



**FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL**

**GUSTAVO MOURA COSTA
MICHELLE GUSMÃO BURGOS DA FONSÊCA**

**PROJETO DE UM PROTÓTIPO DE UM FLAMBADOR AUTOMATIZADO DE
GARRAFAS SQUEEZES: ESTRUTURA MECÂNICA**

Salvador
2013

GUSTAVO MOURA COSTA
MICHELLE GUSMÃO BURGOS DA FONSÊCA

**PROJETO DE UM PROTÓTIPO DE UM FLAMBADOR AUTOMATIZADO DE
GARRAFAS SQUEEZES: ESTRUTURA MECÂNICA**

Monografia apresentada à Faculdade de Tecnologia
SENAI CIMATE como requisito parcial para a
obtenção do Título de Tecnólogo em Mecatrônica
Industrial.

Professor Orientador: Maiana Brito de Matos.

Salvador
2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

C837p

Costa, Gustavo Moura

Projeto de um protótipo de um flambador automatizado de garrafas squeezes:
estrutura mecânica / Gustavo Moura Costa; Michelle Gusmão Burgos da Fonseca - 2013.

54f. : il. color.

Orientadora: Prof^a. Maiana Brito Matos

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial) –
Faculdade de Tecnologia Senai - CIMATEC, Salvador, 2013.

1. Garrafas squeezes. 2. Flambagem. 3. Automatização. I. Faculdade de
Tecnologia Senai-CIMATEC. II. Fonseca, Michelle Gusmão Burgos da. III. Matos,
Maiana Brito. IV. Título.

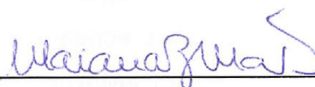
CDD: 620.11

SENAI CIMATEC

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC
Curso: Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, leram e recomendam a aprovação da monografia de graduação, intitulada "**Projeto de um Protótipo de um Flambador Automatizado de Garrafas Squeezes: Estrutura Mecânica**", apresentada no dia 8 de Abril de 2013, como requisito parcial para a obtenção do Título de **Tecnólogo em Mecatrônica Industrial**.

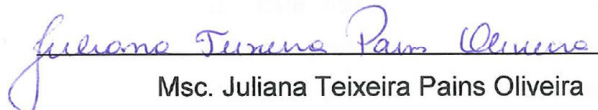
Orientador:



Msc. Maiana Brito de Matos

SENAI CIMATEC

Membro da Banca:



Msc. Juliana Teixeira Pains Oliveira

SENAI CIMATEC

Membro da Banca:



RESUMO

Este trabalho foi realizado de acordo com a necessidade de uma empresa fabricante de brindes que estava tendo problemas com a qualidade da flambagem das garrafas *squeezes*, causando perdas e retrabalho. As garrafas *squeezes* são feitas de polietileno e antes de receberem a impressão na superfície precisam passar por um tratamento superficial, devido à baixa tensão superficial deste polímero, no qual é preciso oxidar esta superfície, com a finalidade de aumentar a aderência da tinta. O atual processo consiste em uma máquina de flambagem de aro, onde existe uma calha acoplada, na qual o operador coloca uma garrafa por vez para que ela desça e atravesse o aro de flambagem, ou seja, depende da presença do operador todo o tempo, e por ser um trabalho repetitivo e envolver fogo causa riscos ergonômicos, físicos e de acidentes. Para a realização deste trabalho foram consultados principalmente artigos e *sites* de fabricantes para melhor embasamento sobre o assunto e sobre os equipamentos. A escolha dos materiais levou em consideração a localidade dos fornecedores, preços e as preferências do cliente, como no caso do motor, pente de flambagem e das correias. Este trabalho tem o objetivo de desenvolver o projeto da estrutura mecânica de um protótipo de um flambador de garrafas *squeezes* automatizado, visando solucionar o problema da qualidade da flambagem. Foram propostos dois projetos, o primeiro envolvia automatização e automação e o segundo apenas automatização, que por ser menos custoso e menos complexo foi o escolhido pela empresa. O projeto é composto por um alimentador, uma base de sustentação, o transportador, o pente de flambagem, os dispositivos de segurança e a parte elétrica. Esta última não será objeto deste trabalho. Apesar de estudos revelarem que superfícies cilíndricas são melhores tratadas em flambadores de aro, a empresa de brindes exigiu que fosse utilizado o pente de flambagem, elevando o custo do projeto. Com a automatização, este processo não irá depender do operador, livrando-o do trabalho repetitivo e proporcionar um aumento na produção.

Palavras-chave: garrafas *squeezes*, flambagem, automatização.

ABSTRACT

This work was performed in accordance with the need for a manufacturer of gift ware that was having problems with the quality of flaming of the squeeze bottles, causing loss and rework. The squeeze bottles are made of polyethylene and before receiving the superficial print must pass into a superficial treatment, due the low superficial tension of that polymer, it is necessary to oxidize this surface, in order to improve the ink adhesion. The current process consists on a ring flamer machine, where have a flume coupled, the operator places one bottle at time to down and cross the ring flaming, so, this process depends of the presence of the operator for all the time, and for being repetitive work involving fire, cause ergonomic, accidents and physical risks. For the achievement of this work were consulted mainly articles and websites of manufacturers, for the purpose of have a better basement on the subject and the equipment. The choice of the materials took into consideration the location of the outfitter, prices and customer preferences, as in the case of the engine, stripe flaming and the thongs. This work has the objective to develop the design of the mechanical structure of a prototype of an automated flamer of squeeze bottles, aiming to solve the quality problem of the flaming. Two projects were proposed, the first one involving automatization and automation and second one, automatization only, that to be less expensive and less complex was chosen by the company. The project consists on a feeder, a supporter base, the carrier, the stripe flamer, safety devices and electrical parts. The last part that was commented is not subject of this work. Although studies show that cylindrical surfaces are best reated in aring flamer, the company demanded that the strip flamer must to be used, increasing the project cost. By automatization, this process will not depend on the operator, freeing of the repetitive work and providing an increased production.

Key Words: Squeeze bottles, flamer, automatization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Perfis de alumínio.....	18
Figura 2.2 – Exemplos de esteiras.....	21
Figura 3.1 – Fluxograma das etapas do projeto	22
Figura 4.1 – Flambador de aro Screener.....	26
Figura 4.2 – Alimentador automatizado.....	28
Figura 4.3 - CAD do protótipo de flambagem automatizado	29
Figura 4.4 – Alimentador.....	30
Figura 4.5 – Base de perfis de alumínio	31
Figura 4.6 – Transportador.....	32
Figura 4.7 – Posicionamento dos pentes de flambagem.....	33
Figura 4.8 – Pente de flambagem	33
Figura 4.9 – Itens de segurança.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Escolha dos fornecedores de acordo com o item	25
Tabela 4.1 - Tamanhos das garrafas <i>squeezes</i>	36
Tabela 4.2 - Orçamento	40

SUMÁRIO

1. Introdução	10
1.1 Objetivo.....	11
1.2 Estrutura da Monografia	12
2. Revisão da Literatura	13
2.1 Processo de tratamento de superfícies de polietileno.....	14
2.2 Componentes do protótipo de flambagem	17
3. Metodologia.....	22
3.1 Visita de campo e reuniões.....	23
3.2 Escolha da tecnologia para o tratamento de superfície de polietileno	24
3.3 Propostas.....	24
3.4 Identificação dos componentes do protótipo e orçamento.....	25
4. Projeto de um Protótipo de um Flambador Automatizado – Estrutura Mecânica ..	26
4.1 Máquina atual	26
4.2 Primeiro Projeto Proposto.....	27
4.3 Segundo Projeto Proposto	28
5. Considerações Finais	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXO I - Orçamento	46
ANEXO II – Desenhos Técnicos	50
ANEXO III – Garrafas Squeezes	54

1. Introdução

Este projeto foi realizado visando atender às necessidades de uma empresa fabricante de brindes. O principal produto desta empresa são as garrafas squeeze, que possuem três tamanhos diferentes conforme o Anexo III.

Estas garrafas têm como matéria prima o polietileno, que possui baixa tensão superficial¹ e para terem uma impressão/ estampagem (realizada no processo de serigrafia) de boa qualidade precisam passar antes por um processo de tratamento de superfície, neste caso, a flambagem.

Dentre os diversos processos de tratamento de superfícies, pode-se tomar como exemplo: efeito corona, à plasma e a flambagem(GALEMBECK, 1991). Devido à necessidade de baixo custo e não ser preciso efeitos tão profundos e duradouros nas garrafas, o processo de flambagem é bastante eficaz para a empresa.

A flambagem é um processo de oxidação através do aquecimento com chama da superfície do polímero, para que o mesmo tenha a tensão superficial aumentada, fazendo com que os poros se abram temporariamente, e se tornem mais receptíveis à tinta, ou seja, aumenta a aderência, isso faz com que a estampa realizada não se descole com facilidade (TEC-SCREEN, 2012).

A empresa atualmente trabalha com um flambador de aro, onde existe uma calha inclinada que faz com que as garrafas deslizem e caiam no anel. É um procedimento totalmente manual, no qual o operador põe uma garrafa por vez na calha.

Por ser um trabalho manual, totalmente dependente do operador para pôr as garrafas na calha, foram verificados problemas que levam à uma redução da qualidade da flambagem e conseqüentemente à perdas.

Atualmente, o processo é lento e com capacidade de produção limitada, pois é necessário que o operador tenha muita atenção no posicionamento da *squeeze* na calha para que ela desça com velocidade suficiente e não fique presa no anel de flambagem.

¹ É a medida do aumento de energia livre de uma fase, quando a área de sua superfície aumenta (GALEMBECK, 1991).

Quando a garrafas se prende, há a perda desta, e acarreta pequenos incêndios e os resíduos podem causar: entupimento do aro, falhas no campo de ataque da chama e com o tempo a inutilização do equipamento. Quando a chama não consegue alcançar toda a superfície da garrafa causa perdas, retrabalho e produtos defeituosos. É um trabalho que pode expor o operador a riscos, devido à execução de atividade repetitiva e ao trabalho num processo que exige temperaturas elevadas.

Foram feitos dois projetos visando solucionar o problema da qualidade da flambagem nas garrafas *squeezes* exposto pelo cliente (empresa), sendo que uma contemplava automação e automatização e a segunda apenas automatização. Devido ao fato da segunda proposta ter um custo menor foi a que a empresa achou mais compatível com as suas necessidades, portanto será a mais detalhada no capítulo 4 deste trabalho.

Apesar de estudos revelarem que superfícies cilíndricas são melhores tratadas em flambadores do tipo aro ou anel, a empresa, por já ter experiência com o aro de flambagem, exigiu que fosse utilizado o pente de flambagem, o que tornou o projeto um pouco mais complexo e com o custo elevado.

Por se tratar de um projeto automatizado, envolve tanto a parte mecânica quanto a parte elétrica. Porém, este projeto foi dividido em duas partes, sendo a mecânica o objeto deste trabalho e a elétrica será abordado em outro trabalho elaborado por outros integrantes (GONÇALVES; BRITO, 2013).

1.1 Objetivo

Desenvolver o projeto da estrutura mecânica de um protótipo de um flambador de garrafas *squeezes* automatizado.

1.1.1 Objetivos específicos

- Atender a três tamanhos diferentes de garrafas *squeezes*;
- Aumentar a produtividade;
- Reduzir os riscos ao operador;
- Melhorar a qualidade da chama.

1.2 Estrutura da Monografia

Este trabalho foi dividido em 5 capítulos, o primeiro apresenta a introdução, objetivos e uma breve descrição dos demais capítulos.

O Capítulo 2 expõe um breve histórico da mecanização juntamente com a automatização, aborda o processo de tratamento de superfícies poliméricas para serem impressas, ou seja, neste projeto utilizado na pré-pintura de garrafas *squeezes*, focando na flambagem, visto que é o objeto deste trabalho e, descreve os principais componentes mecânicos para a realização da automatização, tais quais, perfis de alumínio, polias, correias e esteira transportadora.

O Capítulo 3 descreve as etapas para se realizar o projeto, aborda os critérios para as escolhas referentes aos equipamentos e a tecnologia utilizada e justifica a escolha do segundo projeto.

O Capítulo 4 descreve o atual processo de flambagem da empresa, a primeira e a segunda proposta realizada para solucionar o problema, também descreve a configuração da chama que sai pelo pente de flambagem, a segurança neste processo e o orçamento.

Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais deste trabalho, também destaca as vantagens obtidas com esta automatização já que o processo não é mais dependente do operador, e sugere trabalhos futuros.

2. Revisão da Literatura

Desde os primórdios as ferramentas vêm sendo aprimoradas a fim de melhorar a qualidade de vida dos seres humanos. É crescente a necessidade de substituir o processo produtivo artesanal por novos mecanismos, com o intuito de se alcançar objetivos mais rapidamente, minimizar os esforços físicos do homem e reduzir os custos, foi então, que no século XVIII na Inglaterra, iniciou-se a primeira Revolução Industrial, também conhecida como Revolução das máquinas (ROSÁRIO, 2009).

