



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAMPUS CURITIBA

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA

CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL MECÂNICA

DISCIPLINA DE PROJETO FINAL II

GABRIEL MARQUINI RUZISKA

RICARDO BIASI FERLIN

**PROJETO E PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA
DAR FORMA E DOSAR MASSA DE BASTÃO
DETERGENTE**

CURITIBA

2013

**GABRIEL MARQUINI RUZISKA
RICARDO BIASI FERLIN**

**PROJETO E PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA
DAR FORMA E DOSAR MASSA DE BASTÃO
DETERGENTE**

Monografia apresentada à disciplina Projeto Final II, do curso de Engenharia Industrial Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, como requisito parcial para aprovação.

Orientador: Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.

CURITIBA

2013

TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a monografia intitulada "PROJETO E PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA DAR FORMA E DOSAR MASSA DE BASTÃO DETERGENTE", realizada pelos alunos GABRIEL MARQUINI RUZISKA e RICARDO BIASI FERLIN, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Projeto Final II, do curso de Engenharia Industrial Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. Carlos Cziulik, Ph.D.

UTFPR - Damec

Orientador

Prof. Josmael Roberto Kampa, Msc.

UTFPR, Damec

Avaliador

Prof. Carla Cristina Amodio Estorilio, Dr.

UTFPR, Damec

Avaliador

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos dar sabedoria e saúde em todos os momentos que passamos desenvolvendo este trabalho.

Ao professor Dr. Carlos Cziulik que esteve sempre disposto a nos orientar, e que, com paciência e dedicação, repassou todo seu conhecimento a fim de nos instruir da melhor maneira para que alcançássemos os resultados esperados.

A ADESUL que abriu suas portas, nos propiciando uma grande oportunidade para aplicar os conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia Mecânica e nos dando suporte financeiro em tudo o que foi necessário para o bom desenvolvimento deste projeto.

Aos familiares pela paciência e torcida durante todo o período em que estivemos envolvidos com o trabalho. Com certeza, sem este apoio, nada seria fácil.

RESUMO

O Brasil têm sentido mudanças em seu perfil demográfico. A classe C está crescendo e, representa cerca de 54% da população. Com esse desenvolvimento, a classe C apresenta um incremento na sobra de ganhos mensais, permitindo consumo de outros produtos, além dos de necessidades básicas. Além disso, tornou-se a classe econômica com maior perfil consumidor de materiais de limpeza, alcançando valores de R\$ 6,5 bilhões, os quais representam 42,71% do total potencial de consumo. O setor de produtos de limpeza gera um faturamento anual de R\$ 12,2 bilhões sendo responsável por 0,39% do PIB nacional. Neste segmento, os bastões detergentes respondem por 2% do total. Atualmente, em empresa líder no segmento no oeste catarinense, o processo de produção de bastões detergentes consome 25 kgf/h de matéria prima. Porém, é semiautomático e gera retalhos que são posteriormente reaproveitados. A eficiência do processo é considerada baixa. Dessa maneira, é possível reconhecer a necessidade de melhoria na produção de bastões detergentes. O objetivo do presente trabalho é projetar e construir um dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente, visando a redução da quantidade de refugos e o aumento da capacidade produtiva diária do processo. O foco está voltado para a redução do reprocesso, redução do refugo e aumento da quantidade produtiva. Para este projeto foi empregada a metodologia de desenvolvimento de produto proposta por Pahl *et al* (2005). Foram geradas nove alternativas conceituais. Através da Matriz de Pugh Modificada foi selecionada a de maior potencial que, na sequência, foi dimensionada. Após, com a documentação gerada, um protótipo funcional foi industrializado. Quatro sequências de testes foram realizadas a fim de verificar a implementação de cada uma das funções descritas na função global, o funcionamento dos sistemas mecânicos e elétricos e a influência de variações na composição da massa de bastão detergente na produção total. Os resultados indicam que houve um aumento na velocidade de extrusão de massa e um aumento na produtividade de pastilha de bastão detergente. Com isso, pode-se dizer que os objetivos do trabalho foram alcançados.

Palavras-chave: Produtos de limpeza; Bastão detergente; Dispositivo para Dosar e Dar Forma;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos de bastões detergentes presentes no mercado	11
Figura 2 - Exemplos de bastões detergentes produzidos pela ADESUL	12
Figura 3 - Exemplos de desodorizantes sanitários.....	20
Figura 4 - Exemplos de bastões detergentes.....	21
Figura 5 - Formato da massa Sani-all PRATIC	22
Figura 6 - Fatiador de Carne	30
Figura 7 - Cortador com fio aquecido	31
Figura 8 - Moldador de biscoito	32
Figura 9 - Dosador gravimétrico <i>Loss-in-Weight Gericke</i>	32
Figura 10 - Formadora de hambúrgueres	33
Figura 11 – Sistema de extrusão de tijolos.....	34
Figura 12 – Sistema de extrusão de macarrão.....	34
Figura 13 - Função global do equipamento de dosar e dar forma a massa de bastão detergente	40
Figura 14 - Concepção 1	41
Figura 15 - Concepção 2.....	44
Figura 16 - Concepção 3.....	46
Figura 17 - Concepção 4.....	48
Figura 18 - Concepção 5.....	50
Figura 19 - Concepção 6.....	51
Figura 20 - Concepção 7.....	53
Figura 21 - Concepção 8.....	55
Figura 22 - Concepção 9.....	56
Figura 23 - Layout da concepção selecionada.....	59

Figura 24 - Materiais utilizados no teste de efetividade da água como desmoldante	62
Figura 25 - Procedimento do ensaio de tração.....	62
Figura 26 - Dimensões da extrusora	64
Figura 27 - Equipamentos do conjunto esteira	66
Figura 28 - CLP SIMATIC S7-1200	67
Figura 29 - <i>Encoder</i> CES140	68
Figura 30 - Modelo genérico de sensor comum dois fios 220 V	69
Figura 31 - Modelo dimensionado da estrutura do dispositivo de corte	71
Figura 32 - Vista parcial dos principais direcionadores de massa de bastão detergente.....	72
Figura 33 - Montagem esquemática do bocal na saída da extrusora.....	73
Figura 34 - Sistema de acionamento da faca e posição do <i>encoder</i>	74
Figura 35 - Proteção do dispositivo, visando evitar possíveis acidentes.....	75
Figura 36 - Vistas do equipamento finalizado.....	76
Figura 37 – Pastilhas de PRATIC sendo seccionadas pelo protótipo	86
Figura 38 – Corte da massa mole, prejudicado pela aderência com o equipamento	87
Figura 40 - Casa da qualidade para o produto "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente".....	Erro! Indicador não definido.
Figura 41 - Estrutura funcional do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente".....	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Potencial de consumo de artigos de limpeza	10
Tabela 2 - Necessidades dos clientes em relação ao equipamento.....	36
Tabela 3 - Requisitos de projeto da máquina de dosar e dar forma.....	38
Tabela 4 - Características do servomotor selecionado	65
Tabela 5 - Custos de produção de pastilhas de bastão detergente (continua)	92
Tabela 6 - Especificação do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente"	108
Tabela 7 - Custos do projeto para confecção do protótipo	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Processo de manufatura do bastão detergente	25
Quadro 2 - Descontinuidades no processo de manufatura	26
Quadro 3 - Exemplos de defeitos de forma	28
Quadro 4 - Propagadores de restrição (continua)	60
Quadro 5 - Resultado dos testes de adesividade de massa de bastão detergente...	63
Quadro 6 - Ilustração do modelo em CAD e dos subconjuntos do protótipo (continua)	78
Quadro 7 - Testes preliminares realizados para verificação do funcionamento dos componentes. (continua).....	81
Quadro 8 - Cronograma de testes do protótipo. (continua)	83
Quadro 9 - Resultados da variação na composição da massa de bastão detergente. (continua)	84
Quadro 10 - Regulagens do dispositivo de dar forma e dosar massa de bastão detergente. (continua)	88
Quadro 11 - Avaliação dos requisitos contemplados x objetivos (continua).....	90
Quadro 12 - Matriz morfológica do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente" (continua).....	112
Quadro 13 - Matriz de concepções do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente" (continua).....	113
Quadro 14 - Matriz de alternativas do produto: "Dispositivo de dar forma e dosar massa de bastão detergente" (continua).....	114
Quadro 15 - Matriz de Pugh modificada do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente" (continua).....	117

