores de elementos de liga têm sido desenvolvidos e, em alguns casos, classificados como “superausteníticos” (SILVA; MEI, 2010).

2.2.1.3 Aço Inoxidável Martensítico

Podem ser considerados equivalentes aos aços para têmpera e revenimento (carbono ou ligados), diferenciando-se pelo alto teor de cromo. Esse alto teor de cromo produz elevadíssima temperabilidade, abaixamento da temperatura MI e aumento da resistência ao amolecimento no revenimento (COLPAERT, 2008).

São ligas de ferro e cromo (11-18%) com teor de carbono, em geral, acima de cerca de 0,1%. Mais recentemente, entretanto, estão sendo desenvolvidos e utilizados aços denominados “supermartensíticos”, os quais possuem carbono abaixo de 0,1% e extrabaixos

teores de elementos residuais. Essas composições interceptam o campo austenítico no diagrama de fases sendo, portanto, endurecíveis por tratamento térmico de têmpera. São magnéticos e incluem-se nesta família: (AISI) 403, 410, 414, 416, 420, 431, 440^a, B e C, 501.

Uma classe intermediária, aqui agrupada com os aços martensíticos é a dos martensítico-austeníticos (ou martensítico-ferríticos) que são composições mais ricas em níquel do que os aços martensíticos permitem obter transformação parcial no endurecimento por têmpera (SILVA; MEI, 2010).

2.2.1.4 Aço Inoxidável Ferrítico-austenítico

Os Ferrítico-austeníticos (duplex) têm microestruturas que consistem em frações aproximadamente iguais destas duas fases. São aços caracterizados por uma combinação favorável das propriedades dos aços inoxidáveis ferríticos e austeníticos: têm elevada resistência mecânica, boa tenacidade, resistência à corrosão muito boa em diversos meios e excelente resistência à corrosão sob tensão e à fadiga.

Esta microestrutura e combinação de propriedades é obtida, em geral, pelo aumento dos teores de cromo e molibdênio em relação aos aços austeníticos e com o aumento do teor de nitrogênio. Enquanto os três elementos aumentam a resistência à corrosão, o nitrogênio, como soluto intersticial, tem efeito muito favorável sobre a resistência mecânica. (COLPAERT, 2008, p. 537).

As microestruturas contendo ferrita e austenita em frações aproximadamente iguais são obtidas com composições balanceadas de ferro, cromo (18-27%), níquel (4-7%), molibdênio (1-4%) e outros elementos, especialmente nitrogênio e apresentam propriedades muito interessantes para diversas aplicações. Incluem-se nesta família: AISI 329, UNS S32304 e S31803. Essa família possui teor de níquel relativamente menor que os aços austeníticos e propriedades mecânicas e de corrosão, principalmente por pite (ou alveolar) iguais ou superiores a estes últimos. Em vista da elevação do preço do níquel nos anos 1990 e 2000, este grupo de aços vem sendo muito pesquisado e uma nova geração tem sido apresentada ao mercado com a denominação “superduplex” como o UNS S32760 (SILVA; MEI, 2010, p. 409).

2.2.1.5 Aço Inoxidável Endurecível por Precipitação

Ligas ferro, cromo (12-17%), níquel (4-8%), molibdênio (0-2%) contendo adições que permitam o endurecimento da martensita de baixo carbono pela precipitação de compostos intermetálicos (alumínio, cobre, titânio e/ou nióbio) (SILVA; MEI, 2010).

Esses aços são classificados em três famílias: martensíticos, austeníticos e semi-austeníticos. Podem ser considerados como tendo sido desenvolvidos a partir de aços austeníticos clássicos 18-8. No desenvolvimento dos aços martensíticos endurecíveis por precipitação, as principais modificações foram a redução do teor de níquel e a adição de outros elementos (principalmente o cobre) para promover o aparecimento de precipitados.