Após a Revolução das Máquinas, iniciou-se a segunda Revolução Industrial, também conhecida como Revolução Tecnológica, na qual houve a expansão da indústria ferro, devido às ferrovias e novas máquinas, desenvolvimento do motor de Watt, motor à vapor desenvolvido por James Watt, o que propiciou a construção das locomotivas à vapor, significando um crescimento da indústria dos transportes e, a criação de máquinas mais eficientes para a indústria de diversos segmentos (FREEMAN; LOUÇÃ, 2001). A máquina à vapor foi uma grande conquista para a indústria, a partir dela é que foi possível o armazenamento e distribuição de energia em escala, a potencialização de instrumentos mecânicos capazes de substituir o trabalho dos artesãos e podiam ser comandados por pessoas leigas em artesanato (DUARTE, 1999).

Segundo Freeman e Louçã (2001 apud LANDES, 1969), o carvão e o vapor não fizeram, sozinhos, a Revolução Industrial, mas foram matérias primas principais para que acontecesse o desenvolvimento mecanizado de máquinas nas grandes indústrias de produção, o que “teria sido impossível sem uma fonte de energia maior do que a força humana e animal”.

Mesmo após a Revolução Industrial, se é que se pode dizer que ela chegou ao fim, a tecnologia continuou ganhando espaço nas indústrias e nasceu a integração da automação, durante os anos 20, com a criação da linha de montagem do modelo T, por Henry Ford, visando aumentar a produtividade, reduzir os custos e garantir a segurança dos operadores (ROSÁRIO, 2009).

Conforme Rosário (2009) existe uma diferença entre automatização e automação, a primeira está ligada à mecanização, ou seja, movimentos automáticos,

repetitivos e sem correções. Já a segunda possui um conjunto de técnicas e sensoriamento, capazes de realizar a tarefa de forma eficaz, com base nos dados recebidos pelo controlador, contém sistema inteligente que calcula a melhor forma de se corrigir os erros, similar ao comportamento de um operador humano.

Segundo Pinto (2013) e Rosário (2009), atualmente ainda se vive na Terceira Revolução Industrial ou Revolução Tecnológica, pois a inovação tecnológica continua crescente, e tem como principais propulsores as áreas de Tecnologia da Informação, Microeletrônica e Telecomunicação. Essa inovação trouxe uma maior competitividade não só entre corporações, mas também entre pessoas.

Novos produtos são lançados diariamente e se tornam obsoletos muito mais rápido, como por exemplo, o aparelho celular, que são lançados novos modelos em um intervalo de tempo cada vez menor.

Além disso, nas indústrias de modo geral pode-se observar a crescente substituição do homem por robôs nas linhas de produção para realização, principalmente de trabalhos repetitivos e que necessitam de precisão.

Este trabalho visa a automatização de um flambador de garrafas *squeezes*, ou seja, substituir o movimento repetitivo do operador por uma máquina automatizada.

2.1 Processo de tratamento de superfícies de polietileno

Conforme Lahti e Tuominen (2013) o método mais comum para obter boa aderência de tinta é oxidar a superfície. Para tanto são usados tratamentos de superfície que alteraram a composição química, aumentam a energia superficial e removem os contaminantes ou impurezas.

Segundo Galembeck (1991), a adesão e a pintura de alguns polímeros, principalmente em polietileno e polipropileno, são uma fonte de problemas devido à baixa tensão superficial e à baixa coesão entre as camadas superficiais e as sub-superficiais de poliolefinas. Por a superfície do polietileno possuir camadas fracamente ligadas, torna-se mais difícil a adesão da tinta, requerendo tratamentos de superfícies. Ainda que se faça uma estampagem na superfície do polietileno sem

o tratamento adequado, esta será de má qualidade e poderá desprender-se do mesmo.

A Ensign Ribbon Burners LLC (apud PETROLEUM, 2013) explica que polietileno e polipropileno têm superfícies quimicamente inertes e não-polar. Desta forma, se torna necessário para a adesão de revestimentos e adesivos, o tratamento da superfície, que podem ser realizados pelo método químico de chama (Flambagem) ou de forma eletrônica (Efeito Corona).

De acordo com Galembeck (1991), o polietileno, em particular, pode ter sua aderência aumentada de alguns tratamentos, tais quais, oxidação por ácido crômico, permanganato, dentre outros reagentes; exposição a plasma; efeito Corona; flambagem; foto-oxidação com luz visível ou ultra-violeta; enxertia com monômeros polares.

O tratamento por efeito corona é geralmente utilizado para o pré-tratamento de películas de poliolefina enquanto que o tratamento com chama é normalmente utilizado para as secções mais espessas, para melhorar a impressão em frascos (BRIGGS; BREWIS; KONIECZKO, 2013).

Para produção em massa de produtos de baixo preço, os métodos à plasma, efeito corona e flambagem são os mais adequados e mais rápidos (GALEMBECK, 1991). Apesar dos estudos de Lahti e Tuominen (2013) relatarem que a forma mais eficaz do tratamento de superfície é usando a flambagem em conjunto com o efeito corona, nesse trabalho utilizar-se-á o processo de flambagem, devido a opção da empresa e necessidade de menor custo, já que o efeito corona exige um equipamento mais complexo e conseqüentemente de valor maior.

Conforme a Empresa Tec-Screen (2012), a flambagem tem como finalidade aumentar a tensão superficial destes plásticos, para que estes possam ser impressos com tintas, apesar de não se poder ver o efeito deste tratamento a olho nu, a troca das propriedades da superfície pode ser detectada por alguns testes práticos, que podem ser realizados de diferentes formas, tais quais: mergulhar a garrafa flambada em água e, escrever com um lápis e por uma fita adesiva no local. Esses testes serão melhor detalhados no capítulo 4.

O processo de flambagem é essencialmente uma oxidação do plástico mediante a incidência da chama rica em oxigênio, que ajustada, resultará em troca estrutural do polímero. Esta troca não é permanente, dura entre 10 e 15 horas, após esse período o polímero volta aos poucos ao seu estado original, logo, deve-se imprimir sobre a superfície do mesmo neste prazo. Depois deste período deve-se flambar novamente antes da impressão (TEC-SCREEN, 2012).

No caso da necessidade de flambados mais duradouros, pode-se utilizar tratamento eletrônico, efeito corona ou arco, que apresenta efeito mais profundo, podendo durar meses, nos quais seria impossível utilizar o processo de flambagem com chama (TEC-SCREEN, 2012). O que não é o caso da fabricação de garrafas *squeezes*, que não necessitam de tratamentos tão profundos, nem de um intervalo de tempo grande para serem impressas, e por serem cilíndricas podem ter uma maior qualidade da impressão serigráfica utilizando-se um flambador de anel (SERIMATIC, 2012).

Segundo a Empresa Tec-Screen (2012), a combinação da oxidação, obtida através de chamas ricas em oxigênio, e aquecimento produz um flambado de qualidade na embalagem. Este oxigênio provém do ar comprimido empregado na combustão do gás utilizado. Uma chama pobre em oxigênio, não é muito oxidante e acabará dando um efeito contrário e a flambagem não ocorre.

A superfície não deve variar na distância do flambador mais do que uma polegada. No caso de peças cilíndricas, podem ser rodadas por meio de uma chama do flambador em linha reta (pente de flambagem) ou cair através de um flambador de anel (ENSIGN RIBBON BURNERS LLC, apud PETROLEUM, 2013).

De acordo com a Tec-Screen (2012) para que se adquira um tratamento térmico correto, a passagem da *squeeze* pelo flambador deverá variar entre 0,1 e 0,2 segundos, dependendo da forma da embalagem.

Alguns cuidados devem ser tomados com o flambador para evitar que ele não seja inutilizado, tais quais:

- Verificar se os últimos cilindros de gás, líquidos vêm causando a acumulação de resíduos oleosos nos misturadores.

- Desentupir o flambador frequentemente, retirando o acúmulo de cinzas produzidas sobre os misturadores. Essas cinzas causam um desequilíbrio na intensidade das chamas gerando flambados raiados (falhados) e de baixa qualidade.
- O sistema de flambagem deve ser limpo com solvente apropriado e com ar comprimido. Para economizar tempo, fazendo menos limpezas, pode-se colocar um filtro para gases.

Confirmando o que informa a Serimatic (2012), embalagens circulares são eficientemente flambadas com uma economia enorme de combustível em flambadores de aro, que são os mais usados e os que estão mais desenvolvidos para produzir tratamentos corretos com um mínimo consumo de combustível (TEC-SCREEN, 2012).

Ainda sob informações da Empresa Tec-Screen (2012), para uma boa manutenção dos equipamentos, deve-se atentar na cor da chama, pois se uma chama originalmente oxidante e regulada resulta em tons amarelos esporádicos, o motivo pode ser sujeira nos misturados. Para que o misturador não se entupa por completo, deve-se desmontá-lo e limpá-lo com solvente adequado e soprá-los com ar comprimido. Caso seja necessário limpá-los várias vezes na semana, a perda de tempo é considerada alta, porém pode-se colocar um filtro para gases para reduzir a quantidade de limpezas.

Ainda conforme a Empresa Tec-Screen (2012), os flambadores tem uma vida útil de trabalho de 3 a 4 anos em média, antes dos misturadores apresentarem problemas. A obstrução com plástico fundido é um dos principais problemas na danificação do equipamento, porém não é o único. Óleo ou resíduo do gás o carboniza e o entope. E falta de treinamento dos operadores também pode ser fatal.

2.2 Componentes do protótipo de flambagem

Para se conseguir realizar o tratamento da superfície de polietileno, foi necessário um projeto de automatização do processo de flambagem. Para tanto, esse protótipo de flambagem é composto por diversos elementos mecânicos e elétricos, e os principais deles são: perfis de alumínio, polias, correias, eixos, motor,

inversor de frequência, painel elétrico, válvulas, pente de flambagem e esteira. A lista completa pode ser verificada no Anexo I. Como a parte elétrica não está sendo objeto deste trabalho, apenas serão descritos os principais elementos da estrutura mecânica, ou seja, perfis de alumínio, polias, correias e a esteira.

2.2.1 Perfis de alumínio

O alumínio possui características favoráveis para o uso em estruturas, tais quais: baixo peso específico, resistência à corrosão e boa reciclagem (ABAL, 2007).

Conforme a figura 2.1, é possível verificar diversos tipos de perfis de alumínio, que são, normalmente, nomeados de acordo com cada fabricante. Foram destacados dois perfis, um circular de verde, que é um perfil retangular oco, o qual será utilizado neste projeto. E um quadrado de vermelho, que se trata de um perfil de alumínio mais versátil, que seria outra opção para este projeto, porém tem custo mais elevado e não foi encontrado na região de Salvador.

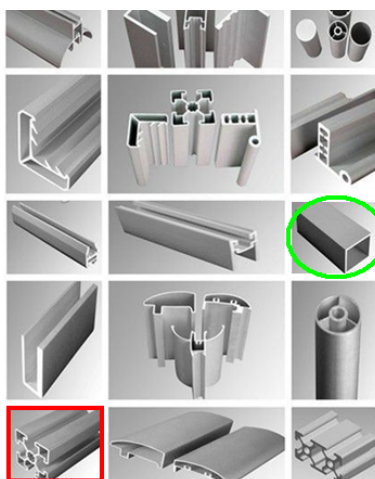


Figura 2.1 – Perfis de alumínio

Adaptado de: (Alibaba, 2013)

Segundo a OBR Equipamentos Industriais (2013), os perfis de alumínio são extrudados de acordo com a aplicação e a necessidade do cliente. A utilização desses perfis permite um uso mais prático e versátil em estruturas de máquinas, dispositivos mecânicos, linhas de produção e mesas de trabalho.

2.2.2 Polias e Correias

Conforme Generoso (2009), uma das maneiras mais utilizadas de transmissão de movimento é através do conjunto correia-polia, que são conectadas

diretamente aos eixos. As correias mais comumente empregadas são as planas e as trapezoidais ou em “V”.

As correias planas têm seção transversal com formato retangular e são empregadas para aplicações que demandam maior velocidade ou que sofrem pouco esforço por ser mais barata (NEIMANN, 2011).

Segundo Generoso (2009), as correias trapezoidais são chamadas assim, pois ao longo de todo seu comprimento possui seção transversal em forma de trapézio. São mais indicadas para aplicações que exigem maior esforço, pois elas são especialmente projetadas para suportar grandes cargas. São feitas de borrachas, revestidas de lona e em seu interior possui cordéis vulcanizados. As dimensões de sua seção são padronizadas e representadas por letras.

Existem ainda correias com formatos especiais que são usadas em aplicações especiais. A correia redonda de seção circular é comumente aplicada para pequenas cargas. A correia dentada é utilizada para situações onde não se pode ter deslizamento entre a correia e a polia, também conhecida como correia sincronizadora devido a sua propriedade de sincronizar os eixos (GENEROSO, 2009).