LISTA DE SIGLAS

ABIPLA – Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza

ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PIB – Produto Interno Bruto

PROCON – Departamento Estadual de Proteção e Defesa ao Consumidor

HRB – Hardness Rockwell B (Dureza Rockwell B)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	APRESENTAÇÃO DO TEMA	10
1.2	APRESENTAÇÃO DA OPORTUNIDADE	11
1.3	OBJETIVOS	13
1.3.1	Objetivo Geral	13
1.3.2	Objetivos Específicos	13
1.4	JUSTIFICATIVAS	13
1.5	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA	13
1.5.1	Projeto Informacional	14
1.5.2	Projeto Conceitual	14
1.5.3	Projeto Preliminar	14
1.5.4	Projeto Detalhado	14
1.5.5	Construção e Testes de Protótipo	14
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	PRODUTOS DE LIMPEZA: contexto produtivo	16
2.1	CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS DE LIMPEZA	18
2.1.1	Classificação dos Desodorizantes Sanitários	19
2.2	BASTÃO DETERGENTE	19
2.2.1	Importância do Bastão Detergente no Segmento Produtos de Limpeza	19
2.2.2	Tipos de Bastões Detergentes	20
2.2.3	Sani-all PRATIC: Composição e Formato	22
2.2.4	Processo Atual de Dosagem e Corte do Sani-all PRATIC	23
2.3	DOSAGEM E CORTE DE MASSAS	29
2.3.1	Equipamentos de Cisalhamento	29
2.3.2	Equipamentos de Extrusão	31
2.3.3	Equipamento Misto	33
2.4	CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE	35
3	PROJETO INFORMACIONAL	36
3.1	INTRODUÇÃO	36
3.2	LEVANTAMENTO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES	36
3.2.1	Requisitos de Projeto	37
3.2.2	Casa da Qualidade	37
3.2.3	Especificações do Produto	37
3.3	ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES	38
4	PROJETO CONCEITUAL	40
4.1	FUNÇÃO GLOBAL E ESTRUTURA FUNCIONAL	40
4.2	TÉCNICA EMPREGADA PARA GERAR ALTERNATIVAS	40
4.3	DESCRIÇÃO DAS CONCEPÇÕES	41
4.3.1	Concepção 1	41
4.3.2	Concepção 2	43
4.3.3	Concepção 3	45
4.3.4	Concepção 4	47
4.3.5	Concepção 5	49
4.3.6	Concepção 6	50

4.3.7	Concepção 7	52
4.3.8	Concepção 8	54
4.3.9	Concepção 9	56
4.4	SELEÇÃO DA SOLUÇÃO	57
4.5	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO SELECIONADA	58
5	PROJETO PRELIMINAR E PROJETO DETALHADO	60
5.1	PROPAGADORES DE RESTRIÇÃO	60
5.1.1	Características do produto	61
5.1.2	Características da extrusora	63
5.2	PREMISSAS DO PROJETO	63
5.3	DEFINIÇÃO DE COMPONENTES	64
5.3.1	Componentes elétricos	65
5.3.2	<i>Encoder</i> Incremental	67
5.4	CONCEPÇÃO FORMALIZADA	70
5.4.1	Estrutura	70
5.4.2	Sistema de Esteira e Direcionadores	72
5.4.3	Sistema para Dar Forma e Corte	73
5.4.4	Concepção montada	74
5.5	DESENHOS DO EQUIPAMENTO	75
6	CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO E TESTES PRELIMINARES	77
6.1	MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	77
6.2	RESULTADOS DA FABRICAÇÃO	78
6.3	TESTES PRELIMINARES E RESULTADOS	81
6.3.1	Mensuração dos testes práticos	83
6.3.2	Validação dos requisitos do projeto	90
6.4	AValiação DO RETORNO DO INVESTIMENTO	92
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	94
7.1	CONCLUSÕES	94
7.2	RECOMENDAÇÕES	95
8	REFERÊNCIAS	97
	APÊNDICE A – ENTREVISTA COM COLABORADORES DA ADESUL	101
	APÊNDICE B – CASA DA QUALIDADE	105
	APÊNDICE C – ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO	107
	APÊNDICE D – ESTRUTURA FUNCIONAL	109
	APÊNDICE E – MATRIZ MORFOLÓGICA/ MATRIZ DE CONCEPÇÕES	111
	APÊNDICE F – MATRIZ DE PUGH MODIFICADA	116
	APÊNDICE G – CUSTOS DO PROJETO	119
	APÊNDICE h – DESENHOS DE PROJETO	120

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Devido ao desenvolvimento econômico brasileiro dos últimos anos, a classe C ampliou o número de pessoas. Essa classe representa cerca de 54% da população. Este dado exemplifica uma grande mudança no perfil demográfico e econômico do Brasil, haja vista que em 2005 a maioria da população (51%) pertencia as classes D e E (IBGE, 2012).

Segundo levantamento, Observador Brasil (2011), a capacidade de consumo do brasileiro aumentou consideravelmente. A sobra de ganhos mensal da classe C aumentou de R\$ 243,00 para R\$ 363,00, o que representa um acréscimo de 50%. A renda média familiar desta mesma classe cresceu 8% enquanto a das demais classes permaneceu inalterada.

Focando este estudo na classe C e no aumento de seu potencial econômico em determinados setores da economia, tais como alimentos e artigos de limpeza, pode-se observar, na Tabela 1, o potencial de consumo destes produtos e a margem de contribuição de cada uma das classes econômicas brasileiras, percentualmente. Nota-se que a classe C é responsável pela maior fatia do consumo de artigos de limpeza (PORTAL BRASIL, 2010).

Tabela 1 - Potencial de consumo de artigos de limpeza

Demografia			Alimentos		Artigos de Limpeza	
Classe	Número de Domicílios em Área Urbana	% Domicílios	Potencial de Consumo (R\$ bilhões)	% Potencial de Consumo	Potencial de Consumo (R\$ bilhões)	% Potencial de Consumo
A	1.302.104	2,60%	15,55	7,03%	1,47	9,61%
B	12.241.533	24,45%	76,75	34,68%	5,76	37,67%
C	26.226.959	52,38%	103,8	46,91%	6,53	42,71%
DE	10.303.381	20,58%	25,19	11,38%	1,53	10,01%
Brasil	50.073.977	100%	221,29	100%	15,29	100%

Fonte: PORTAL BRASIL, (2010)

1.2 APRESENTAÇÃO DA OPORTUNIDADE

Dentro da categoria de artigos de limpeza, bastões detergentes representam 2% do mercado. Este produto é comercializado tanto no ramo varejista quanto no ramo atacadista. Desta maneira, o acesso a este tipo de produto é simples e atinge cerca de 90% da população.

De acordo com o presidente da ABRAS, João Carlos de Oliveira, há basicamente dois tipos de consumidores:

- a) Um, com maior poder de compra, que busca produtos eficientes, inovadores e práticos;
- b) Outro, representado pela maioria da população, que busca produtos de baixo custo (ABRAS, 2010).

Muitos modelos diferentes de produtos podem ser encontrados com o mesmo objetivo: perfumar e higienizar o ambiente sanitário (Figura 1). As principais características dos produtos encontrados nesse mercado são: essências agradáveis, formatos modernos e funções inovadoras. Pode-se notar uma grande variedade de composições químicas utilizadas nos produtos.



Figura 1 - Exemplos de bastões detergentes presentes no mercado
 Fonte: ((a) RB, (sd); (b) ADESUL, (2010); (c) Linha pato, (2009)).

Essa oportunidade de negócio foi identificada pela ADESUL Indústria e Comércio LTDA, que em fevereiro de 2010 lançou no mercado o Sani-all PRATIC

(Figura 2). Esse produto é um híbrido de dois outros já fabricados pela empresa, buscando duas principais características: o baixo custo e higiene. O baixo custo é representado pela redução da massa do bastão detergente e adequação do tamanho dos suportes plásticos. Por sua vez, a higiene é alcançada através do desenvolvimento de um produto descartável, o qual permite uma troca fácil com pouco contato com o artigo contaminado pelo vaso sanitário.



a) Bastão detergente de alto custo e não higiênico b) Bastão detergente de baixo custo e higiênico

Figura 2 - Exemplos de bastões detergentes produzidos pela ADESUL
Fonte: ADESUL, (2010)

Atualmente, o processo de produção empregado é semiautomático devido à necessidade de intervenção constante do operador e caracteriza-se como ineficaz, pois, gera uma alta quantidade de retalhos. Desta forma, identificou-se por parte da equipe a possibilidade de: i) redução de 92% da quantidade de refugos; ii) redução de 60% da quantidade de reprocesso; iii) aumento da produção diária em 25%; e iv) realocação de um funcionário para outro local de trabalho. Esses pontos podem ser alcançados a partir do desenvolvimento de um dispositivo para automatizar o processo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é desenvolver o projeto e construir um protótipo de dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente capaz de diminuir consideravelmente a quantidade de retalhos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar a atual situação do processo de produção do artigo de limpeza em foco;
- b) Definir as principais variáveis que influenciam no processo de produção de bastão detergente.