O tratamento térmico típico para os aços endurecidos por precipitação é de solubilização e envelhecimento. No tratamento de solubilização, os compostos intermetálicos à base de cobre, nióbio e ou alumínio são dissolvidos na matriz austenítica. O aço é resfriado com uma velocidade suficientemente alta para evitar a reprecipitação dos compostos intermetálicos. No caso dos aços martensíticos, a microestrutura formada no resfriamento é essencialmente martensítica. Como o teor de carbono é muito baixo, a martensita tem baixa dureza (COLPAERT, 2008).

2.3 Soldagem

A soldagem é o mais importante processo de união de metais utilizado industrialmente. Este método de união, considerado em conjunto com a brasagem, tem importante aplicação desde a indústria microeletrônica até a fabricação de navios e outras estruturas com centenas ou milhares de toneladas de peso. A soldagem é utilizada na fabricação de estruturas simples, como grades e portões, assim como em componentes encontrados em aplicações com elevado grau de responsabilidade, como nas indústrias química, petrolífera e nuclear, e também na criação de peças de artesanato, joias e de outros objetos de arte.

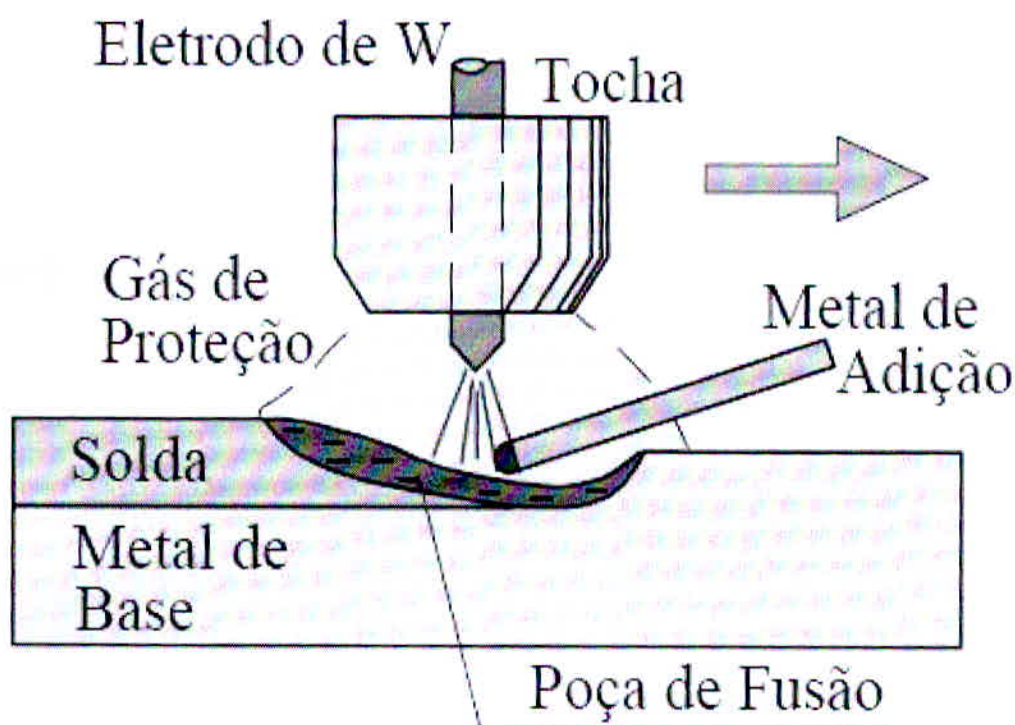
Pode ser definida como uma operação que visa obter a união de duas ou mais peças, assegurando na junta a continuidade das propriedades físicas e químicas (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009).

O equipamento em estudo utiliza o método de soldagem TIG.