As correias serão movimentadas por um motor e devem transportar as garrafas para que passem pelo flambador e, para descobrir a velocidade necessária para que elas passem no tempo correto, alguns cálculos foram feitos, a partir da utilização das equações: 2.1, 2.2 e 2.3.

Segundo Melconian (2000), o período (T) é o tempo necessário para se completar um ciclo numa trajetória circular. E pode ser calculado através da equação 2.1:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (2.1)$$

Onde:

ω – Velocidade angular em radianos por segundo (rad/s);

π – Constante trigonométrica

Segundo Melconian (2000), a velocidade tangencial (v) é caracterizada como a velocidade de mudança de trajetória em cada instante e, pode ser relacionada com a velocidade angular (ω) e com o raio (r), como mostra a equação 2.2:

$$v = \omega * r \quad (2.2)$$

Conforme Hibbeler (2011), a velocidade linear (v) de um corpo é dada pelo deslocamento (Δs) durante um intervalo de tempo (Δt), como pode ser verificado na equação 2.3. Esse cálculo é realizado neste trabalho para encontrar a velocidade linear necessária da garrafa ao passar pelo pente de flambagem, a partir do tempo máximo de 0,2 segundos que ela pode ficar em contato com a chama (TEC-SCREEN, 2012).

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (2.3)$$

2.2.3 Esteiras Transportadoras

As esteiras transportadoras ou esteiras industriais são usadas, principalmente, nas linhas de produção da indústria, levando o produto de um processo para outro com mais agilidade do que um operador poderia fazer e minimizando os esforços físicos ao mesmo.

Conforme a figura 2.2, pode-se observar diversos tipos de esteiras (inclinada, em “Z”, em “S”, oval, articulada, coletor, reta, em curva) para diversas aplicações, mas entre elas existem algumas características em comum, tais quais, motor ou motoredutor; correias ou correntes ou roletes; polias ou engrenagens de tração, guias laterais a depender do tipo (JUMAK, 2013).

Conforme a Jumak Automação e Controle (2013), as correias e correntes podem ser de diversos materiais, entre eles são bastante usados: acetato, PVC, lona, borracha. Os roletes costumam ser de PVC, aço carbono, inox ou alumínio. E a estrutura geralmente é de aço carbono, inox ou alumínio.



Figura 2.2– Exemplos de esteiras. a) rolete reta; b) rolete curva; c) articulada; d) corrente modular em “S”; e) em “Z”; f) oval; g) coletor; h) inclinada

Adaptado de: (Jumak, 2013)

Na página da internet do fabricante Unirons (2013) é possível verificar transportadores de diversos materiais (polietileno, polipropileno e acetal) e formatos (fechado, vazado, emborrachado, perfurado, em zig-zag, ondulado, antiaderente), com a principal finalidade de transportar alimentos.

A esteira escolhida para este trabalho é a inclinada de polietileno com taliscas (acessório) para que as garrafas consigam subir sem cair. Esta escolha justifica-se pelo fato de que neste transporte a superfície da garrafa não pode sofrer ranhuras, então o material do transportador deve ser adequado para isso e, a empresa fabricante das garrafas sugeriu, por ser o mesmo utilizado por eles em outra etapa do processo.

3. Metodologia

Neste capítulo é descrita a metodologia utilizada para a seleção de peças e equipamentos utilizados na elaboração do protótipo mecânico de um flambador automatizado de garrafas *squeezes*. A figura 3.1 ilustra a seqüência de etapas da metodologia empregada neste trabalho.

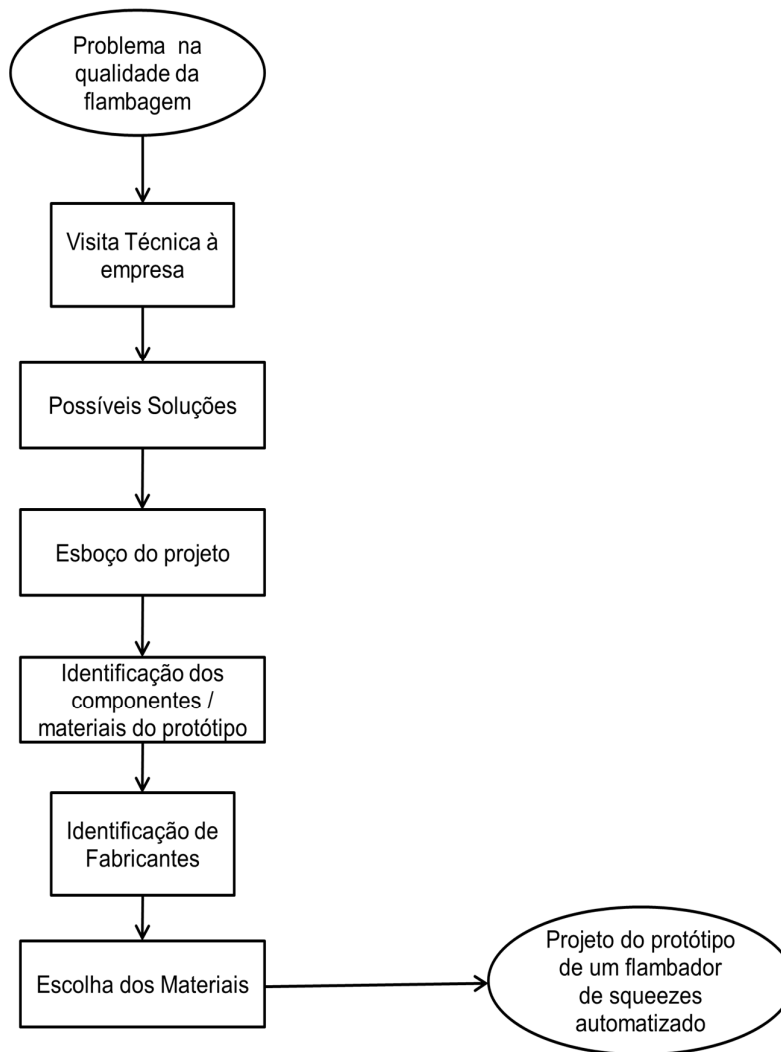


Figura 3.1– Fluxograma das etapas do projeto

A partir da figura 3.1 se pode observar que primeiramente foi identificado o problema na qualidade da flambagem de garrafas *squeeze* de uma empresa fabricante de brindes, no qual consistia em erros do operador, o que levava a garrafa a ficar presa no aro de flambagem, ocasionando pequenos incêndios, entupimento

do aro e danificação do equipamento, o que faz com que a chama se torne falha e não consiga um tratamento superficial eficaz.

Em seguida, começou-se a pensar em possíveis soluções, criando-se hipóteses de como realizar o projeto, então se buscou informações na literatura através de livros e artigos, para tanto se utilizou a biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC e bibliotecas virtuais como Scielo e Portal Capes, também foram consultados sites de fabricantes, visando a identificação dos componentes/materiais para a realização do protótipo.

3.1 Visita de campo e reuniões

Iniciou-se o projeto com uma pesquisa de campo na empresa fabricante de brindes e, para conhecer e entender o atual processo de flambagem se conversou com operadores e proprietário para se adquirir informações sobre o processo, o problema e a etapa de serigrafia (impressão de estampas na superfície da garrafa). Durante o período de aproximadamente nove meses, foram feitas cerca de cinco reuniões na empresa.

A primeira, para adquirir dados do processo de produção, e verificar o funcionamento da máquina de aro. A segunda, para realizar medições do local onde o protótipo funcionaria, de elementos já existentes na empresa que poderiam ser utilizados para o projeto, dentre outros componentes.

Na terceira reunião foi apresentado o primeiro esboço, que se baseava na máquina da *New England Machinery* (NEM, 2012), que focava principalmente na automatização e automação do alimentador.

Na quarta reunião foi apresentada uma proposta de outro projeto, que por sua vez, se trata de um protótipo mais simples a pedido do dono da empresa, apenas automatizado. Na quinta e última foi apresentado o orçamento final deste projeto.

Além das reuniões realizadas na empresa, existiram outras reuniões, algumas informais com um funcionário da empresa, que também é estudante do SENAI CIMATEC, realizadas na própria faculdade, para se comentar sobre o projeto e obter sugestões. E houve as reuniões semanais, antes do trabalho ser dividido, com o orientador do projeto, Milton Bastos, onde eram tiradas algumas dúvidas,

principalmente da parte elétrica, que apesar de não ser foco deste trabalho, é de fundamental importância para o projeto completo.

3.2 Escolha da tecnologia para o tratamento de superfície de polietileno

Foi pesquisado máquinas de flambagem, com tecnologias diferentes, em sites de diversos fabricantes, tendo como os principais: Dubuit, Serimatic, Screener, Tantec, Corotec. E, pôde-se observar algumas diferenças entre elas. As máquinas foram divididas em dois grupos: 1- efeito corona e exposição à plasma e, 2- flambagem por aro e pente.

Escolheu-se o grupo 2 para se trabalhar, levando-se em consideração a aplicação do processo. Dentro deste grupo, optou-se por trabalhar com o pente de flambagem por exigência do patrocinador, apesar de que, foi comprovado para o mesmo que para o tratamento de superfícies cilíndricas é mais indicado o uso do flambador de aro.

Se fosse usado o aro, as garrafas apenas seriam derrubadas dentro do anel e, qualquer tamanho de garrafa poderia ser trabalhado sem ter que se fazer nenhum ajuste, o que tornaria o projeto muito mais simples, sendo a automatização feita no alimentador, fazendo com que o projeto tivesse um custo mais baixo.

3.3 Propostas

Foram desenvolvidas duas propostas, que foram demonstradas através do *Software* computacional *SolidWorks*, ferramenta para realização de desenho 3D, para melhor visualização e apresentação à empresa.

A primeira proposta consistia na automação do alimentador, se tratava de um projeto mais completo. A segunda proposta se tratava de um projeto mais mecânico, automatizando a entrada das garrafas no processo. Apesar de a primeira opção se tratar de um projeto mais robusto, a segunda opção foi escolhida, por se acreditar ter um custo menor, devido a uma menor complexidade dos equipamentos envolvidos, já que o alimentador não teria mais o projeto de automação, ou seja, os atuadores pneumáticos, sensores e a estrutura vibratória foram substituídos por uma esteira e uma calha, e por ser, na opinião do proprietário da empresa, mais simples de

realizar manutenção e também pela falta de disponibilidade de espaço físico na empresa.

Devido ao fato de o projeto possuir duas correias para o transporte das garrafas pelo flambador, foram feitos cálculos, com o auxílio de um professor de mecânica da própria faculdade, do período, da velocidade tangencial e da velocidade linear, baseados nas equações: 2.1, 2.2, 2.3, respectivamente, conforme referenciado no capítulo 2, respeitando o limite de tempo de flambagem de 0,2 segundos, conforme a Tec-Screen (2012).

3.4 Identificação dos componentes do protótipo e orçamento

Através das consultas em livros, artigos e fabricantes, foi possível a identificação dos componentes e materiais necessários para a realização do protótipo.

Foram consultados em torno de trinta fabricantes, porém muitos não responderam ou não tinham o item com a especificação necessária. Escolheram-se os fabricantes/revendedores dos elementos mecânicos conforme a tabela 3.1, levando-se em consideração, a pedido da empresa, de fabricantes já utilizados por ela, localidade dos revendedores e preço.

Após se conseguir alinhar as necessidades do projeto com as preferências da empresa, realizou-se um orçamento para verificar a viabilidade do projeto.

Tabela 3.1 - Escolha dos fornecedores de acordo com o item

Item	Fornecedor
Eixos	Centrab
Mancais de Rolamento	Mundo das Correias
Polias	Mundo das Correias
Correias	Aeroflex
Perfis de Alumínio	Bahia Alumínio
Chapa de Alumínio	Alumividros
Calha	Casa Popular Materiais de Construção
Pente de Flambagem	Serimatic
Esteira	PlasNEC

4. Projeto de um Protótipo de um Flambador Automatizado – Estrutura Mecânica

Neste capítulo são apresentados o atual processo de flambagem para tratamento de superfícies de polietileno das garrafas *squeezes* de uma empresa fabricante de brindes, as propostas de dois diferentes projetos para solucionar o problema da qualidade da flambagem, a configuração da chama que sairá pelos pentes de flambagem, os dispositivos de segurança e o orçamento.

A primeira proposta pode se classificar como um projeto de automação por possuir técnicas mais complexas envolvendo sensoriamento e controladores, visando realizar as tarefas de forma mais eficaz e com a menor intervenção humana possível e a segunda proposta como automatização, que está ligada a tornar os movimentos mais automáticos, livrando o operador de trabalhos tão repetitivos e cansativos (ROSÁRIO, 2009).

4.1 Máquina atual

Atualmente, o processo utilizado pela empresa fabricante de brindes, emprega um flambador do tipo aro que é totalmente manual igual ao da Figura 4.1.