1.4 JUSTIFICATIVAS

O desenvolvimento e construção desse dispositivo podem ser justificados pelos seguintes aspectos estimados pelo cliente:

- a) Aumento em 25% (de 25kgf/h para 31,5kgf/h) da quantidade produzida de bastão detergente para o produto Sani-all PRATIC;
- b) Realocação na mão de obra de uma pessoa no processo produtivo;
- c) Redução de 92% (de 50% para 4%) na quantidade de reprocesso causado pelo atual processo produtivo;
- d) Redução de 60% (de 5% para 2%) na quantidade de refugo da massa de bastão detergente.

1.5 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

O desenvolvimento de um dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente em ambiente industrial será derivado da metodologia proposta por Pahl *et al.* (2005). O trabalho foi desenvolvido em duas etapas principais, coincidindo com os períodos das disciplinas de Projeto Final I e II. A seguir, será apresentada uma descrição sucinta das atividades executadas.

1.5.1 Projeto Informacional

Nesta primeira etapa, será realizado o levantamento de dados necessários ao desenvolvimento do projeto, tais como as necessidades específicas do cliente, pesquisa de equipamentos existentes de formadores e dosadores de massas, assim como normas e patentes.

1.5.2 Projeto Conceitual

No projeto conceitual serão geradas alternativas que possam implementar as funções, através de técnicas específicas. Depois de geradas, as alternativas serão avaliadas com base em critérios e, assim, selecionada uma solução.

1.5.3 Projeto Preliminar

A partir da solução selecionada, inicia-se o desenvolvimento de projeto preliminar, determinando-se a estrutura básica do produto, baseado em critérios técnicos e operacionais. Também, haverá o dimensionamento de partes e simulação da montagem com utilização de software de modelagem, buscando a visualização de possíveis interferências futuras.

1.5.4 Projeto Detalhado

No projeto detalhado, será desenvolvida a estrutura final do produto, com materiais e custos definidos, assim como todas as informações necessárias para a sua produção.

1.5.5 Construção e Testes de Protótipo

Nesta última etapa, será produzido o protótipo preliminar e serão realizados os testes para validação do mesmo, podendo surgir possíveis revisões do projeto. O resultado final desta etapa será a apresentação de um protótipo funcional para a oportunidade identificada. Este projeto propõe o desenvolvimento de um protótipo de um dispositivo para formar e dosar massa de bastão detergente em ambiente industrial. Serão realizados testes dentro de laboratório para simular situações com parâmetros constantes, como umidade e temperatura. Também, ocorrerá a

instalação do dispositivo no ambiente fabril e, posteriormente, será testado para obtenção de dados e possíveis adaptações.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 do trabalho se refere a introdução e definições dos objetivos e justificativas, tendo como foco principal a explicação da oportunidade identificada pela equipe.

Na sequência, no capítulo 2, um trabalho de pesquisa é desenvolvido com o propósito de conhecer melhor a área de estudo, os produtos que já estão no mercado e as possíveis soluções.

O capítulo 3 discorre sobre o projeto informacional, onde são descritos as necessidades do cliente e futuras características do projeto. No capítulo 4 está exposto o projeto conceitual, o qual define as possíveis alternativas de equipamentos capazes de realizarem a função desejada.

O capítulo 5 contém a descrição dos projetos preliminar e detalhado da alternativa escolhida. No capítulo 6 está exposta a fase de construção e testes do protótipo. Por fim, no capítulo 7 é concluído o trabalho com considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 PRODUTOS DE LIMPEZA: CONTEXTO PRODUTIVO

A história dos produtos de limpeza começa a partir da descoberta do sabão. A produção de sabão é uma das mais antigas reações químicas conhecidas. Essa substância já era conhecida pelas civilizações egípcia, grega e romana, as quais utilizavam tanto para lavar o corpo com para lavar roupas. Nessa época, os sabões eram feitos a partir da fervura de gordura animal (sebo) contaminada com cinzas, quando perceberam uma espécie de escoria branca flutuando sobre a mistura (RITTNER, 1995)

Plínio, o Velho (23-79 d.C.), já descrevia a fabricação do sabão, mas somente a partir do século XIII este passou a ser produzido em escala. Nas ruínas de Pompéia, arqueólogos desenterraram uma fábrica de sabão. Porém, tudo indica que os romanos não o utilizavam para limpeza. Eram misturados com aromatizantes para os cabelos e adicionadas em emplastos usados em queimaduras ou ferimentos (BARBOSA; DA SILVA, 1995).

No século XV, na Europa, os banhos públicos eram bastante frequentados pelas pessoas da cidade. Posteriormente, esses locais tornaram-se imorais e a população começou evitar o sabão. No início do século XVII, quando os médicos descobriram a necessidade da higiene pessoal para a saúde, o sabão voltou a ter grande valor na Europa. Dessa maneira, inicia-se o processo de desenvolvimento industrial do sabão e a importação de gorduras vegetais das colônias das Américas e África (FELICONIO, sd).

Em 1791, aconteceu um fato bastante importante na fabricação comercial do sabão, quando o químico francês Nicolas Leblanc (1742-1806) descobriu como fabricar o carbonato de sódio, conhecido como barrilha, reagindo a gordura com o cloreto de sódio. Esta descoberta teve bastante repercussão devido ao preço da barrilha ser menor e a grande quantidade desse sal disponível (FOGAÇA, 2002).

Em meados de 1890, o químico alemão A. Krafft descobriu que pequenas cadeias de moléculas combinadas a um álcool resultariam em um sabão. Dessa maneira, Krafft sintetizou o primeiro detergente do mundo. Posteriormente, durante a Primeira Guerra Mundial, o bloqueio dos aliados visando prejudicar a produção de lubrificantes, cortou o suprimento de gorduras naturais. Dessa forma, as gorduras de sabão necessitaram ser substituídas e o produto tornou-se um artigo raro na

Alemanha. Em 1916, H. Gunther e M. Hetzer reiniciam os estudos de Kraft e lançam um detergente com fins comerciais, o Nekal. Eles acreditavam que o produto seria utilizado apenas nos tempos de guerra. Mas o detergente sintético apresentava mais vantagens do que o sabão tradicional (ibidem).

No Brasil, a história dos produtos de limpeza começa em 1801. Neste ano, as cidades e vilas eram dominadas por sujeira e lixo. Então D. João VI autorizou o funcionamento de fábricas de sabão no país. Posteriormente, em 1821, Guilherme Muller instala a primeira fábrica de velas e sabões no Brasil, devido ao alto preço dos sabões importados (CRQ4, sd).

Em 1870, foi fundada a Casa Granado que posteriormente ganharia o título de Imperial Drogaria e Pharmacia de Granado, onde D. Pedro II comprava seus produtos de higiene. Em 1897, o italiano José Milani começa a produzir sabão em tachos de cobre no interior de São Paulo. Em 1909, a empresa havia crescido e Milani lançou no mercado o sabonete Gessy. Após a segunda guerra mundial, a população estava com uma nova noção sobre limpeza corporal, o que alavancou a produção e consumo de produtos de higiene. A partir dos anos 50, as casas brasileiras passam a contar com água encanada e banheiros (ibidem).

No ano de 1950, o produto base dos detergentes ganhou estudos e foi melhor desenvolvido. O alquibenzeno sulfonato de sódio era utilizado em detergentes líquidos, em pó e em barras, provou ter eficiência em diminuir a tensão superficial da água e em remover sujeiras oleosas em diferentes situações. Em meados dos anos 60, ocorreu uma grande evolução nos banheiros, os quais passaram a fazer parte do interior das residências. Dessa maneira, a manutenção e higiene eram preocupações frequentes das donas de casa. A partir desse fato, notou-se um novo ramo de mercado, o de produtos de limpeza ligados aos banheiros. Os banheiros possuíam mau cheiro e eram pouco higiênicos devido aos mecanismos de descarga e encanamentos serem precários e muito caros na época. Para tentar solucionar o problema, as classes mais baixas começaram utilizar restos de sabonetes e fatias de limões para amenizar o odor forte de urina. Dessa forma, os desodorizantes sanitários começaram ser melhor desenvolvidos e tornaram-se produtos industrializados (CORRÊA, 2005).