2.3.1 Soldagem Tig

É a soldagem a arco com eletrodo de tungstênio e proteção gasosa. É um processo no qual a união de peças metálicas é produzida pelo aquecimento e fusão destas através de um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo de tungstênio, não consumível, e as peças a unir. A proteção da poça de fusão e do arco contra a contaminação pela atmosfera é feita por uma nuvem de gás inerte ou mistura de gases inertes. A soldagem pode ou não ser feita com adição de metal de adição e, quando usada, é feita diretamente na poça de fusão. A figura 1 ilustra o processo que também é conhecido por TIG (TungstenInertGas)

Figura 1: Esquema Soldagem TIG



Fonte: (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009)

2.4 Motor Elétrico

Os motores elétricos são utilizados para converter energia elétrica em energia mecânica e representam uma das invenções mais úteis na indústria e elétrica; cerca de 50% da eletricidade utilizada nos Estados Unidos é usada para alimentar motores (PETRUZELLA, 2013).

A origem da máquina e da energia elétrica, fundamentais na história da era moderna, é resultado de pelo menos três séculos de experiências e descobertas que desembocam na invenção do gerador de corrente contínua auto-induzida pelo cientista berlinense Werner Siemens, em 1866. Este deve ser considerado, portanto, o ano do nascimento do motor elétrico. (WOLFF, 2004)

Segundo Petruzzella (2013), um motor elétrico funciona com base em magnetismo e correntes elétricas. Existem dois tipos básicos de categorias de motores: CA e CC, sendo corrente alternada e corrente contínua respectivamente. Estes dois tipos usam as mesmas partes fundamentais, mas com variações que lhes permitem operar com dois tipos de fontes de alimentação. O magnetismo é a força que produz a rotação de um motor (PETRUZZELLA, 2013).

No equipamento em estudo é utilizado um motor do tipo corrente contínua.

2.5 Redutor de Velocidade

Redutores de velocidade são utilizados com o objetivo de diminuir a velocidade de rotação e aumentar o torque do eixo do motor. Consistem de um conjunto de eixos com engrenagens cilíndricas de dentes retos, helicoidais, cônicos ou apenas com uma coroa de parafuso sem fim com a função de reduzir a velocidade de rotação do sistema. Os elementos básicos de um redutor são: eixo e engrenagens. (ANTUNES; FREIRE, 1998).

O eixo vindo do motor se encaixa no redutor onde é feita a redução através das engrenagens. O tipo de engrenagem a ser utilizada varia de acordo com necessidade de cada caso, podendo algumas se sobressair sobre outras dependendo do tipo de aplicação.

Sua carcaça é fabricada em ferro fundido ou chapa de baixo carbono. É composto também por retentores e rolamentos. (NORTON, 2013).

2.6 Exaustor

Os exaustores são acessórios que, por meio de um motor de rotação, fazem a capitalização de gases e alguns sólidos. São utilizados na remoção de ar, fumos, maus cheiros e até mesmo vapor como é a sua aplicação no equipamento. Podem também ser eólicos como em galpões por exemplo.

Os exaustores podem atuar desde o ambiente caseiro trocando o ar quente de dentro da cozinha pelo ar frio fora da residência até em indústrias e máquinas complexas. Devido a sua capacidade de transformar a energia cinética em sucção, proporciona um ambiente mais agradável e livre de substâncias (VIANA, 2004).

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Melhorias Desenvolvidas

3.1.1 Produção da semiesfera

A confecção do tacho de doce passa por diversas etapas, a primeira é a confecção da semiesfera, onde é concentrado o vapor. As duas semiesferas juntas formam a camisa de vapor, elas se encontram a uma distância de aproximadamente cinco centímetros uma da outra. A camisa de vapor é abastecida com vapor saturado, fazendo por condução o aquecimento do leite que virá a ser doce.