Figura 4.1– Flambador de aro Screener

Fonte: (Screener, 2012)

Existe uma calha de inclinação regulável, na qual o operador põe uma garrafa de cada vez e aplica uma força para ela descer, com a velocidade necessária para ser flambada, e passar pelo anel de flambagem sem queimar ou derreter. É um sistema totalmente dependente do operador e exige que o mesmo coloque a garrafa no início da parte superior da calha, e aplique uma força mínima

sobre ela para que o processo aconteça adequadamente. A depender da demanda é necessário um segundo operador para retirar as caixas cheias de garrafas da saída da máquina. O operador deve estar o tempo todo presente e ele deve ter atenção, pois frequentemente acontece das garrafas ficarem presas no anel, causando um princípio de incêndio. O plástico derretido deve ser retirado com a ajuda de uma haste de metal depois do processo ser paralisado e a máquina desligada.

4.2 Primeiro Projeto Proposto

A primeira proposta oferecida para a empresa possuía duas partes independentes, o que tornavam o protótipo mais maleável. A primeira parte se tratava de um alimentador, com tecnologia semelhante a da máquina *vertical feed unscramblers* da *New England Machinery*, como ilustrado na figura 4.2, que consistia em um silo de armazenamento, uma esteira transportadora, um disco giratório, um tobogã de material polimérico, um atuador giratório (dentro do tobogã) e uma mesa giratória. O silo possuía um sistema vibratório para evitar o entupimento da saída das garrafas. No tobogã por onde as garrafas desceriam, existiriam sensores e atuadores para garantir que as garrafas caíssem na mesa giratória sempre na mesma posição. A segunda parte consiste no flambador formado por um par do conjunto correias-polia e os pentes de flambagem. Essa estrutura permaneceu na segunda proposta e por esse motivo será melhor detalhado mais adiante.

A máquina proposta tem seu funcionamento inicializado, após ela ser devidamente ligada pelo operador. Feito isto, ele deve preencher o silo (a) do alimentador com garrafas por qualquer um dos lados, para que elas sejam elevadas pela esteira transportadora (b) até o disco giratório (c) que fica na parte superior do protótipo. O disco tem o formato de cone para que as garrafas deslizem e se acomodem nas margens do mesmo. O movimento circular no sentido anti-horário pela periferia do disco leva as garrafas até o tobogã (d) onde são conduzidas até um atuador giratório (e) que, com a ajuda de um sensor de presença, garante que todas as garrafas saiam com o encaixe do bico para cima. Na saída elas caem em um segundo disco giratório (f) que as conduz para o flambador.

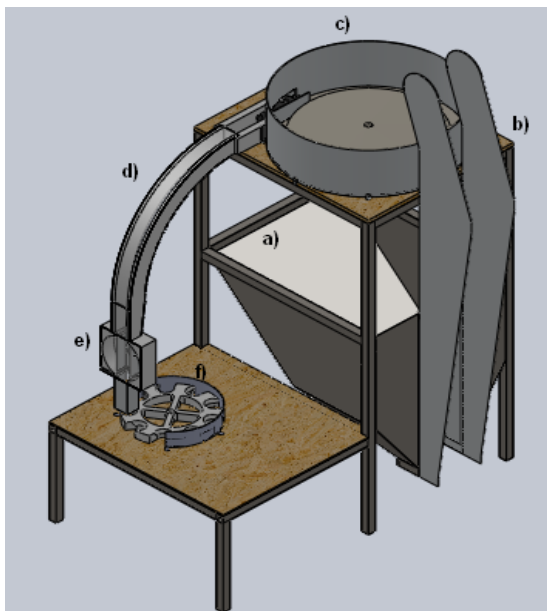


Figura 4.2 – Alimentador automatizado. a) silo, b) esteira transportadora, c) disco giratório, d) tobogã, e) atuador giratório, f) disco giratório 2

O flambador consiste em um par de correias trapezoidais que conduzem as garrafas, rotacionando-as, até o recipiente onde serão armazenadas. Durante o percurso encontra-se um pente de flambagem que realizará o processo.

4.3 Segundo Projeto Proposto

O segundo projeto proposto se trata de um protótipo de flambagem automatizado mais simples que o primeiro, pois o protótipo de flambagem foi acoplado ao alimentador (figura 4.3) e não contempla mais os elementos de automação, ou seja, os atuadores pneumáticos, sensores e a estrutura vibratória. Estes foram substituídos por uma esteira e uma calha, visando oferecer uma opção de menor custo de concepção e manutenção. O período de montagem está estimado em um mês, incluindo a fase de testes.

Conforme a figura 4.3, pode ser observado o esboço do protótipo elaborado no *SolidWorks* e é possível identificar as cinco principais partes do projeto, que são elas: alimentador, formado por esteira (a), bag (b) e calha (c); a base de sustentação (d); o transportador (e); o flambador ou pente de flambagem, que não é possível ser verificado na imagem e; o painel elétrico (f). A seguir, encontra-se, a descrição das principais partes e da automatização, a configuração da chama que sai pelo pente de flambagem e os procedimentos de segurança.

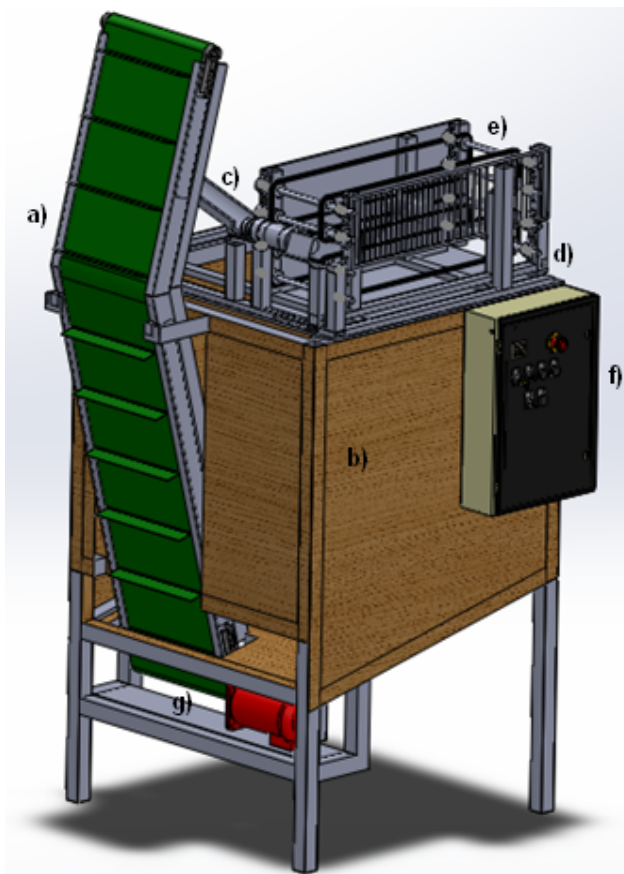


Figura 4.3 - CAD do protótipo de flambagem automatizado. a) esteira transportadora, b) *bag*, c) calha, d) base de sustentação, e) transportador, f) painel elétrico, g) motor da esteira

4.3.1 Descrição do protótipo

O projeto contempla um alimentador (entrada), uma base de sustentação do protótipo de flambagem, um conjunto transportador, os pentes de flambagem e os elementos de segurança.

A partir da figura 4.4, que pode ser visualizada de dois ângulos diferentes, a entrada do sistema consiste, principalmente, em uma esteira polimérica (a) que transporta as garrafas até a parte superior, um *bag* (b) que armazena as garrafas *squeezes*, e, uma calha de PVC (c) que com o auxílio de uma peça adicional, faz o posicionamento para o processo de flambagem. Pode ser visualizada nesta mesma imagem uma peça (d) que tem o objetivo de interromper o percurso das garrafas.

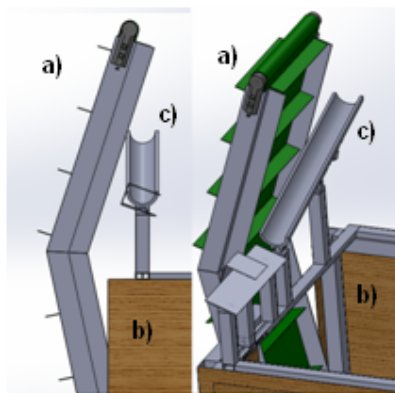


Figura 4.4 – Alimentador. a) esteira transportadora, b) bag c) calha, d) peça de fim de percurso

O *bag* que será utilizado no projeto é uma adaptação do *bag* utilizado atualmente pela empresa para o armazenamento das garrafas, com 1,0x1,0x1,2 m de dimensão e, estrutura em perfil de alumínio com paredes de madeira. A esteira foi projetada baseada em uma esteira que também é empregada na empresa atualmente e possui 124,0 cm de comprimento, 42,6 cm de largura e 12,5 cm de espessura, com taliscas de 5,0 cm espaçadas de 12,0 cm uma da outra, dois eixo de aço 1020 nas suas extremidades e, é movimentada por um motor Weg 0,16 CV, 1750 rpm, 220V AC trifásico. A calha de PVC foi uma adaptação da máquina do flambador aro utilizado na empresa e possui 65,0 cm de comprimento e 8,0 cm de diâmetro e a inclinação pode ser regulada através de uma haste de alumínio dentada de 12,0 cm de comprimento, 2,0 cm de largura e 2,0 cm de espessura que a liga ao pilar da base que sustenta a calha. Após a calha, há uma mesa de alumínio 40x11x0,3 cm com 20° de inclinação com o objetivo de posicionar as garrafas para que sejam conduzidas pelas correias e, existe uma peça de alumínio que delimita o fim do percurso da garrafa de acordo com o seu tamanho.

A estrutura em perfis de alumínio, com 4,0x2,0 cm na parte inferior e 4,0x4,0 cm nos pilares verticais, ilustrada na figura 4.5, sustenta todo o protótipo que foi projetado para ser fixado na parte superior do *bag*, com a finalidade de reduzir o espaço físico ocupado pela máquina. A estrutura é toda soldada e possui uma parte móvel composta por uma barra na base e três pilares de sustentação. Ela é responsável por regular a distância entre os pares de correias de acordo com o tamanho da garrafa a ser flambada. A movimentação é feita através do deslizamento de um carrinho (peça usinada fixada na base da parte móvel) em uma guia formada por uma chaveta na barra de perfil de alumínio da base.

O desenho técnico do carrinho e outras peças usinadas utilizadas no projeto podem ser visualizados no anexo II juntamente com as demais estruturas.

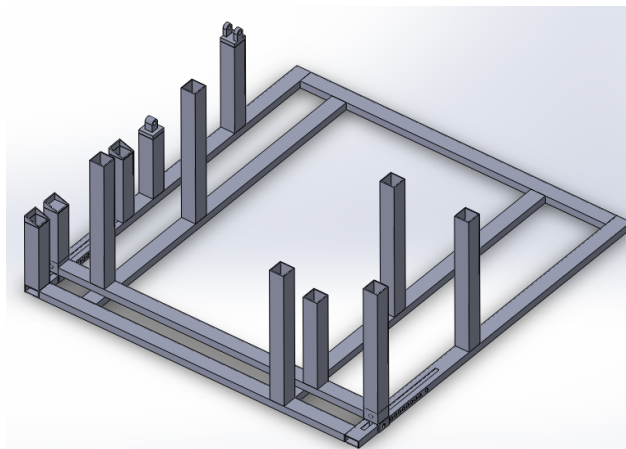


Figura 4.5 – Base de perfis de alumínio

O transportador é composto por dois pares de correias trapezoidais de *polycord* resistentes ao calor com a seção transversal de medidas 13,0 mm de base maior, 7,0 mm de base menor e 9,0 mm de altura. Elas são movimentadas por oito eixos de aço 1020 de 1,6 cm de diâmetro apoiados em dezesseis mancais axiais de ferro fundido com rolamentos esféricos fileira simples em aço. Os oito mancais que ficam do lado fixo possuem diâmetro interno de 1,6 cm como os eixos e os oito do lado móvel possuem diâmetro interno de 2,0 cm. Os eixos comportam do lado esquerdo oito polias de alumínio para correias retangulares de diâmetro interno de 1,6 cm e diâmetro externo de 3,0 cm e do lado direito oito eixos ociosos fixados aos eixos principais através de pinos. Os eixos possuem 1,8 cm de diâmetro interno e 0,1 cm de espessura totalizando 2,0 cm de diâmetro externo. Esses eixos comportam oito polias semelhantes as outras, porém com diâmetro interno de 2,0 cm. Na figura 4.6 é possível visualizar a montagem do transportador na base de sustentação.