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS DE LIMPEZA

Os produtos de limpeza, também chamados com saneantes domissanitários, normalmente, são classificados segundo sua utilidade:

- a) Produtos para lavagem de roupas: é a categoria que relaciona produtos como sabões em barra, detergentes em pó, amaciantes e removedores de manchas. Nota-se um potencial de crescimento desse grupo, incentivado pelo detergente em pó, à medida que aumenta a demanda de máquinas de lavar-roupas (CORRÊA, 2005);
- b) Produtos para lavagem de louças: pode-se classificar os sabões em pasta, detergentes líquidos e em pó e os saponáceos em geral. Nessa categoria, os fabricantes buscam agregar valor aos produtos já existentes. Dessa maneira, surgem novos produtos a cada dia nos mercados, como detergentes bactericidas e biodegradáveis (ibidem);
- c) Limpadores de superfícies: nesses tipos de produtos saneantes domissanitário incluem-se os limpadores a base de amoníaco, desinfetantes, produtos para retirar limos, entre outros. Esses produtos são os conhecidos “limpadores multiuso”. Dentro dessa classificação, pode-se encontrar os produtos saneantes desinfetantes. Esses possuem em sua formulação substâncias microbicidas que apresentam efeito letal para microrganismos (ABIPLA, sd-a; CORRÊA, 2005);
- d) Alvejantes à base de cloro: a maioria deles, são compostos por hipoclorito de sódio, mais conhecido como água sanitária. Limpadores de superfícies alternativos são gerados com a mistura de hipoclorito de sódio com saponáceos e essências (CORRÊA, 2005);
- e) Produtos para higiene pessoal: são produtos utilizados para higienização corporal e considerados pelos consumidores como sendo supérfluos. Por exemplo, sabonetes e condicionadores (ibidem);
- f) Polidores: ceras, lustra-móveis e outras substâncias utilizadas para atingir brilho em superfícies (ibidem);
- g) Purificadores de ar: são aerossóis utilizados para deixar fragrância agradável em ambientes onde se localizam vasos sanitários (ibidem);

h) Inseticidas: produtos criados para combater, prevenir e controlar insetos em locais domésticos e públicos (ibidem).

Portanto, a classe de estudo será os limpadores de superfície. Essa categoria engloba os saneantes desinfetantes esterilizantes, onde pode-se encaixar os desodorizantes sanitários. Esses produtos possuem duas principais funções: i) aromatizar o ambiente; e ii) desinfetar.

2.1.1 Classificação dos Desodorizantes Sanitários

Os desodorizantes sanitários apresentados na Figura 3, podem ser classificados da seguinte maneira:

- a) Pedra sanitária;
- b) Detergente líquido;
- c) Bastão detergente;
- d) Gel sanitário.

O foco deste estudo será o bastão detergente, examinado em mais detalhes na seção seguinte.

2.2 BASTÃO DETERGENTE

O produto em estudo é o bastão detergente, que é composto por substâncias químicas para transformá-lo em uma massa com: i) durabilidade; ii) aroma agradável; e iii) corante para colorir a água do vaso sanitário.

2.2.1 Importância do Bastão Detergente no Segmento Produtos de Limpeza

Dentre os produtos de limpeza já examinados neste capítulo, o bastão detergente enquadra-se na categoria dos produtos domissanitários, os quais são saneantes destinados ao uso domiciliar. Estes, são destinados a higienização e desinfecção do ambiente doméstico (PROCON/SP, sd)



Figura 3 - Exemplos de desodorizantes sanitários

Fonte: ((a) RB, (sd); (b) ADESUL, (2010); (c) ADESUL, (2010); (d) Linha pato, (2009))

Sob o aspecto econômico, de acordo com dados fornecidos pela ABIPLA, o setor de produtos de limpeza gera um faturamento anual de R\$ 12,2 bilhões, sendo responsável por 0,39% do PIB nacional. Neste segmento, os bastões detergentes respondem por 2% do total, que equivale a R\$ 244 milhões (ABIPLA, sd-b).

O panorama social encontrado no Brasil atualmente, de acordo com dados do IBGE, favorece o crescimento de consumo de produtos de limpeza, haja visto que a classe C, formada por 54% da população, apresenta incremento de sobra de ganhos de R\$ 243 para R\$ 363 e é responsável por 42,71% de todo o potencial de consumo de artigos de limpeza (Tabela 1) (ibidem).

2.2.2 Tipos de Bastões Detergentes

Bastões detergentes apresentam inúmeras características que diferem um modelo de outro, variando suas formas de aplicação e funções. Cada um destes modelos possui sua finalidade e mercado consumidor, este que, de acordo com o

presidente da ABRAS, João Carlos de Oliveira, está dividido em dois tipos básicos de consumidores:

- a) Um, com maior poder de compra, que busca produtos eficientes, inovadores e práticos;
- b) Outro, representado pela maioria da população, que busca produtos de baixo custo (ABRAS, 2010).

2.2.2.1 Formas de aplicação

Bastões detergentes podem ser aplicados no interior do vaso sanitário das seguintes maneiras:

- a) Fixação de uma pastilha adesiva com componentes desodorizantes (Figura 4.a);
- b) Fixação de cestinha descartável com bastão detergente com forma de disco (Figura 4.b);
- c) Fixação de suporte reutilizável com bastão detergente cilíndrico (Figura 4.c).



a) Pastilha adesiva



b) Cestinha descartável com bastão detergente em forma de disco



c) Cestinha reutilizável com bastão detergente cilíndrico

Figura 4 - Exemplos de bastões detergentes
Fonte: (Extraplus, (sd); ADESUL, (2010))

2.2.2.2 Funções

Pode-se dividir os bastões detergentes de acordo com as seguintes funções:

- a) Odorizadores: possuem apenas a função de proliferar aromas;
- b) Desodorizantes: possuem o acúmulo das funções de proliferar aromas e ação antibactericida.

2.2.3 Sani-all PRATIC: Composição e Formato

A ADESUL Indústria e Comércio LTDA identificou uma oportunidade de negócio, a produção de um produto híbrido de dois outros já fabricados pela empresa, buscando duas principais características: o baixo custo e higiene. O baixo custo é representado pela redução da massa do bastão detergente e adequação do tamanho dos suportes plásticos. Por sua vez, a higiene é alcançada através do desenvolvimento de um produto descartável, o qual permite uma troca fácil com pouco contato com o artigo contaminado pelo vaso sanitário.

O Sani-all PRATIC, manufaturado pela ADESUL, pode ser encontrado em quatro fragrâncias diferentes, sendo elas: i) citrus; ii) eucalipto; iii) floral; e iv) lima-limão. Porém, os principais componentes presentes na fórmula do bastão detergente são:

- a) dodecilbenzenosulfonato de sódio;
- b) carga;
- c) corante;
- d) essência.

O Sani-all PRATIC possui uma forma de disco (Figura 5) com cerca de 40mm de diâmetro com um furo de 10mm no centro. Esse disco tem espessura aproximada de 8mm, fazendo com que essa forma possua uma massa de 20g.

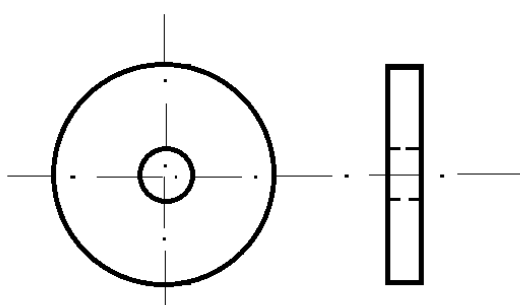




Figura 5 - Formato da massa Sani-all PRATIC¹

¹ Todas as figuras, tabelas e quadros sem indicação explícita da fonte foram produzidos pela equipe.

2.2.4 Processo Atual de Dosagem e Corte do Sani-all PRATIC


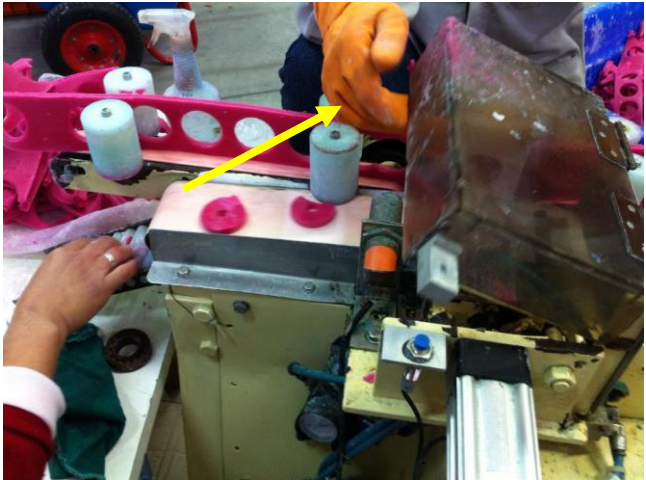
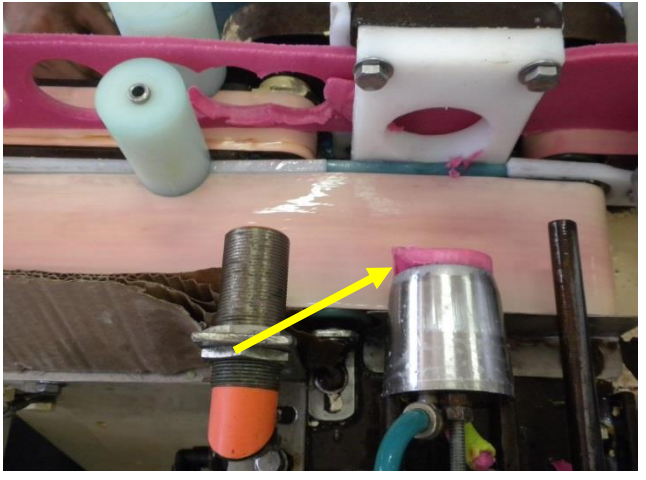
O processo de dosagem e corte atual é realizado a partir da extrusão de uma fita de massa de bastão detergente com a espessura do disco final, ou seja, 8mm. Posteriormente, essa fita é cortada por matriz circular acoplada ao acionador pneumático que, ao ser ativado, empurra a matriz contra a massa cisalhando-a no formato do produto final.