Para a confecção da semiesfera de vapor, eram utilizadas seis partes soldadas chamadas de “gomos”. Essas partes eram obtidas a partir da prensagem dos pedaços de chapa em uma prensa hidráulica na própria empresa, isso ocasionava em partes não uniformes e tempo elevado de produção. Em busca de melhorar a qualidade e diminuir o tempo de produção, terceirizamos esse serviço com uma empresa de estampagem e conseguimos diminuir para quatro partes, obtendo a forma perfeita de semiesfera. Com isso, além de melhorar a qualidade e o tempo de produção, ainda eliminaram-se duas soldas, aumentando a resistência do equipamento.

Abaixo temos a relação entre o custo antes e depois da mudança:

Antes:

Custo de quatro dias (tempo gasto para a confecção da semiesfera) de um soldador e seu ajudante com os impostos: R\$ 1020,00

Agora:

Custo da estampagem das oito partes (semiesfera interna e externa) com a empresa terceira:
R\$ 500,00

Custo do transporte e retorno para a empresa: R\$ 120,00

Resultado: Economia de R\$ 400,00 e melhoria na qualidade da semiesfera

Figura 2: Uma das quatro partes que compõe a semiesfera interna

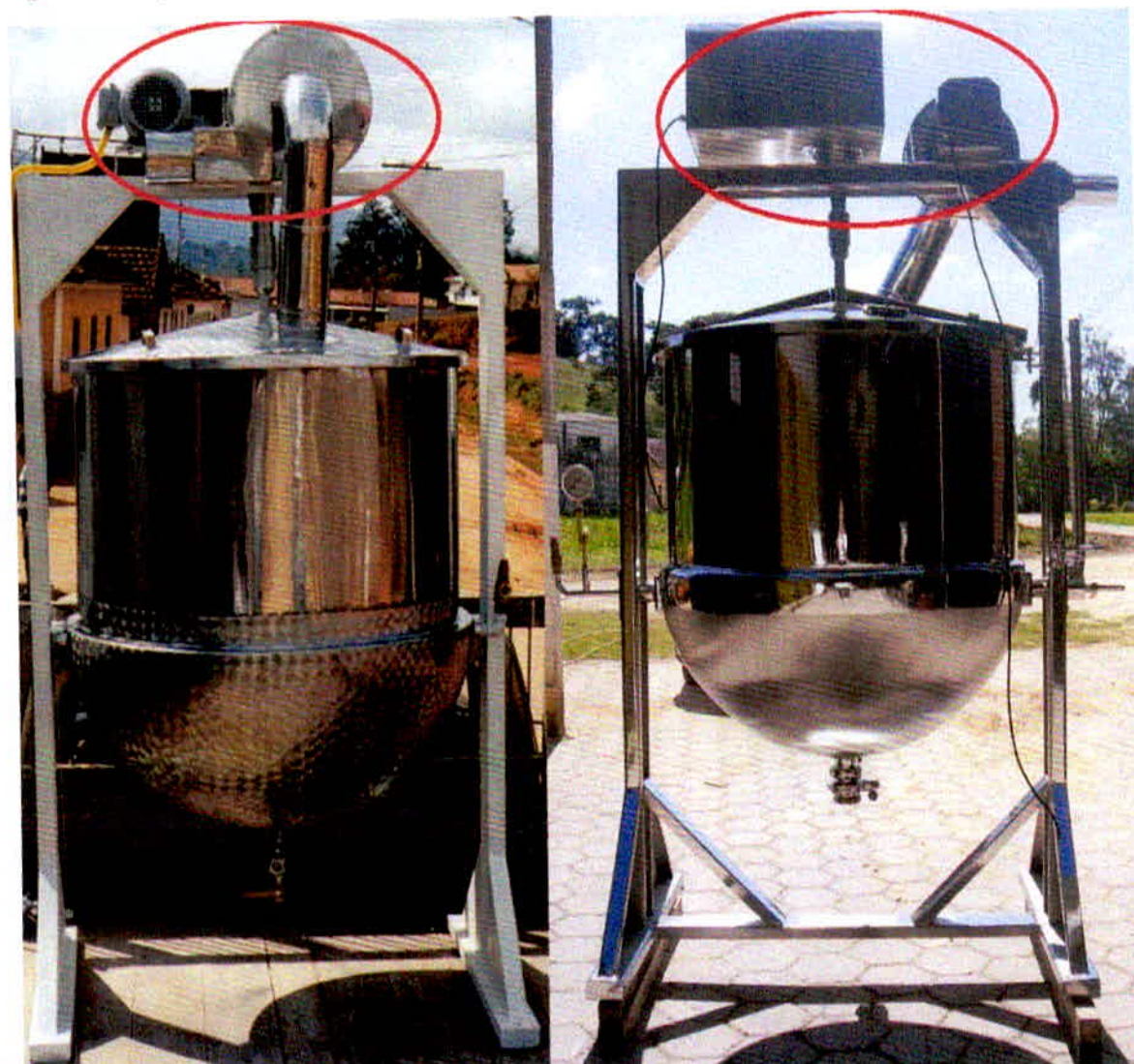


Fonte: (O AUTOR)

3.1.2 Sistema de exaustão independente

Outra melhoria aplicada ao equipamento foi a separação entre o sistema de exaustão e o de agitação. O sistema de agitação do doce é composto por um agitador acoplado a um motoredutor. No caso do doce de leite, à medida que o leite se agita e o vapor aquece o tacho, a água contida no leite se evapora. Para que essa água vaporizada não se condense e volte para o doce, é necessário um exaustor. Esse exaustor era anteriormente utilizado no mesmo motoredutor do agitador, isso causava muitos ruídos e impossibilitava a utilização da máquina sem o exaustor. Para corrigir esse problema, separamos os dois sistemas, deslocando o sistema de exaustão para o lado e acoplado nele um pequeno motor. Isso gerou um pequeno custo a mais, no entanto essas melhorias são de total importância para o exigente mercado atual.