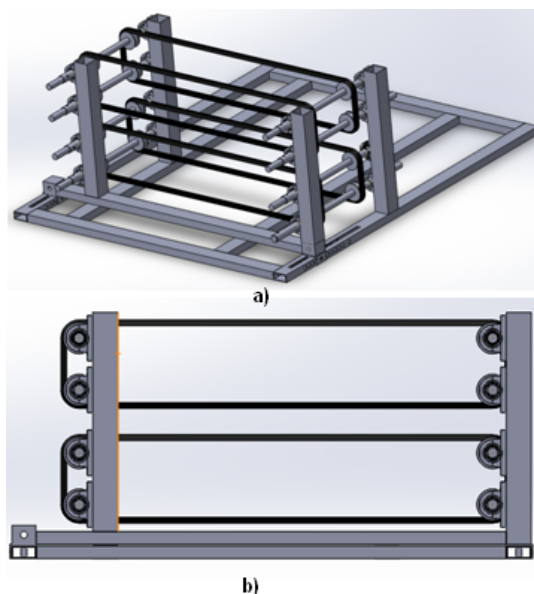


Figura 4.6 – Transportador. a) Vista isométrica, b) Vista frontal

Um motor semelhante ao da esteira será utilizado para movimentar os eixos. Dois dos oito eixos do protótipo possuem o comprimento um pouco maior e eles serão os responsáveis por movimentar os outros eixos. O primeiro fica no conjunto de eixos das correias inferiores, localizado no canto inferior direito segundo a figura 4.6 b, e o segundo fica no conjunto das correias superiores na mesma posição do primeiro.

A transmissão de movimento do motor para o primeiro eixo do conjunto inferior será feito através de outro conjunto correia-polia com uma correia retangular e o movimento será transmitido pelo resto do conjunto através das correias trapezoidais. A transmissão do movimento para o conjunto superior será feita por outro conjunto correia-polia retangular que liga o primeiro eixo inferior com o primeiro eixo superior. Para que as garrafas passem pela chama no tempo correto a correia inferior deve ter velocidade linear de 23,2 cm/s e a correia superior de 8,2 cm/s no sentido contrário, conforme os cálculos realizados através das equações 2.1, 2.2 e 2.3.

O flambador contém dois pentes de flambagem com 22,0 cm de comprimento, 2,1 cm de largura e 9,7 cm de altura, um estará posicionado acima da garrafa e o outro abaixo, conforme mostra a figura 4.7. Ele possui o comprimento de chama regulável, mas trabalha com no mínimo 50% de seu valor total. Nas extremidades dos pentes existem chapas de alumínio de 0,1cm de espessura fixadas à base do

protótipo que protegem as correias de contato direto com a chama. O pente é alimentado por uma mistura dos gases oxigênio e gás liquefeito de petróleo (GLP), a chama é gerada por uma faísca do acendedor automático do próprio pente. O fluxo dos gases é regulado pelo operador no início do processo através de uma válvula manual de controle de fluxo.

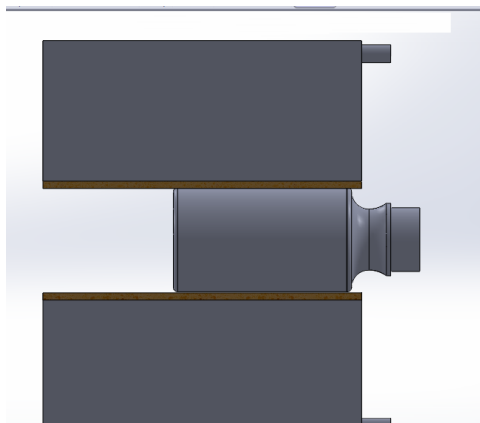


Figura 4.7– Posicionamento dos pentes de flambagem

O pente de flambagem é formado por um maçarico em formato de paralelepípedo cujo bico de saída da chama tem um comprimento que se estende quase que por todo o comprimento de um de seus lados como mostrado na figura 4.8.



Figura 4.8 – Pente de flambagem

Fonte: (Serimatic, 2012)

Como pode ser visualizado na figura 4.9, por medida de segurança, para evitar que as garrafas caiam de volta no *bag* após uma falha, que eventualmente aconteça, acoplou-se à base duas chapas de proteção de alumínio (a,b). A primeira na parte inferior do protótipo, na posição horizontal de 83,0x45,0x0,2 cm que impede que a garrafa caia abaixo das correias e uma na vertical de 70,0x37,0x0,2 cm aproximadamente no centro do *bag* para impedir que a garrafa caia pela lateral do

flambador. Existe também uma grade de proteção de alumínio (c) de 70,0x22,0x0,3 cm fixada na lateral do protótipo que ameniza as chances do operador, ou alguém que esteja por perto, eventualmente tenha contato direto com as chamas.

Outro dispositivo de segurança é a válvula solenóide simples, duas vias que atuará no sistema cortando a alimentação do combustível na falta de energia ou com o acionamento do botão de emergência.

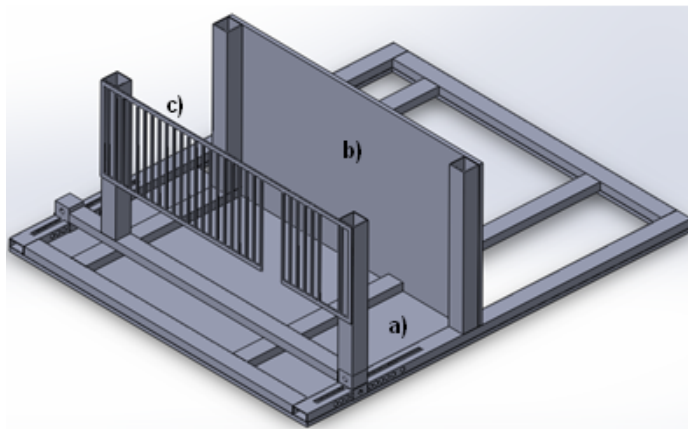


Figura 4.9– Itens de segurança. (a,b) chapas de proteção, c) grade de proteção

4.3.2 Características de Automação no Projeto

O objetivo do protótipo de flambagem automatizado é flambar *squeezes* de três tamanhos diferentes, conforme a tabela 4.1, de maneira automatizada. Para tanto o protótipo irá contar com uma esteira para elevação das garrafas, uma calha, uma mesa de posicionamento das garrafas, correias para transportar e rotacionar as garrafas, dois pentes de flambagem reguláveis, um contador industrial para contar a quantidade de garrafas flambadas.

Antes de iniciar o funcionamento do protótipo de flambagem automatizado o operador deverá garantir que o sistema em volta do protótipo esteja pronto e verificar se o protótipo está energizado, se está chegando gás nos pentes de flambagem e se o botão de emergência está na condição normal (não acionado).

Depois de verificado se o sistema em torno do protótipo está pronto, o operador deverá ajustar o protótipo de acordo com o tamanho da garrafa a ser flambada. Após o ajuste do protótipo, deverá ligar primeiramente a chave geral de energização, depois a esteira, em seguida, à correia e depois liberar o gás para os pentes.

Em caso de emergência, o operador deve apertar o botão de emergência contido no painel para cortar a alimentação em toda máquina, inclusive a alimentação de gás. Para retornar ao funcionamento, devem-se eliminar os possíveis riscos que levou o operador a acionar o botão, depois de feito isto, para religar a máquina, gira-se o botão de emergência para ele voltar ao normal e liga novamente a máquina. Deve-se ter atenção para não ligar o protótipo com o botão de emergência acionado, pois se o mesmo se encontrar nesta condição, a máquina não irá funcionar devido ao bloqueio do sistema.

Por fim, para desligar o protótipo, deverá ser desligada a válvula de gás e depois desativar a esteira e o motor das correias e por último a chave geral.

Para o devido funcionamento do protótipo, deverão ser executadas as seguintes ações:

1. Um lote de *squeezes* deverá ser despejado no *bag* pela parte superior esquerda;
2. A esteira transportará as *squeezes* até a parte superior do *bag*, onde estará o protótipo do flambador;
3. A garrafa cairá numa calha e deslizará até uma mesa inclinada, que serve para posicioná-las. Nesta mesa existe uma peça para interromper o percurso da garrafa;
4. A garrafa rolará pela mesa até entrar em um par de correias;
5. As correias levarão as garrafas até cruzar o comprimento do *bag* onde deverão cair em outro recipiente;
6. No meio do trajeto da correia estarão posicionados dois pentes de flambagem, um na parte superior e outro na parte inferior;
7. O par de correias fará com que as garrafas passem girando pelo campo de ataque dos pentes, garantindo a flambagem de toda a superfície do corpo da garrafa;
8. No final do percurso da correia, haverá um contador industrial que contará a quantidade de garrafas flambadas.

Tabela 4.1 - Tamanhos das garrafas *squeezes*

Garrafas Squeezes	Dimensões	Peso
Pequena (300mL)	7,2 x 7,2 x 11 cm	22,5 g
Média (500mL)	7,2 x 7,2 x 17 cm	30 g
Grande (750mL)	7,2 x 7,2 x 24 cm	42 g

Adaptado de: (Silveira, 2012)

4.3.3 Configuração da Chama do Pente de Flambagem

As garrafas *squeezes* são feitas por um termoplástico, polietileno (PE), de superfície apolar, inertes quimicamente e de baixa tensão superficial, isso faz com que esse material seja pouco receptivos à tintas. O polietileno possui baixas tensões superficiais, desta maneira, requerem tratamento térmico (flambagem), para se imprimir sobre os mesmos.

A flambagem, neste caso, tem como função, aumentar a tensão superficial deste polímero que está sendo usado, para que possam ser impressos com tinta, fazendo com que fiquem com melhor qualidade e maior durabilidade da estampa que foi impressa.

Conforme mencionado no capítulo 2, no processo de flambagem, os poros do material são abertos, para melhor penetração e aderência da tinta, e permanecem abertos por algumas horas (em média de 10 a 15 horas), caso demore de imprimir sobre a superfície, será necessário fazer o processo novamente. Não se pode visualizar o efeito deste tratamento, porém, a troca das propriedades da superfície pode ser detectada pelos seguintes testes práticos:

- Mergulhando-se completamente o frasco flambado em água, se a flambagem estiver correta, um filme de água cobrirá completamente a superfície do mesmo, caso esse filme se rompa imediatamente após ter retirado a garrafa da água, a flambagem será considerada ruim (TEC-SCREEN, 2012).

- Escrevendo-se com um lápis e colando-se uma fita adesiva sobre o local riscado, ao se tirar a fita adesiva de uma vez, se permanecer a escrita, a flambagem é considerada boa, caso contrário, não (TEC-SCREEN, 2012).
- Após a impressão, flexionando levemente a garrafa, se a impressão continuar normal, a flambagem será considerada boa, caso rache, será considerada ruim (SILVA, 2012).

O Processo de flambagem ocorre devido à oxidação da superfície da garrafa fazendo com que os poros se abram e se preencham de tintas proporcionando uma pintura mais profunda e não apenas superficial. No princípio desse processo o mais importante não é a temperatura da chama, mas sim o contato da chama oxidante (possui maior concentração de oxigênio que de GLP) na superfície da garrafa, que deve durar entre 0,1 e 0,2 segundos (TEC-SCREEN, 2012). Sendo assim, a velocidade das correias deve se manter constante durante todo o processo e apenas a velocidade da esteira pode ser alterada para se adequar ao volume de produção,

A chama que sai pelo pente de flambagem é produto de uma reação entre calor, um combustível, GLP e, um comburente, o oxigênio. O GLP é composto por 30% de gás Butano e 70% de gás propano e contém uma substância chamada de Mercaptana, que dá o odor forte, característico do gás de cozinha para alertar quando há vazamentos. O GLP é inflamável e asfixiante, por isso deve-se ter cuidado ao se trabalhar com ele (GÁS MAIS, 2012).

Para conservar por mais tempo o flambador, deve-se verificar sempre os últimos cilindros de gás para evitar acumulação de resíduos oleosos, desentupi-lo e limpa-lo frequentemente com solvente e ar comprimido (TEC-SCREEN, 2012).

4.3.4 Segurança no Processo de Flambagem

Em um ambiente industrial o operador está vulnerável a diversos fatores de risco. Na linha de processo de flambagem das garrafas *squeezes*, essa vulnerabilidade não é diferente.

Na empresa fabricante de brindes, no processo de flambagem atual, a máquina atual não possui nenhuma barreira que impeça o operador ou um observador que esteja por perto, eventualmente, se aproxime ou tenha contato

direto com a chama, o que aumenta a probabilidade de que ocorra um acidente. O operador está submetido a diversos fatores insalubres, desde físicos a ocupacionais e os principais fatores de riscos identificados foram: físico, ergonômico e de acidentes.

O risco físico e o de acidentes estão presentes na manipulação da máquina, por ser necessário que o operador fique muito próximo à área de ataque da chama. E por se tratar de um procedimento envolvendo fogo, requer uma atenção especial para que se possa minimizar estes riscos. Durante o processo atual, algumas garrafas ficam presas no aro de flambagem, ocasionando um pequeno princípio de incêndio, mas que requer bastante cuidado. O procedimento adotado pela operação consiste onde o operador fecha a válvula de alimentação do gás, que fica do outro lado da máquina. Logo após fechar a válvula de alimentação do gás, o operador com auxílio de um bastão de metal, que fica próximo à máquina, retira o material inflamado para depois descartá-lo. Os dados desse procedimento foram adquiridos com base em depoimentos dos colaboradores da operação. É necessário que o operador esteja atento para que não haja vazamento de gás ou que alguém se queime, ou até mesmo que um incêndio venha a acontecer.