No Quadro 1, tem-se a ilustração das etapas detalhadas do processo de manufatura do bastão detergente.

1	Homogeneização das substâncias químicas que compõem a massa de bastão detergente.	
2	Extrusão da massa de bastão detergente com uma extrusora de rosca simples.	

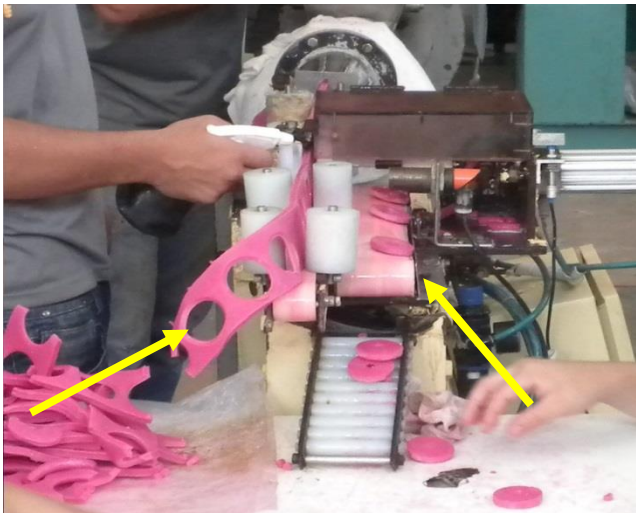

Quadro 1 - Processo de manufatura do bastão detergente (continua)

(continuação)

3	Perfil de fita sendo extrusada na espessura final de 8mm.	
4	Acionamento manual do sistema de corte.	
5	Corte da massa, deslocando a mesma para a esteira de produto acabado.	

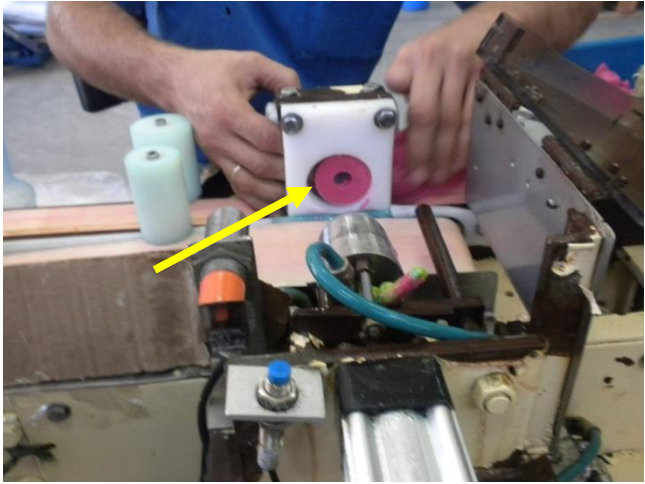
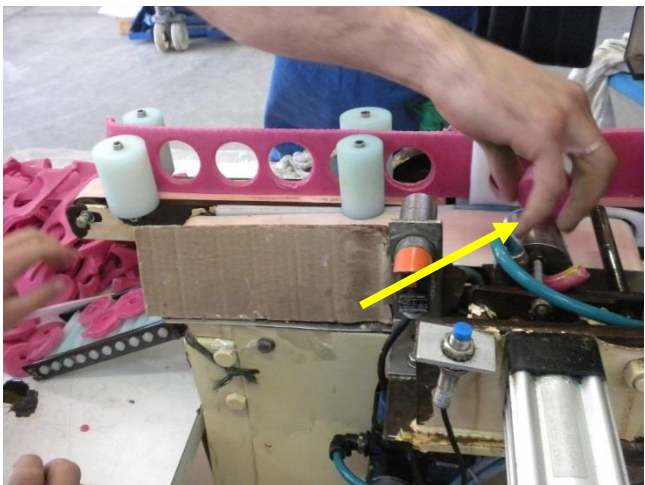
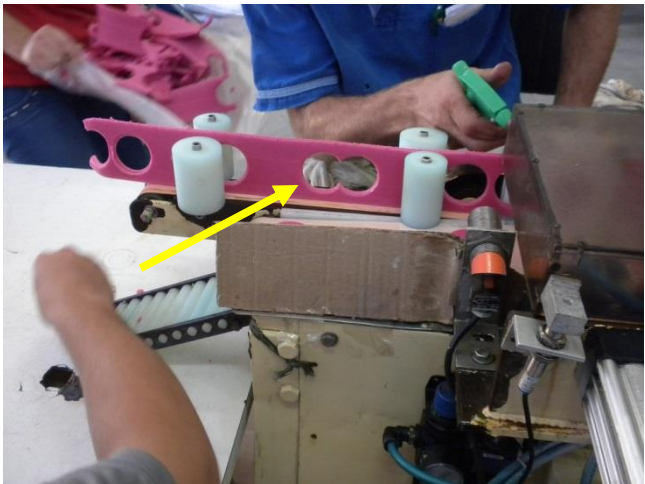
Quadro 1 - Processo de manufatura do bastão detergente (continua)

(continuação)

6	<p>Produto acabado segue para embalagem e a fita do reprocesso retorna para o processo de extrusão</p>	
7	<p>Compartimento com retalhos de massa que serão reaproveitados.</p>	

Quadro 1 - Processo de manufatura do bastão detergente

As imagens do Quadro 1 ilustram as etapas principais do processo para obtenção da forma desejada dos discos de massa de bastão detergente. Porém, nota-se descontinuidades nas etapas que podem ser melhoradas. Esses pontos estão destacados no Quadro 2.

1	<p>A massa é cortada. Porém permanece retida junto com a fita do reprocesso.</p>	
2	<p>Após o corte, a massa permanece aderida à matriz circular do corte.</p>	
3	<p>A falha na sincronia do processo causando quantidade excessiva de reprocesso.</p>	




Quadro 2 - Descontinuidades no processo de manufatura

Os produtos finais também podem apresentar defeitos. Esses aspectos podem ser caracterizados como defeitos de forma, os quais são ilustrados no Quadro 3.

1	<p>Disco com superfície esmagada por componentes mecânicos presentes no atual dispositivo.</p>	
2	<p>Disco com borda lateral cortada por repetição de movimento.</p>	

Quadro 3- Exemplos de defeitos de forma (continua)

(Continuação)

3	Produto final com ausência de furo central, impossibilitando montagem na embalagem.	
4	Refugo de massa devido a sujeiras.	
5	Disco duplo devido a adesividade da massa com a matriz.	

Quadro 3 - Exemplos de defeitos de forma

A partir deste contexto, nota-se grandes oportunidades de melhoria no processo de manufatura em destaque, focando no aumento da qualidade do produto e na redução da quantidade de retalhos.

2.3 DOSAGEM E CORTE DE MASSAS

Dentre os tipos de massas sólidas existentes no mercado, a massa utilizada para a confecção de bastão detergente possui características pouco comuns. Se comparada às demais, em sua totalidade, nenhuma das massas estudadas possui características que assemelham-se às encontradas na massa de bastão detergente. Por exemplo, nenhuma das massas consegue ser tão densa mas macia o bastante para necessitar de um baixo valor de pressão no processo de extrusão como acontece no caso da massa de bastão detergente. Outro exemplo: nenhuma das massas apresenta uma tensão de cisalhamento tão baixa quanto a massa de bastão detergente e, ainda assim, provocar um empastamento com a lâmina, caso seja cisalhada em uma velocidade de rotação da lâmina menor do que o recomendado.

Todas as características incomuns apresentadas fazem com que o estudo de um equipamento para dar forma e dosar massa de bastão detergente seja complexo e, permita selecionar as funções melhor executadas por cada um dos processos hoje existentes, para que, juntas em um único equipamento, proporcionem um sistema robusto e que atenda todas as necessidades do cliente.

Os equipamentos mais comuns utilizados para dosagem e corte de massas, subdividem-se em três segmentos:

- a) Equipamentos de cisalhamento;
- b) Equipamentos de extrusão;
- c) Equipamento misto.