Figura 3: Comparativo entre o antes e o depois da separação do exaustor



Fonte: (O AUTOR)

No processo, o leite é colocado dentro do tacho aquecido a vapor, logo após é colocado o açúcar e ele começa a ser agitado. Com a alta temperatura o leite vai se desidratando e adquirindo uma forma pastosa. Como dito anteriormente, a água que evapora do leite não pode retornar ao doce, pois isso inibe o doce de adquirir a forma e textura correta.

O exaustor é coberto por uma peça de inox que se encaixa ao tubo de exaustão e permite a saída dos gases. Além de permitir essa saída, a peça possui grande importância no acabamento e aparência da máquina.

De acordo com alguns clientes consultados, os ruídos eram um grande problema do equipamento, essa mudança além de ter gerado um sistema independente, diminuiu quase que totalmente os ruídos, gerando maior aceitação do equipamento no mercado.

Abaixo temos o custo gerado por essa mudança:

Custo do motor de 01 CV adicionado ao exaustor: R\$ 420,00

Resultado: Gasto de R\$ 420,00, sistema independente e a eliminação dos ruídos.

3.1.3 Cálculo de espessura da semiesfera

Chapa utilizada pela empresa: 5,0 mm

Segundo a ABINOX, temos os seguintes dados para o aço inoxidável 304:

Espessura nominal: 4,0 mm

Limite de Escoamento: 360 mpa

Resistência à tração: 676 mpa

Dureza: 54 HRB

3.1.3.1 Exame Dimensional

Diâmetro da semiesfera= 1200 mm

Espessura da chapa= 4,00 mm

Cota de profundidade= 500 mm

3.1.3.2 Memorial de Cálculo

Conforme código ASME VIII divisão I

Fórmula:

$$t = \frac{P \times R}{S \times E - 0,6 \times P}$$

Onde:

T= Espessura mínima admissível para a pressão máxima do projeto

P= Pressão máxima de projeto = 4 Bar = 400 kpa

R= Raio interno = 600 mm

S= Tensão admissível (25% da tensão de ruptura = 169000 kpa)

E= Eficiência de junta (adotamos 0,5)

$$t = \frac{400 \times 600}{169000 \times 0,5 - 0,6 \times 400}$$

$$t = 2,85 \text{ mm}$$

F1= fator de segurança de 8,5% referente a desvio dimensional da chapa.