O risco ergonômico é devido ao processo manual de inserção das garrafas no flambador. O operador deve colocar as garrafas uma a uma na calha, um processo extremamente repetitivo e que ocorre em grande escala. O operador corre sérios riscos de desenvolver doenças ocupacionais devido a esse número excessivo de repetições diárias. Também, existe o fato de as garrafas saírem do processo anterior (sopradora) em caixas pequenas, ou seja, com pouca quantidade de garrafas, e são apoiadas no chão onde o funcionário se inclina diversas vezes para pega-las podendo ocasionar problemas na coluna e de postura. A empresa sempre busca melhorar a condição do operador, criando soluções para melhorar o conforto da operação, como por exemplo, ajustar a altura da caixa com os *squeezes* a serem flambados para que o operador não tenha que ficar abaixando o tempo todo e outras maneiras mais. Porém ainda não atingiram a condição ideal para o operador. Com a proposta da automatização do flambador esse tipo de problema estará sanado.

Para garantir a produtividade e segurança máxima do protótipo, foram desenvolvidos procedimentos que deverão ser seguidos pela empresa, dentre eles:

- É recomendada que a instalação do botijão de gás seja em um local ventilado, isolado e, preferencialmente, afastado do resto da produção;
- O uso de equipamento de proteção individual EPI também deverá ser um procedimento obrigatório, por parte do operador, no manuseio do protótipo;
- No caso de um princípio de incêndio em uma das garrafas, uma chapa protege o material inflamado de entrar em contato com o restante das garrafas ou com o operador. Além disso, é recomendado que um extintor de incêndio de gás carbônico se encontre próximo o local de operação do protótipo;
- Para o perfeito funcionamento do processo e do protótipo, é recomendado que as instalações sejam feitas obedecendo os pré-requisitos da norma NR12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos (BRASIL, 2013)
- Os locais que estarão próximo à chama, serão sinalizados indicando que o operador tome as devidas precauções.

O protótipo será dotado de dispositivos de segurança para evitar o funcionamento anormal do mesmo, dentre eles:

- Botão de Emergência;
- Válvula do gás automática;
- Válvula manual;
- Acendedor automático da chama;
- Alarme luminoso e sonoro.

Como o objetivo do projeto é automatizar o processo de flambagem, não será mais necessário que o operador participe de maneira direta e nem em tempo integral na produção, evitando que o mesmo efetue movimentos repetitivos para manusear o protótipo e que fique tão próximo à chama.

4.3.5 Orçamento

Após a escolha de todos os componentes do projeto, levando-se em consideração localidade dos revendedores, preço e algumas preferências da empresa com relação à marca e ao tipo de material da peça ou equipamento, como por exemplo, a escolha do motor e do inversor, que foi cotado no fabricante SEW por

um valor menor, mas a empresa exigiu que fosse da marca WEG, como também o caso da correia trapezoidal que foi escolhida por a empresa já ter uma máquina que utiliza a mesma, realizou-se o orçamento do projeto. O trabalho de usinagem e de soldagem não foram orçados, pois ficaria a cargo da empresa. Também, não foram considerados os valores referentes à manutenções preventivas, corretivas e de mão-de-obra, devido ao fato de ser um trabalho desenvolvido para fins didáticos.

O orçamento apresentado na tabela 4.2 foi dividido em alimentador, base de sustentação, transportador, flambador e outros. Este último inclui os componentes elétricos e as válvulas pneumáticas que não são objeto deste trabalho, mas que são essenciais para o funcionamento do protótipo e, os demais itens de segurança, também, contempla um acréscimo de 10% do valor final do projeto que funciona como uma margem de segurança para caso alguns valores tenham sido ajustados na hora da compra ou em caso de reposição de peça. O orçamento completo das peças pode ser visualizado no Anexo I.

Tabela 4.2 - Orçamento

Itens	Valor (R\$)
Alimentador (Entrada do processo)	R\$ 7.931,50
Base de sustentação	R\$ 295,20
Transportador	R\$ 1.002,00
Pente de flambagem	R\$ 2.400,00
Outros	R\$ 8.859,56
Total	R\$ 20.483,56

5. Considerações Finais

O protótipo de um flambador de *squeezes* automatizado foi projetado para sanar o problema da qualidade da flambagem em uma empresa fabricante de brindes. Sendo que, no atual processo de flambagem, também, está havendo perdas, retrabalho e riscos ao operador.

Este projeto foi dividido em duas partes, mecânica e elétrica. Neste trabalho focou-se na parte mecânica, apesar de também abordar a automatização, a configuração da chama e alguns elementos de segurança, os quais são fundamentais para entender o projeto.

Foram realizados dois projetos, sendo que o primeiro proposto envolvia não só a automatização, mas também a automação, o que tornava o projeto mais completo, porém de custo mais elevado. E o segundo era apenas automatizado e mais compacto devido a falta de disponibilidade de espaço físico, com custo menor que o primeiro. Este último foi escolhido pelo cliente devido ter menor custo, avaliado em torno de R\$ 20.000,00e por ser mais fácil de dar manutenção, enquanto que o custo do primeiro projeto foi estimado em aproximadamente R\$ 30.000,00. O tempo de montagem deste projeto, incluindo a fase de teste foi estimado em um mês.

A proposta deste trabalho foi analisar a parte técnica e o orçamento dos principais equipamentos do projeto escolhido. E não inclui custos com manutenção e nem a análise do tempo de retorno, mas a automatização do processo por si só já propicia o aumento da produção e a segurança do operador.

Conforme solicitação do cliente, alguns itens tiveram que ser mudados, já que ele tinha preferência por alguns fabricantes, como no caso do motor WEG e, preferência por alguns itens que a empresa já tinha experiência, como a correia trapezoidal usada em outra máquina. Essas modificações elevaram um pouco mais o custo do projeto.

Pode ser verificado que objetos cilíndricos tem sua superfície melhor tratada com o flambador de aro, porém, o cliente por já ter a experiência com este tipo de flambador e ter problemas com o entupimento do mesmo, optou por experimentar o pente de flambagem. O protótipo de flambagem proposto se tornou mais complexo

com o uso do pente, pois toda superfície cilíndrica da garrafa deveria ser flambada, logo, precisou-se criar uma estrutura para fazer com que a garrafa passasse girando entre os dois pentes de flambagem e uma estrutura móvel para que os três tamanhos de garrafas pudessem ser flambados. Com o uso do aro, não seria necessário a realização dessa parte móvel e o projeto teria um custo menor.

Além disso, a automatização do alimentador e do protótipo de flambagem, dispensa a dependência do operador em tempo integral, ele apenas terá que ligar a máquina, inserir o lote de garrafas no *bag* e depois retirar. Também há o aumento da produção já que a máquina não pára quando o operador precisar fazer outra atividade. A quantidade de garrafas produzidas se torna flexível, pois a velocidade da esteira pode ser ajustada.

Por fim, o operador não tem mais o trabalho repetitivo de inserir manualmente as garrafas na calha, também não ficará tão perto da chama e nem por muito tempo exposto ao calor. Além disso, existe um botão de emergência que pára toda a máquina, caso algum incidente aconteça, ou seja, o protótipo traz uma segurança maior para quem trabalha próximo a ele.

Sugere-se para trabalhos futuros a análise de tempo de retorno do investimento, quantificação do aumento da produção e do lucro que não foram abordados neste trabalho. Além de uma possível flexibilização do sistema para integrar todas as etapas do processo, desde a etapa de confecção da garrafa, realizada na sopradora, passando pela etapa de flambagem e por último, a serigrafia, onde ocorre a impressão nas garrafas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. **Fundamentos e aplicações do alumínio**. Maio 2007. Disponível em: <ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM343/09_1fundamentos-Alum%EDnio.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2013.

ALIBABA. Disponível em: <<http://portuguese.alibaba.com/product-gs/aluminium-extruded-profile-manufacture-factory-aluminium-tube-596886103.html>>. Acesso em: 03 fev. 2013.

BB BRINDES. Disponível em: <http://www.bbbrindes.com.br/produtos_squeeze.php>. Acesso em: 04 fev. 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DDC2FF4012DE27B8E752912/NR-12%20\(atualizada%202010\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DDC2FF4012DE27B8E752912/NR-12%20(atualizada%202010).pdf)>. Acesso em: 01 fev. 2013.

BRIGGS, D.; BREWIS, D. M.; KONIECZKO, M. B. **X-ray photoelectron spectroscopy studies of polymer surfaces**. Londres: Chapman and Hall, 1979. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00549306?LI=true>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

COROTEC. Disponível em: <<http://www.corotec.com/products/products.html>>. Acesso em: 05 abr. 2012.

DUARTE, F. **Arquitetura e Tecnologias da Informação: Da Revolução Industrial à Revolução Digital**. Unicamp, ed. 1, 1999. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=AgLyViiB65UC&oi=fnd&pg=PA11&dq=revolu%C3%A7%C3%A3o+industrial&ots=APoqu14Lnb&sig=K97SIHIQ0phKCcn9OVZH5kE-Obk>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

DUBUIT. Disponível em: <<http://www.serinews.com.br/noticias/flamador-de-anel-a-gas--semi-automaticas--:450/1310/260>>. Acesso em: 05 abr. 2012.

ENSIGN RIBBON BURNERS LLC. **Surface treatment of polyolefins for decorating and adhesive bonding**. Disponível em: <<http://www.erbensign.com/TechDocs/PDF/Surface%20Treating%20Plastics.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2013.

FREEMAN, C; LOUÇÃ, F. **As time goes by: From the Industrial Revolution to the Information Revolution**. Oxford: University Press, 2001.

GALEMBECK, F. **Superfícies de polietileno, suas características e sua adesão**. Revista: Polímeros Ciência e Tecnologia, v.1, n.1, p. 34 e 36, 1991. Disponível em: <<http://www.revistapolimeros.org.br/PDF/v1n1a03.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2012.

GÁS MAIS. Disponível em: <<http://www.gasmais.com.br/?acao=informacoes>>. Acesso em: 05 abr. 2012.

GENEROSO, D. J. **Apostila Elementos de Máquinas**. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, módulo 3, 2009. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/9/9c/Apostila_elementos_de_maquinas.pdf> . Acesso em: 20 jan. 2013.

GONÇALVES, B. O.; BRITO, J. M. **Projeto elétrico do flambador automatizado de garrafas squeezes**. Monografia de graduação – Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2013.

HIBBLER, R. C. **Dinâmica: Mecânica para engenharia**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, ed. 12, 2011.

JUMAK Automação e Controle. Disponível em: <<http://www.jumak.com.br/produto/>>. Acesso em: 04 fev. 2013.

LANDES, D. **The Unbound Prometheus: Technological and Industrial Development in western Europe from 1750 to the Present**. Cambridge: Cambridge University Press, 1969.

LAHTI, J.; TUOMINEN, M. **The Effects of Corona and Flame Treatment: Part 1. PE-LD Coated Packaging Board**. Tampere University of Technology: Finlândia. Disponível em: <<http://www.tappi.org/content/events/07europlace/papers/07europ152.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

MELCONIAN, S. **Elementos de Máquinas**. São Paulo: Érica, 2000.

NEM. New England Machinery. Disponível em: <<http://www.neminc.com/index.php/unscramblers/verticalfeedunscrambler/146>>. Acesso em: 09 mar. 2012.

NIEMANN, G. **Elementos de Máquinas**. São Paulo: Edigard Blucher, v. 2, 2011.

OBR Equipamentos Industriais. **Perfis em alumínio**. Disponível em: <http://www.obr.com.br/catalogos/OBR_perfis.pdf>. Acesso em: 03 maio 2013.

PINTO, A. M. **As novas tecnologias e a educação**. Disponível em: <http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2004/Poster/Poster/04_53_48_AS_NOVAS_TECNOLOGIAS_E_A_EDUCACAO.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2013.

PLASNEC. Disponível em: <<http://www.plasnec.com.br/produto/esteira-modular-serie-300-fechada-291310>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

ROSÁRIO, J. M. **Automação Industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=YsUHLcHdbh4C&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 05 jan. 2013.

SCREENER. Disponível em: <<http://www.screener.com.br/videos.php>>. Acesso em: 05 abr. 2012.

SERIMATIC. Disponível em: <<http://serimatique.com.br/produto-detalle.php?id=34>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

SILVA, G. S. Comunicação via reunião. Funcionário da empresa BB Brindes, set 2012.

SILVEIRA, F. Comunicação via e-mail, Funcionário da empresa BB Brindes8 out. 2012.

TANTEC. Disponível em: <<http://www.tantec.com/surface-treatment/corona-and-plasma-surface-treaters.html>>. Acesso em: 05 abr 2012.