2.3.1 Equipamentos de Cisalhamento

O funcionamento de equipamentos de cisalhamento consiste na divisão de uma parcela de massa através de corte, quer seja feito por lâminas ou fio aquecido. Este processo permite uma boa precisão na dimensão do corte, mas falha no quanto a quantidade de massa que está sendo segmentada.

2.3.1.1 Fatiadores de Carne

O material do bastão detergente se assemelha bastante com a consistência da carne bovina. Dessa maneira, pode-se obter ideias a partir dos fatiadores de carnes (Figura 6). Nesse equipamento, um disco com lâmina gira com alta rotação, o que pode ser um fator positivo pois assim, tem-se redução do atrito dinâmico da lâmina com a massa.



Figura 6 - Fatiador de Carne
Fonte: Abmsudamerica, (sd)

2.3.1.2 Cortadores com Fio Aquecido

Este método consiste em cisalhar a massa através de um fio aquecido (Figura 7), que trabalha como uma lâmina, incidindo sobre a massa, pode gerar cortes irregulares devido sua alta flexibilidade de direção no sentido do corte. Apresenta-se como uma boa alternativa para o corte de massa de bastão detergente por apresentar uma pequena área de contato com a massa, o que evita o empastamento dessa com o equipamento cisalhante.

Para que se tenha uma discussão mais rica de ideias no momento da definição de qual sistema de cisalhamento será utilizado, também serão estudados outros exemplos de equipamentos de cisalhamento, tais como:

- a) Fatiadores de presunto;
- b) Serra mecânica;
- c) Equipamento de corte a laser.



Figura 7 - Cortador com fio aquecido
Fonte: Abmsudamerica, (sd)

2.3.2 Equipamentos de Extrusão

O funcionamento de equipamentos de extrusão consiste em dar forma a massa utilizada através de bocais de saída, que são escolhidos de acordo com a necessidade e forma final desejada. Este processo permite que seja mantido um padrão no formato da massa que é extrudada do equipamento e, permite a instalação de um processo de cisalhamento ao final do mesmo, para que haja uma divisão precisa da quantidade de massa em cada subgrupo desta.

2.3.2.1 Moldador de Biscoitos

O moldador de biscoitos (Figura 8) possui um sistema de funcionamento no qual a massa do biscoito é forçada a passar através de um bocal que possui a forma final desejada para o biscoito. Essa extrusão é interrompida quando, em determinado momento programado, o equipamento segmenta a massa extrudada através do fechamento do bocal por onde ela passa. Assim, obtêm-se biscoitos com formato padronizado e tamanhos praticamente idênticos.



Figura 8 - Moldador de biscoito
Fonte: Abmsudamerica, (sd)

2.3.2.2 Dosadores Gravimétricos (*Loss-in-weight Gericke*)

O método de dosagem gravimétrica envolve tanto a pesagem de uma quantidade requisitada como em um processo de batelada quanto a dosagem de um fluxo constante de massa em relação ao tempo. A escolha depende do processo que pode ser feito de modo contínuo ou em batelada.

Os dosadores *Loss-in-Weight Gericke* (por perda de peso) (Figura 9) geram um fluxo constante de massa, totalmente controlado, de acordo com as necessidades dos processos de mistura ou de alimentação em extrusoras. Uma unidade higiênica pode ser completamente desmontada em processos com alto padrão de exigência.



Figura 9 - Dosador gravimétrico *Loss-in-Weight Gericke*
Fonte: Gericke, (2013)

2.3.3 Equipamento Misto

Os equipamentos mistos possuem um sistema denominado misto, pois realizam extrusão e cisalhamento da massa em um único equipamento. Essa massa, normalmente, é extrudada através de um bocal que lhe dá forma desejada. Posteriormente, ao girar a forma, a massa é cortada ao ser empurrada contra uma lâmina afiada.

2.3.3.1 Formadora de Hambúrgueres

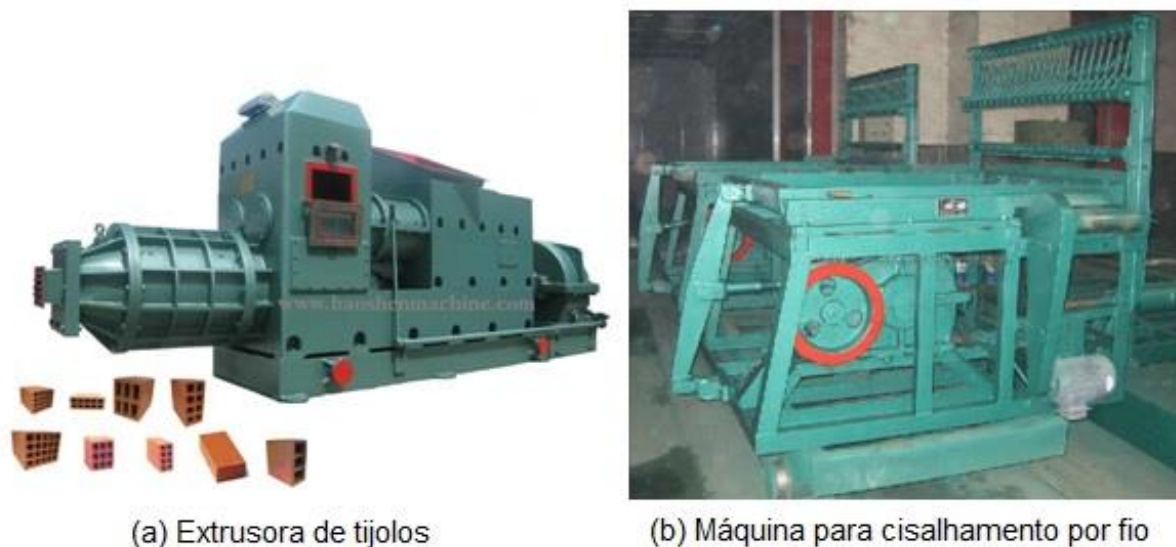
A formadora de hambúrgueres (Figura 10) possui um sistema de funcionamento denominado misto pelo fato de possuir um bocal extrator, o qual dá forma à massa de carne que sai através dele e, um sistema de cisalhamento, no qual a massa é segmentada quando o bocal extrator gira e cisalha a massa contra uma lâmina afiada.



Figura 10 - Formadora de hambúrgueres
Fonte: Abmsudamerica, (sd)

2.3.3.2 Formador de Tijolos

Neste processo (Figura 11), a massa úmida de argila é extrudada através de um bocal que lhe dá a forma desejada e, após atingir a dimensão requerida, é segmentada com a ajuda de um fio, o qual cisalha a massa sem apresentar dificuldades no quesito tensão de cisalhamento, por apresentar uma pequena área de contato entre o fio e a massa de argila.



(a) Extrusora de tijolos

(b) Máquina para cisalhamento por fio

Figura 11 – Sistema de extrusão de tijolos

Fonte: MADEINCHINA, (2013)

2.3.3.3 Máquina de Macarrão

Este equipamento (Figura 12) possui características semelhantes aos outros equipamentos mistos explicitados até então, possui um bocal no qual a massa é extrudada e, desta maneira, assume o formato do bocal utilizado em toda a sua extensão até atingir a dimensão desejada. Então, é cisalhada com a ajuda de uma lâmina que atua transversalmente ao bocal extrator e, assim, consegue cisalhar várias linhas de massa com um único picote.



(a) Extrusora de macarrão

(b) Corte da massa extrudada

Figura 12 – Sistema de extrusão de macarrão

Fonte: ((a) Gpaniz, (sd); (b) Bralyx, (2010))

Todos esses equipamentos fornecem diretrizes e características as quais serão analisadas de forma criteriosa, a fim de se desenvolver um dispositivo capaz de atender todas as necessidades e que possa oferecer o princípio de solução para dar forma e dosar a massa de bastão detergente.

2.4 CARACTERIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE

Com base nos fatos e dados apresentados a respeito do assunto, percebe-se que há uma lacuna a ser preenchida no mercado e um processo que pode ser melhorado, através de um dispositivo adequado para dar forma e dosar massa de bastão detergente.

Das soluções existentes no mercado, nenhuma consegue atender as principais necessidades do cliente, obrigando-o a implementar soluções alternativas e não convencionais, adaptando os dispositivos já existentes e que, mesmo após serem adaptados, não tornam o processo robusto e de alta performance, como se espera que aconteça com a criação de um novo dispositivo.

Um novo dispositivo capaz de aumentar a capacidade produtiva e reduzir as perdas por reprocesso faz com que os custos de produção tenham um decréscimo, proporcionando a oportunidade de redução do preço de venda de pastilhas de bastão detergente e, conseqüentemente, aumentando seu volume de vendas. Todos esses pontos contribuem para o crescimento da empresa e faz com que se observe a importância de um projeto desenvolvido com base em metodologia de projeto.