F2= fator de segurança de 25% referente a desvio dimensional da conformação da calota.

Notas: fator de corrosão não aplicável (material austenítico)

Fator de temperatura não aplicável (temperatura menor que 150 °C)

Espessura solicitada conforme memorial de cálculo: $t = 3,87 \text{ mm}$

Espessura correta a ser utilizada: $t = 4,0 \text{ mm}$

Custo da semiesfera do tacho em chapa de 5,0 mm (2 chapas):

Peso da chapa: 282 KG

Preço por kg: R\$ 12,40

Total: $282 \times 12,40 = \text{R\$ } 3496,80$

Custo da semiesfera do tacho em chapa de 4,0 mm (2 chapas):

Peso da chapa: 230 KG

Preço por kg: R\$ 12,40

Total: $230 \times 12,40 = \text{R\$ } 2852,00$

Redução de custo: $\text{R\$ } 3496,80 - 2852,00$

Redução de custo: $\text{R\$ } 644,80$

Resultado: Economia de $\text{R\$ } 644,80$ com o dimensionamento correto do material

3.1.4 Dimensionamento do motor

Motor utilizado pela empresa: 05 CV

Conforme Melconian

Fórmula de torque:

$$t = f \times r$$

Onde:

t= torque

f = força = 250 kg de doce x 4 g/ml (densidade máxima majorada do doce)

força= 1000 kgf

r= raio = 0,6 m

$$t = 1000 \times 0,6$$

t= 600 kgf.m, desprezando a gravidade

$$t = 600 \text{ N.M}$$

Conforme Melconian

Fórmula de potência:

$$p = \frac{t \times \pi \times n}{30}$$

Onde:

p= potência

t= torque = 600 N.M

n= 40 RPM

$$p = \frac{600 \times 3,1416 \times 40}{30}$$

$$p = 2513,28 \text{ W}$$

Convertendo watts para cavalos:

$$p = \frac{2513,28}{735,5}$$

$$p = 3,42 \text{ CV}$$

Motor correto a ser utilizado: 04 CV

Custo de um motor de 05 CV: R\$ 1220,00

Custo de um motor de 04 CV: R\$ 1010,00

Resultado: Economia de R\$ 210,00 com a utilização correta do motor

4 RESULTADOS

Os resultados do estudo foram bastante expressivos, conforme tabela:

Tabela 01 - Relação de gastos e economias com as mudanças

| Modificação | Gasto | Economia |
|--|--|---------------------|
| Terceirização na confecção da semiesfera | | R\$ 400,00 |
| Sistema de exaustão independente | R\$ 420,00 | |
| Dimensionamento correto da chapa | | R\$ 644,80 |
| Dimensionamento correto do motor | | R\$ 210,00 |
| Total | R\$ 420,00 | R\$ 1.254,80 |
| Resultado | Economia de R\$ 834,80 e melhoria na qualidade e do equipamento | |

Fonte: (O AUTOR)

Conforme retrata a tabela, foi melhorada a qualidade geral do equipamento, com uma boa economia.

Já foram confeccionadas duas unidades nessas novas condições e o índice de satisfação dos clientes até o momento foi bastante alto. O principal problema do equipamento, que era os ruídos, já não existe mais, a semiesfera agora apresenta uma forma perfeita e a resistência do equipamento continua muito boa como sempre foi.

A empresa está bastante satisfeita com os resultados do estudo, podendo agora comercializar um produto de melhor qualidade a um preço ainda mais acessível.