TEC-SCREEN. Disponível em: <http://www.tecscreen.com.br/includes/inf_trata.asp>. Acesso em: 03 abr. 2012.

UNIRONS. Disponível em: <<http://www.unirons.com.br/site/produtos.php?idsecao=3#prettyPhoto>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

ANEXO I - Orçamento

ORÇAMENTO						
Alimentador						
Item	Qtd	Descrição	Fabricante	Revendedor	Preço unitário	Preço total
1	1	Conjunto Esteira	Plasnec	Plasnec	R\$ 7.900,00	R\$7.900,00
2	1	Calha de PVC 80,0 mm diâmetro e 650,0 mm comprimento		Casa Popular Materiais de Construção	R\$ 31,50	R\$ 31,50
Subtotal						R\$7.931,50
Base de sustentação						
Item	Qtd	Descrição	Fabricante	Revendedor	Preço unitário	Preço total
1	2	Perfil de alumínio retangular (6m) 40x20mm		Bahia Alumínio	R\$ 43,20	R\$ 86,40
2	4	Perfil de alumínio retangular de 1,0 m 40x40mm		Bahia Alumínio	R\$ 52,20	R\$ 208,80
Subtotal						R\$ 295,20
Transportador						
Item	Qtd	Descrição	Fabricante	Revendedor	Preço unitário	Preço total
1	2	Eixos Tarugo de 6 m comprimento para ser usinado, 3/8" diâmetro, aço 1020		CENTRAB	R\$ 10,00	R\$ 20,00
2	8	Mancal de rolamento axial , 16,0 mm diâmetro. Mancal em ferro fundido e rolamento de esferas, fileira simples em aço		Mundo das correias	R\$ 30,00	R\$ 240,00
3	8	Mancal de rolamento axial , 20 mm diâmetro. Mancal em ferro fundido e rolamento em aço		Mundo das correias	R\$ 30,00	R\$ 240,00
4	8	Polias de alumínio 16,0 mm diâmetro interno, 30,0 mm diâmetro externo (Correia retangular)		Mundo das correias	R\$ 10,00	R\$ 80,00
5	8	Polias de alumínio 20,0 mm diâmetro interno, 30 mm diâmetro externo, (Correia retangular)		Mundo das correias	R\$ 10,00	R\$ 80,00

6	1	Polia de alumínio 16,0 mm diâmetro interno, 20 mm diâmetro externo, (Correia retangular)		Mundo das correias	R\$ 10,00	R\$ 10,00
7	1	Polia de alumínio 16,0 mm diâmetro interno, 190 mm diâmetro externo,(Correia retangular)		Mundo das correias	R\$ 10,00	R\$ 10,00
8	1	Polia de alumínio 16,0 mm diâmetro interno, 20 mm diâmetro externo, (Correia retangular)		Mundo das correias	R\$ 10,00	R\$ 10,00
9	1	Polia de alumínio 16,0 mm diâmetro interno, 60 mm diâmetro externo, (Correia retangular)		Mundo das correias	R\$ 10,00	R\$ 10,00
10	4	Correia trapezoidal B-158 em poliuretano (polycord) 1,6 m comprimento 7 mm base menor 13 mm base maior 9 mm altura	Balflex	Aeroflex	R\$ 65,00	R\$ 260,00
11	1	Correias retangular 250,0 mm comprimento, 10 mm largura		Aeroflex	R\$ 19,00	R\$ 19,00
12	1	Correias retangular 280,0 mm comprimento, 10 mm largura		Aeroflex	R\$ 23,00	R\$ 23,00
Subtotal						R\$1.002,00
Flambador						
Item	Qtd	Descrição	Fabricante	Revendedor	Preço unitário	Preço total
1	2	Pente de Flambagem Regulável 220,0 mm - Serimatic	Serimatic	Serimatic	R\$ 1.200,00	R\$2.400,00
Subtotal						R\$ 2.400,00
Outros						
Parte Elétrica						
Item	Qtd	Descrição	Fabricante	Revendedor	Preço unitário	Preço total
1	2	Motor WEG , 0.16 CV, 1750 rpm, 220v trifásico	WEG	Camtec	R\$ 1.292,00	R\$2.584,00
2	2	Inversor de Frequência WEG	WEG	Camtec	R\$ 652,45	R\$1.304,90
3	2	Minidisjuntor Classe B 6A	WEG	Camtec	R\$ 67,00	R\$ 134,00

4	3	Contator WEG CWC07-10-30	WEG	Camtec	R\$ 80,00	R\$ 240,00
5	6	Porta plaqueta WEG APP30	WEG	Camtec	R\$ 6,00	R\$ 36,00
6	1	Botão Faceado vermelho WEG CSW-BF11-01	WEG	Camtec	R\$ 31,00	R\$ 31,00
7	2	Botão Faceado verde WEG CSW-BF12-01	WEG	Camtec	R\$ 31,00	R\$ 62,00
8	2	Comutador knob 2 posições (INCOLOR) WEG CSW CK12 F900	WEG	Camtec	R\$ 61,00	R\$ 122,00
9	1	Comutador com chave WEG CSW CY2F45	WEG	Camtec	R\$ 129,00	R\$ 129,00
10	1	Botão tipo Cogumelo gira para soltar	WEG	Camtec	R\$ 37,00	R\$ 37,00
11	1	Contador Digital Pré-Selecionáveis - H7CZ	Omron	Set Automação	R\$ 250,72	R\$ 250,72
12	1	Adaptador de Montagem Y92F-45	Omron	Set Automação	R\$ 152,96	R\$ 152,96
13	1	Conector P3G-08	Omron	Set Automação	R\$ 46,82	R\$ 46,82
14	1	Sensor Barreira NPN 26VmaxDarkOn - E3F3-T61 2m	Omron	Set Automação	R\$ 162,20	R\$ 162,20
15	1	Fonte 24V 2.5A - S8VS-06024	Omron	Set Automação	R\$ 406,39	R\$ 406,39
16	1	Painel 600x400x200		Uniquadros	R\$ 224,45	R\$ 224,45
17	20	Cabo blindado 2 fios (metro)		Loja Ferreira costa	R\$ 1,50	R\$ 30,00
18	1	Trilho dim 35(m)		Uniquadros	R\$ 7,00	R\$ 7,00
19	15	Born de passagem Siemens - 2,5mm	Siemens	Uniquadros	R\$ 2,30	R\$ 34,50
20	6	Born de terra 2,5mm	Siemens	Uniquadros	R\$ 9,25	R\$ 55,50
21	3	Garra final	Siemens	Uniquadros	R\$ 2,90	R\$ 8,70
Subtotal						R\$6.059,14
Dispositivos de segurança						
Item	Qty	Descrição	Fabricante	Revendedor	Preço unitário	Preço total
22	2	Válvula auxiliar de controle de fluxo		Set Automação	R\$ 22,00	R\$ 44,00
23	2	Válvula pneumática NF duas vias 1/2", acionamento solenoide 12v		Set Automação	R\$ 399,29	R\$ 798,58

24	2	Chapa de aluminio 500 x 1000 mm 2,0 mm excessura	Alumividros	R\$ 45,50	R\$ 91,00
Subtotal					R\$ 933,58
Subtotal					R\$6.992,72
Total					R\$18.621,42