Abaixo uma relação de economia da empresa em um ano com as mudanças:

Tabela 02 – Economia da empresa em um ano

| Economia gerada pelas mudanças | Fabricação média anual | Economia em um ano |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| R\$ 834,80 | 18 Unidades | R\$ 15.026,40 |

Fonte: (O AUTOR)

A economia da empresa em um ano foi muito significativa, isso mostra que o estudo realmente deu resultado e nos motiva a cada vez mais buscar soluções em nosso ambiente de trabalho.

Esse é somente um dos produtos que a empresa fabrica, tenho certeza que se forem feitos estudos em outros produtos o resultado é ainda maior. Isso é válido para todos os ramos de trabalho, sempre podemos melhorar alguma coisa nos produtos.

Muitas das vezes as mudanças são difíceis, principalmente em casos de fabricação há muito tempo, no entanto, temos que buscar sempre aumentar a qualidade sem comprometer os custos, assim seremos bons engenheiros.

5 CONCLUSÃO

Com base no estudo realizado, conclui-se que é de suma importância as empresas estarem cada vez mais atentas ao aprimoramento de seus produtos. O mundo de hoje é muito dinâmico, são lançadas novas tecnologias quase que diariamente e quem não acompanha esse ritmo alucinante em que vivemos acaba ficando ocioso. Um produto que era bom ontem pode não ser tão bom hoje por já existir outro melhor, sendo assim, o projeto realizado foi de grande avalia, visto que alcançou o seu objetivo, melhorando a qualidade do produto e diminuindo seu custo, tornando-o assim mais competitivo frente ao mercado atual. Em meio à tamanha disputa mercadológica, saber dimensionar corretamente o seu produto sem deixar de lado a sua qualidade e custo é primordial. Esse deve ser um dos lemas de todo engenheiro, produzir o melhor possível com o preço acessível.

REFERÊNCIAS

ABINOX – Associação Brasileira do Aço Inox

ANTUNES, Izildo. FREIRE, Marcos A. C. **Elementos de máquinas**. São Paulo: Érica, 1998.

Código ASME – Seção VIII Div. 1 – Ed. 2011.

COLPAERT, Hubertus. **Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008, 356p.

CORDEIRO, M.; MORAES, S. C.; SILVESTRE, V.; SANTOS JUNIOR, G.; BOWLES, S. **Comparação dos métodos de estufa convencional e com circulação de ar forçada para desidratação de amostras de doce de leite**. In: V Semana de Tecnologia de Alimentos, Ponta Grossa, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, v. 02, n. 01, 2007.

FEIHRMANN, A.C.; CICHOSKI, A.J.; REZENDE, D. F. Doce de leite (revisão). **Higiene Alimentar**, v.18, n.118, p.21-23, 2004.

Instituto de Laticínios Cândido Tostes, **COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DO EXTRATO SECO TOTAL EM DOCE DE LEITE PASTOSO**, Set/Out, nº 370, 64: 10-13, 2009.

MACHADO, L.M.P. **Uso de soro de queijo e amido de milho modificado na qualidade do doce de leite pastoso**. 2005. 170p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2005.

MARQUES, Paulo Villani; MODENESI, Paulo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem: fundamentos e tecnologia**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2009, 362p.

MELCONIAN, S. **Elementos de máquinas**. 9. ed. rev. São Paulo: Érica, 2008.

NORTON, Roberto L. **Projetos de máquinas: uma abordagem integrada**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013, 1055p.

PETRUZELLA, Frank D. **Motores elétricos: e acionamentos**. Porto Alegre: AMGH, 2013

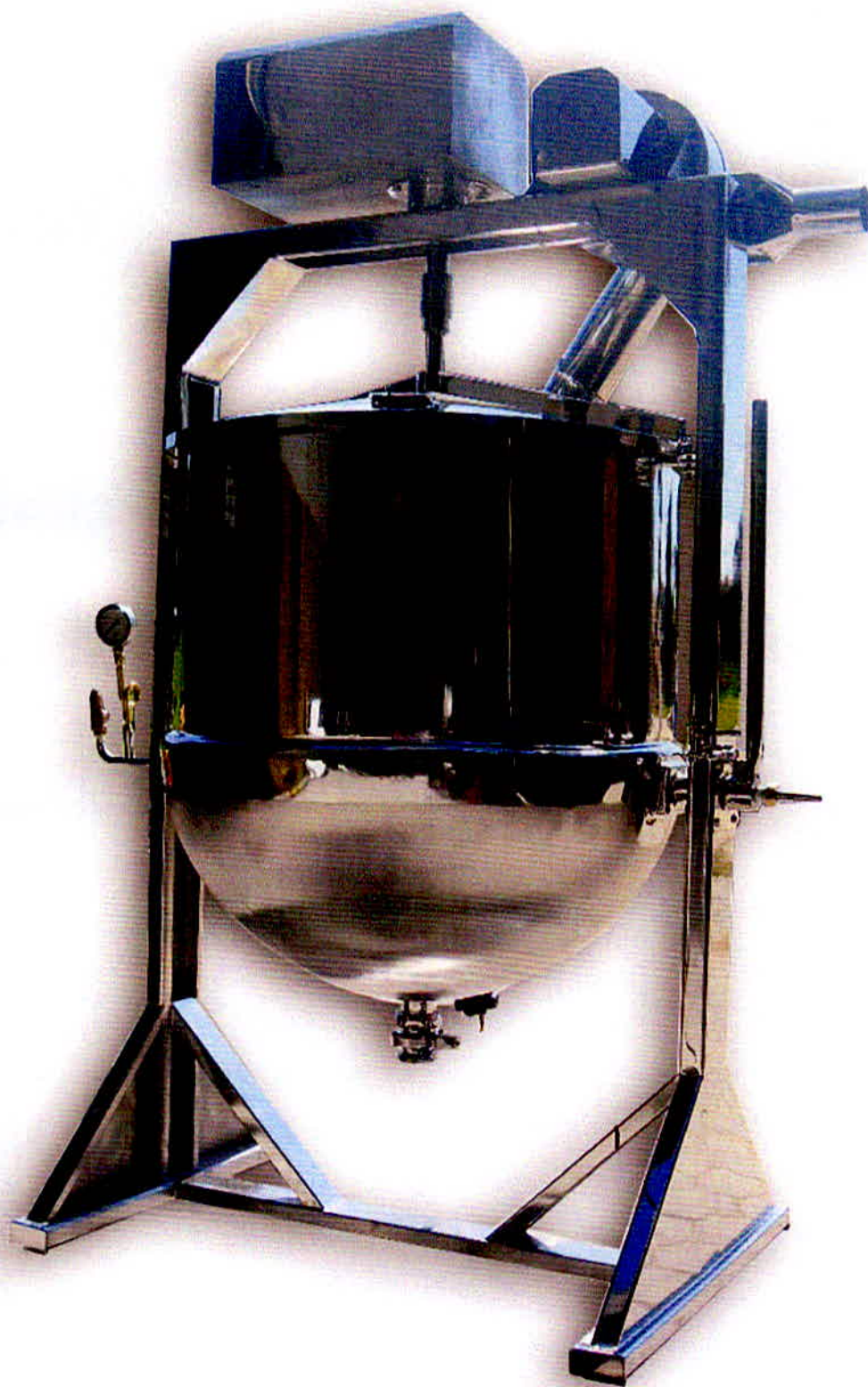
SILVA, André Luiz V. da Costa; MEI, Paulo Roberto. **Aços e ligas especiais**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010. 395p.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho. **Ventiladores e exaustores**. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS/PROCEL, 2004.

WOLFF, Joca. **O motor elétrico: uma história de energia, inteligência e trabalho**. Jaraguá do Sul: UNERJ, 2004, 84p.

ANEXO A – Tacho industrial para produção de doce

ANA01- Imagem do tacho industrial para produção de doce



Fonte: (O AUTOR)