ANEXO II – Desenhos Técnicos

- Estrutura

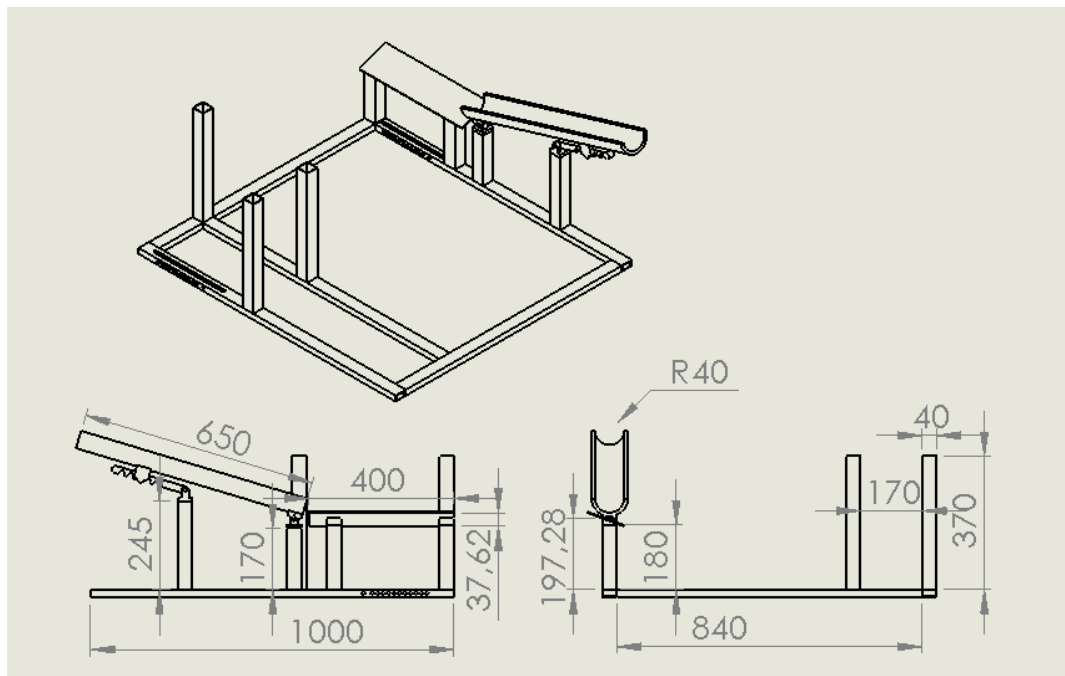


Figura III.I – Base

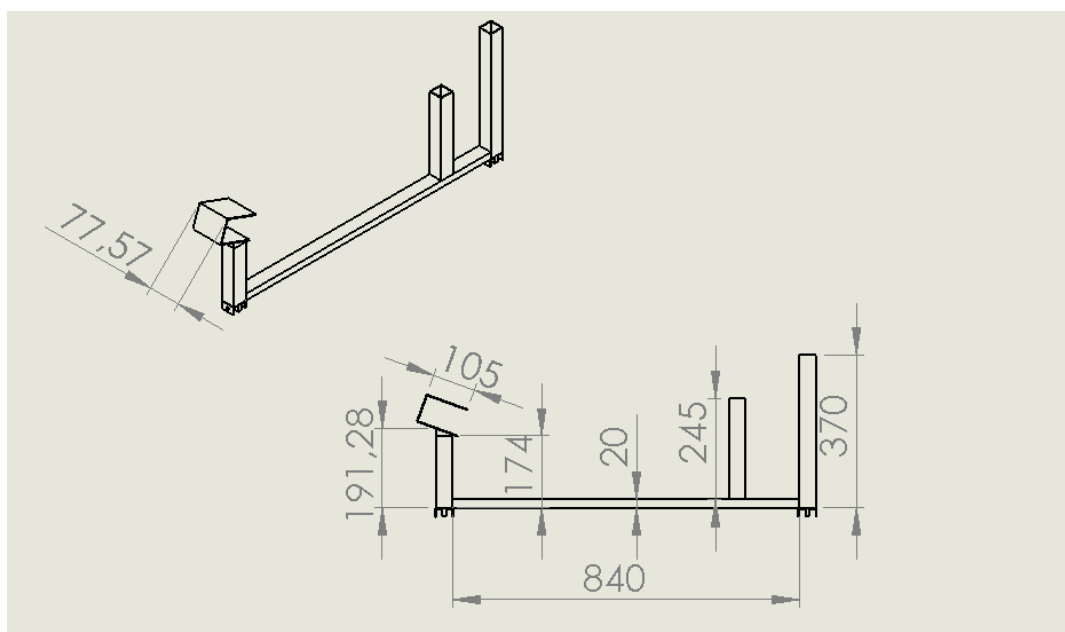


Figura III.II – Base móvel para polias

- Peças Usinadas

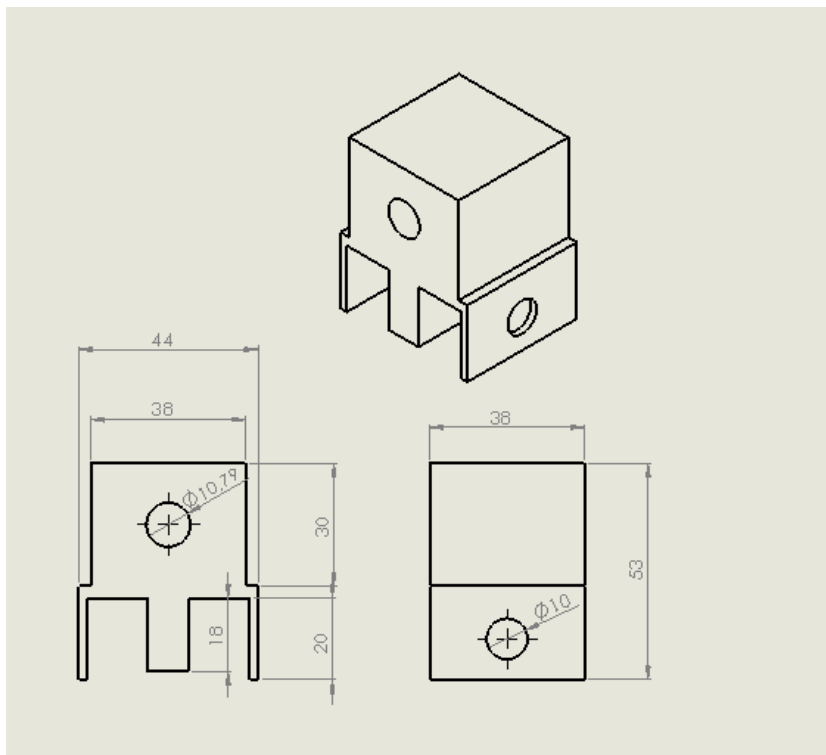


Figura III.III – Carrinhos Guias da lateral móvel

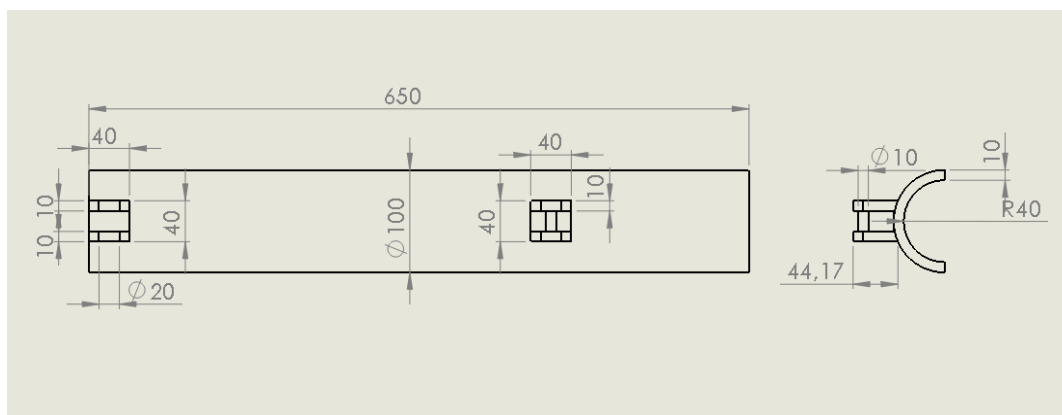


Figura III.IV – Calha

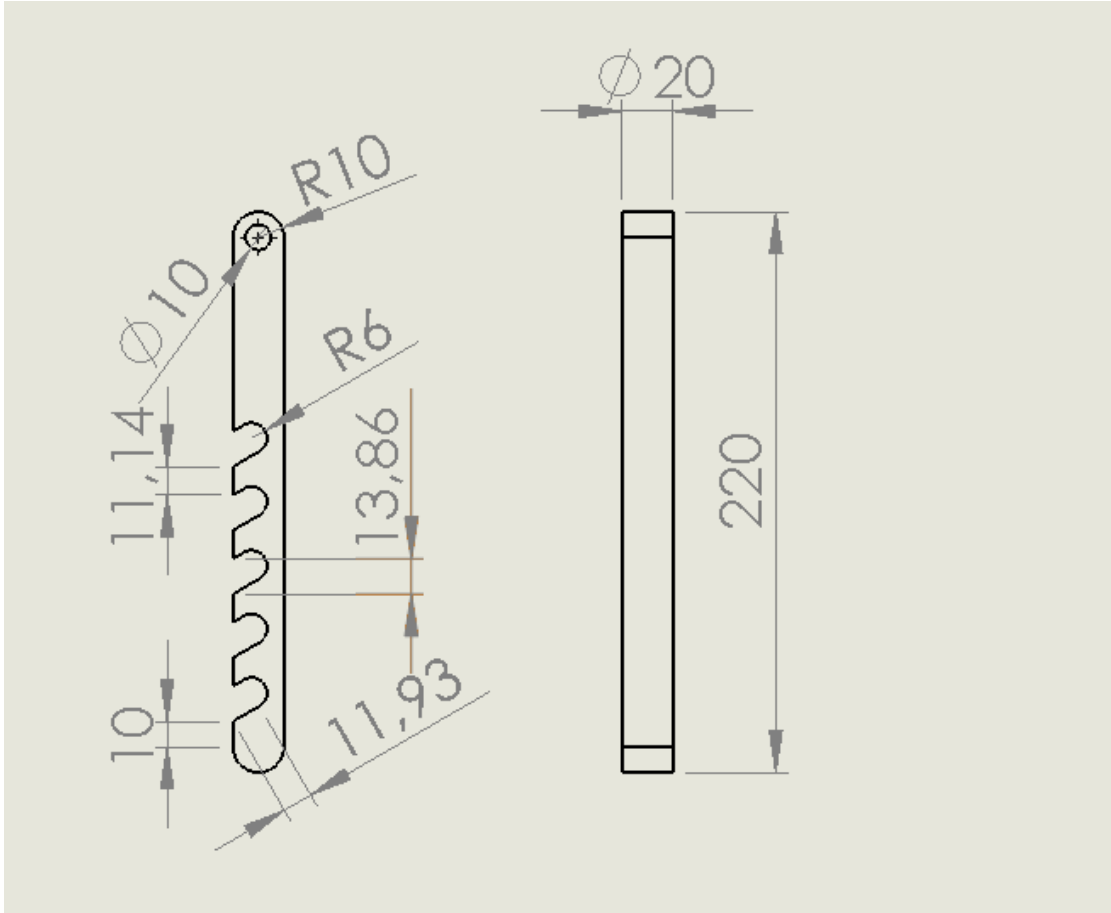


Figura III.V - Haste de ajuste de altura da calha

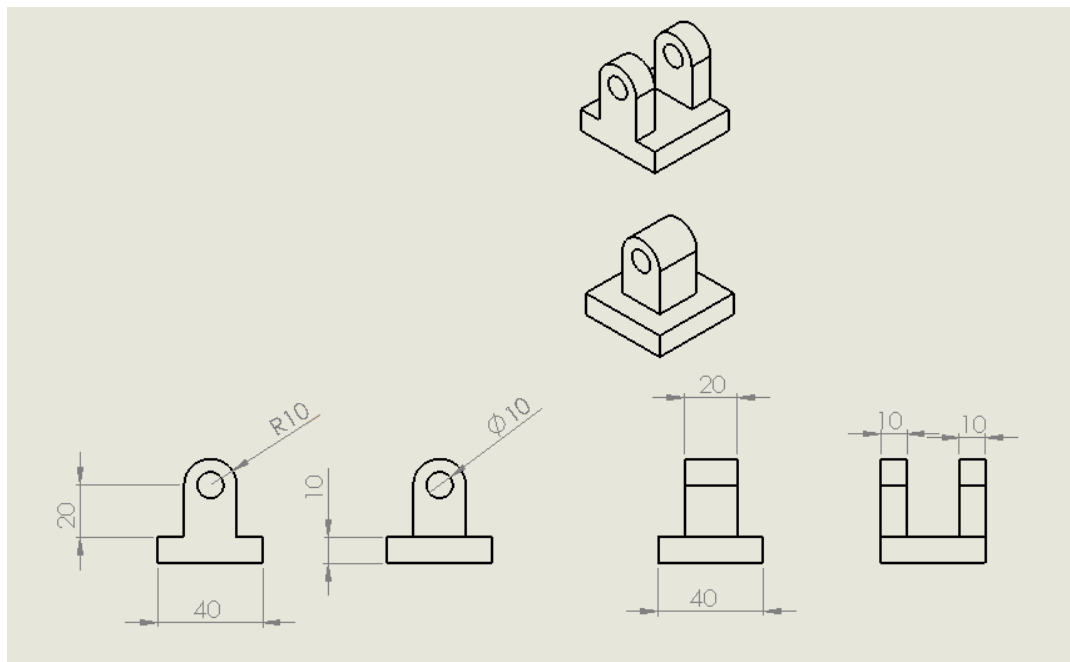


Figura III.VI – Calha Base

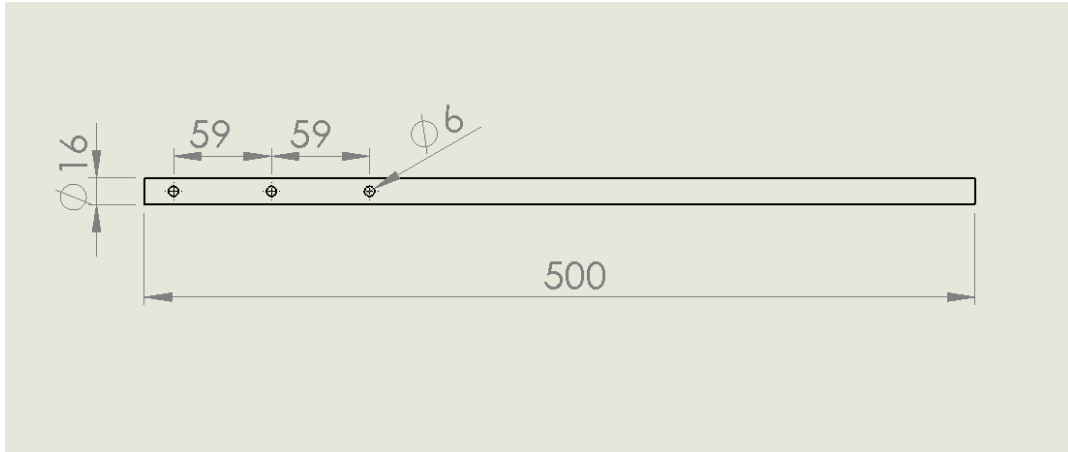


Figura III.VII – Eixo

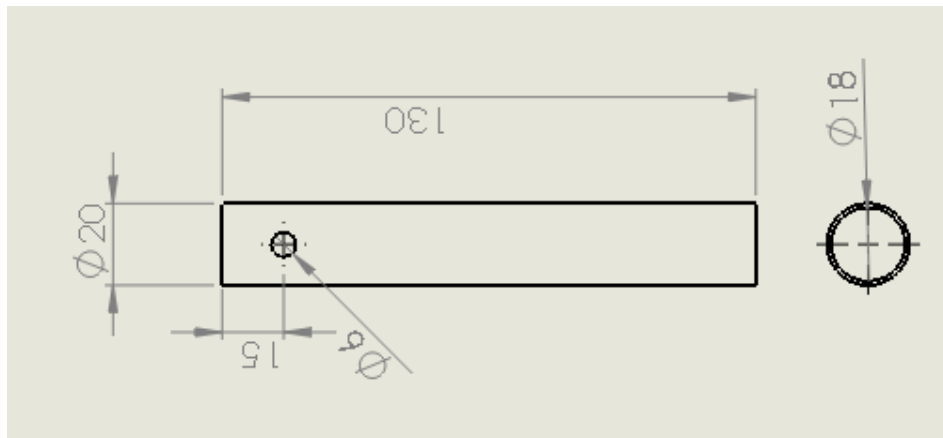


Figura III.VIII – Eixo

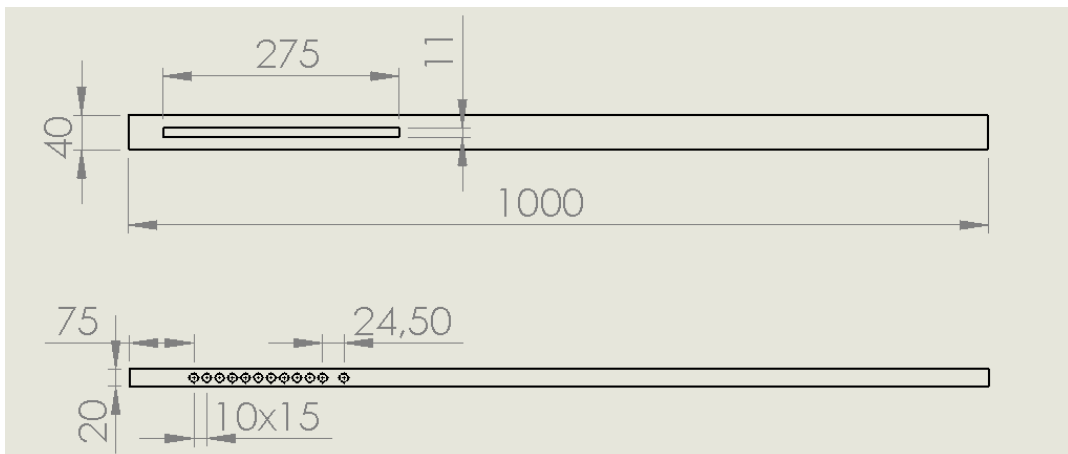


Figura III.IX – Guia Base

ANEXO III – Garrafas Squeezes



Fonte: (BB Brindes, 2013)