O produto alvo do presente trabalho também pode ser utilizado como solução para formatar e dosar outros tipos de massa que possuam características semelhantes a esta.

3 PROJETO INFORMACIONAL

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será abordada a fase do projeto conceitual em que o foco, ao seu final, é a obtenção de uma concepção do produto. Para esse desenvolvimento, serão apresentados neste capítulo o levantamento das necessidades dos clientes, os requisitos de projeto, a casa da qualidade e as especificações do produto.

3.2 LEVANTAMENTO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES

A técnica utilizada para se realizar o levantamento das necessidades dos clientes foi a realização de entrevistas, mostradas no Apêndice A. Os clientes selecionados para a realização dessas entrevistas foram o proprietário da empresa, como cliente pagador, o chefe de produção da empresa, como cliente usuário e o técnico da manutenção, como cliente mantenedor. Levando em consideração os pontos em que os clientes focaram suas necessidades e desejos na entrevista, em relação ao equipamento que se pretende construir, foram listadas suas necessidades na Tabela 2.

Tabela 2 - Necessidades dos clientes em relação ao equipamento

Categorias	Necessidades
Operação	Reduzido reprocesso Alta produtividade Fácil operação Elevada automação Processo robusto a variações
Segurança	Ergonomia Baixo risco de acidentes
Manutenção	Peças comerciais Instrumentos de monitoramento Fácil montagem e desmontagem Alta durabilidade
Valor	Preço

3.2.1 Requisitos de Projeto

Ao exporem suas necessidades, os clientes solicitam o que julgam necessário de maneira qualitativa, o que dificulta a elaboração de objetivos que levem a suprir as suas necessidades. Para resolver este problema, transformou-se suas necessidades em requisitos técnicos, através de linguagem técnica adequada onde se define qual deve ser a unidade em que serão quantificados tais requisitos. A Tabela 3 mostra os requisitos de projeto.

Alguns desses requisitos, tais como a implantação de *Poka Yoke*, foram criados a partir de uma necessidade do cliente em que ele não sabia como poderia supri-la (fácil montagem e desmontagem) e, desta forma, já houve a implantação de técnicas de melhoria na fase de concepção do projeto.

3.2.2 Casa da Qualidade

A casa da qualidade visa avaliar o nível de relação entre as necessidades do cliente e os requisitos de projeto e, assim, definir qual o grau de importância de cada um dos requisitos de projeto perante a elaboração das especificações de produto. A casa da qualidade é apresentada no Apêndice B.

3.2.3 Especificações do Produto

A elaboração de uma tabela denominada especificações do produto visa expandir cada um dos requisitos de projeto de maneira que se consiga visualizar quais requisitos o cliente tem como demanda ou desejo, quais são os objetivos que foram estabelecidos para cada um desses requisitos, os sensores que irão contabilizar o desenvolvimento desses e, além disso, quais são as saídas indesejadas que poderão ocorrer nos mesmos. Esta tabela é apresentada no Apêndice C.

Tabela 3 - Requisitos de projeto da máquina de dosar e dar forma

REQUISITOS	Indicador de Tendência	UNIDADE
Reprocesso	-	kgR/kgT
Produtividade	+	kg/h
Ações do operador	-	nº
Regulagens	-	nº
Temperatura de operação	-	°C
Pressão de operação	-	bar
Velocidade de operação	+	kg/h
Padronização de operações	+	nº
Tempo médio entre falhas	+	h
Processos automáticos	+	nº
Força necessária para operação	-	N
Posições desconfortáveis de operação	-	nº
Cantos vivos	-	nº
Superfícies cortantes	-	nº
Sistemas de proteção	+	nº
Peças padronizadas no mercado	+	%
Indicador de pressão	+	nº
Indicador de temperatura	+	nº
Indicador de velocidade	+	nº
Quantidade de peças	-	nº
Componentes de união	-	nº
Mapeamento de peças	+	nº
<i>Poka yoke</i> implantados	+	nº
Materiais inoxidáveis	+	nº
Dureza da matriz	+	HB
Custo	-	R\$

3.3 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

Cada um dos requisitos de projeto mostrados na Tabela 3 recebeu um indicador de tendência, através do qual pode-se mostrar o objetivo da equipe neste projeto para os mesmos. O símbolo (+) representa que, quanto maior for o valor

deste requisito na unidade mostrada, melhor. Já o símbolo (-) representa o contrário, quanto menor for o valor deste requisito na unidade mostrada, melhor. Além disso, os símbolos S ou N representam se a equipe acredita que o requisito de projeto deve ser contemplado ou não na máquina.

4 PROJETO CONCEITUAL

Nessa etapa, apresentam-se as principais tomadas de decisões e estudos com relação ao projeto. Esta fase é importante por influenciar todas as seguintes. O projeto conceitual explicita as necessidades detectadas e, assim, gera as concepções elaboradas pela equipe. Propagadores de restrição são identificados e levados em consideração no momento de dimensionar as partes do projeto. O primeiro passo para o entendimento da concepção final é a elaboração da mais refinada função global.

4.1 FUNÇÃO GLOBAL E ESTRUTURA FUNCIONAL

Para que se tenha um melhor entendimento das oportunidades que este projeto proporciona aos envolvidos através de uma visão macro, estabelece-se a função global do equipamento e um modelo funcional deste.

A função global, juntamente com suas entradas e saídas, é visualizada na Figura 13. A estrutura funcional completa encontra-se no Apêndice D. Para cada uma das funções foi dado um número (F.1, F.2, ...) que a representa.



Figura 13 - Função global do equipamento de dosar e dar forma a massa de bastão detergente

4.2 TÉCNICA EMPREGADA PARA GERAR ALTERNATIVAS

Para se gerar as alternativas foi utilizada a técnica da Matriz Morfológica, por se tratar de um método direto e objetivo, em que faz-se possível a determinação de concepções finais para uma posterior escolha da solução de maior potencial.

Todas as funções do produto foram mapeadas na Matriz Morfológica que pode ser visualizada no Apêndice E e estão separadas de acordo com o número da função que foi determinada na estrutura funcional.

Ao realizar a combinação das alternativas existentes na Matriz Morfológica, determinaram-se nove concepções de produtos, as quais serão demonstradas a seguir e podem ser visualizadas na Matriz de Concepções no Apêndice E.

4.3 DESCRIÇÃO DAS CONCEPÇÕES

4.3.1 Concepção 1

A concepção nº 1 tem como princípio funcional o uso de um rolo de cavidades combinado com um seccionamento da massa por fio de aço. A Figura 14 apresenta um diagrama que ilustra a alternativa.

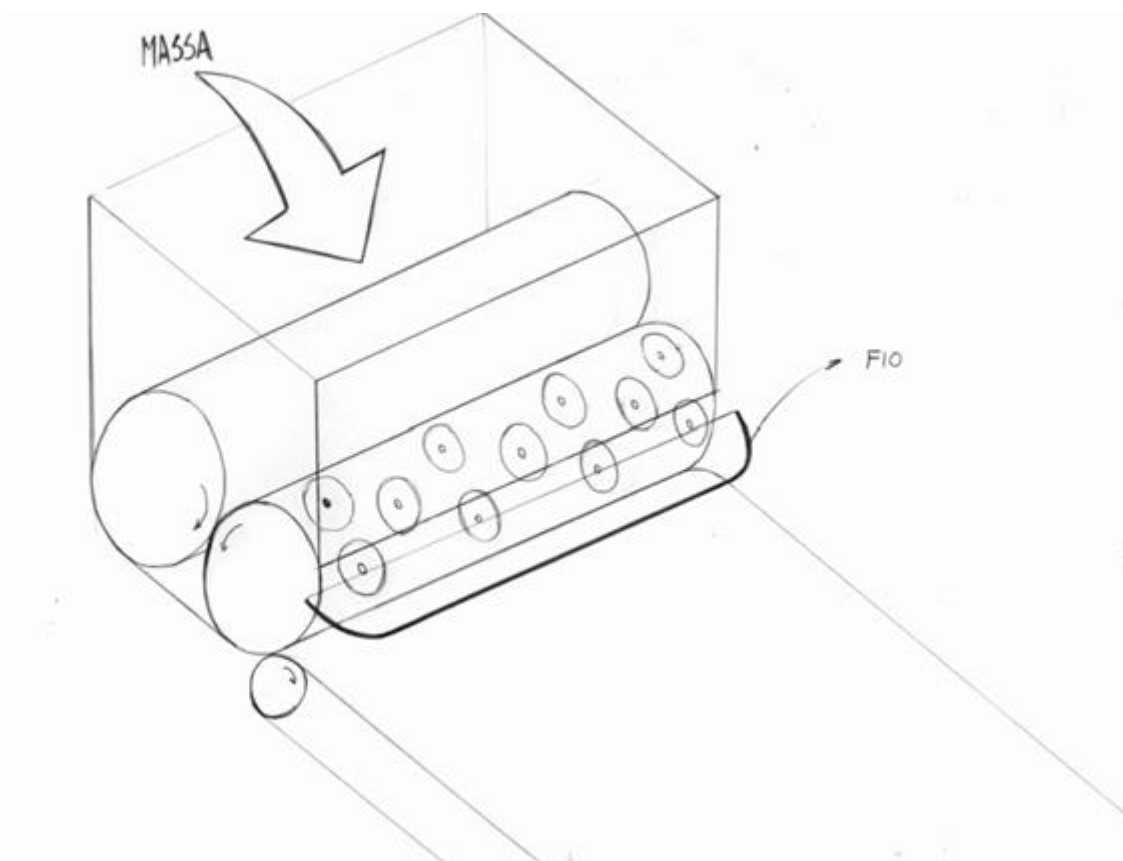


Figura 14 - Concepção 1

Esta concepção apresenta as seguintes características:

- a) Alimentar reservatório: a massa de bastão detergente é deslocada por energia potencial gravitacional até se alocar dentro do reservatório de massa;
- b) Conduzir massa: a massa de bastão detergente é conduzida em uma única direção e sentido ao rolo de cavidades, através do uso de uma calandra, que comprime a massa contra o rolo de cavidades. Os eixos dos dois rolos encontram-se paralelos;
- c) Coletar informação: através de coletores mecânicos são capturados dados tais como temperatura, pressão e velocidade da massa que encontra-se dentro da máquina.
- d) Mostrar informação: as informações adquiridas através dos coletores mecânicos são mostradas em visores analógicos.
- e) Dar forma intermediária: ao comprimir a massa de bastão detergente contra o rolo de cavidades, a quantidade necessária para formar cada uma das pastilhas ocupa todo o volume da cavidade dando origem a sua forma intermediária;
- f) Dosar massa: através de uma rotação constante do eixo onde se localiza o rolo de cavidades e o controle do tempo, pode-se definir a posição e o momento em que as cavidades de uma linha de cavidades do rolo encontram-se com as pastilhas formadas de maneira intermediária;
- g) Ativar seccionador: através de um controle realizado por um CLP, quando o rolo de cavidades se encontra na posição desejada, com o fundo das cavidades sendo empurradas para a superfície do rolo e, as pastilhas sendo totalmente expostas ao ambiente, é acionado o movimento do seccionador;
- h) Movimentar seccionador: um motor elétrico aciona o movimento do seccionador, que se desloca na direção da superfície do rolo;
- i) Seccionar massa: a pastilha de bastão detergente é seccionada do fundo da cavidade do rolo de cavidades através de um fio que atravessa toda a sua superfície de forma rente;
- j) Controle de seccionamento: o seccionador avança com o seu fio até atingir o seu fim de curso e retornar a sua posição inicial;
- k) Ativar sistema de extração: assim que o seccionador atinge seu fim de curso, o CLP aciona o início do movimento do pistão que irá conduzir o pino extrator;

- l) Extrair pastilha: o pistão movimenta-se até que o pino extrator atinja a pastilha de bastão detergente e a empurre para a esteira que encaminha as pastilhas produzidas.

Esta concepção apresentou uma característica importante, a alta produtividade. Porém, a massa de bastão detergente apresenta uma restrição quanto à dificuldade na retirada de dentro das cavidades. Nesse caso, seria necessário que a massa apresentasse um desmoldante contido dentro da própria composição e, realizar uma mudança na composição da mesma não é o foco do projeto. Outra desvantagem apontada é o fato de, como se tratam de formas fixas, ocorre uma menor liberdade quanto a ajustes para outras dimensões de produtos.

4.3.2 Concepção 2

A concepção nº 2 tem como princípio funcional o uso de uma rosca-sem-fim que conduz a massa por um tubo de extrusão combinado com um seccionamento da massa por faca rotativa. A Figura 15 apresenta um diagrama que ilustra a alternativa.

Esta concepção apresenta as seguintes características:

- a) Alimentar reservatório: a massa de bastão detergente é deslocada por uma alavanca até se alocar dentro do reservatório de massa;
- b) Conduzir massa: a massa de bastão detergente é conduzida por uma rosca-sem-fim até alcançar o início do tubo de extrusão;
- c) Coletar informação: através de sensores elétricos são coletados dados tais como temperatura, pressão e velocidade da massa que encontra-se dentro da máquina.
- d) Mostrar informação: as informações coletadas através dos sensores elétricos são mostradas em painéis digitais.
- e) Dar forma intermediária: a massa de bastão detergente tem sua forma intermediária definida através da condução de massa pelo tubo de extrusão com uma haste em seu interior para que se mantenha um furo central no cilindro intermediário;

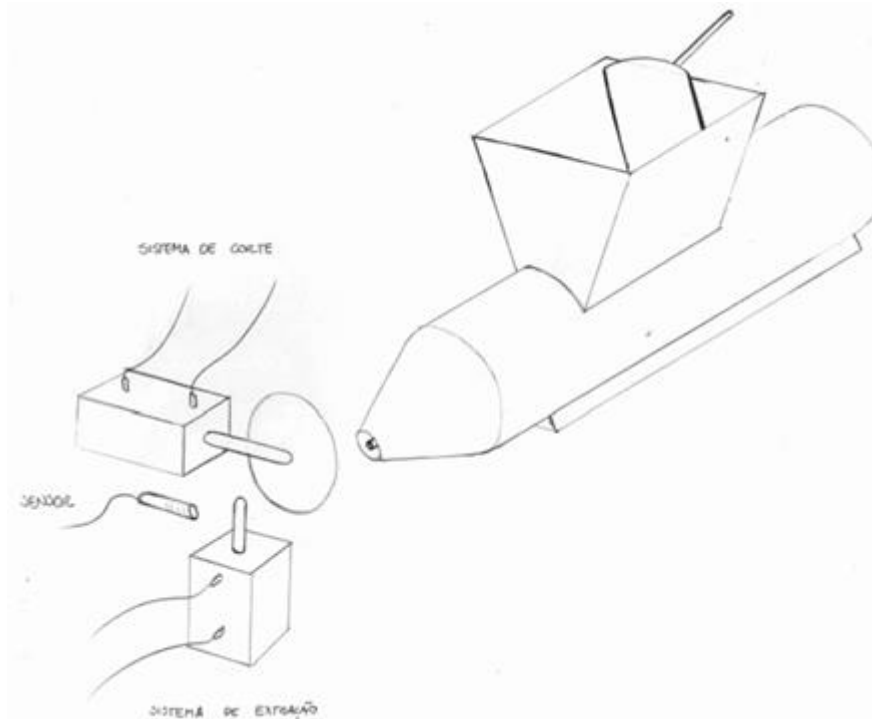


Figura 15 - Concepção 2

- f) Dosar massa: o cilindro intermediário avança para fora do tubo de extrusão até atingir o sensor que determina que o cilindro já atingiu o tamanho pré-determinado;
- g) Ativar seccionador: ao atingir o tamanho pré-determinado, o sensor envia um sinal até um relé que aciona o movimento do seccionador;
- h) Movimentar seccionador: o seccionador se movimenta através de um pistão até atingir o cilindro intermediário e realizar o seccionamento da massa;
- i) Seccionar massa: o cilindro intermediário é seccionado através de uma faca rotativa dando origem a pastilha de bastão de detergente;
- j) Controle de seccionamento: o seccionador avança com sua faca rotativa em movimento até atingir seu fim de curso;
- k) Ativar sistema de extração: assim que o seccionador atinge seu fim de curso, um relé ativa o sistema de extração da pastilha;
- l) Movimentar sistema de extração: o sistema de extração é movimentado através de um pistão assim que o relé for ativado;
- m) Extrair pastilha: o pistão movimenta-se até atingir a pastilha de bastão de detergente deslocando-a para a esteira que encaminha as pastilhas produzidas.

A característica mais importante nessa concepção seria a velocidade de corte elevada. O disco rotativo diminui a pressão entre a massa e o equipamento de corte. Por outro lado, nota-se uma dificuldade na extração do produto final devido ao fato do mesmo estar sendo cortado por uma faca rotativa.

4.3.3 Concepção 3

A concepção nº 3 tem como princípio funcional o uso de um pistão que conduz a massa contra uma matriz de forma combinado com o seccionamento da massa por uma lâmina. A Figura 16 apresenta um diagrama que ilustra a alternativa.

Esta concepção apresenta as seguintes alternativas:

- a) Alimentar reservatório: a massa de bastão detergente é deslocada por uma rosca-sem-fim até se alocar dentro do reservatório de massa;
- b) Conduzir massa: a massa de bastão detergente é conduzida por um pistão até alcançar o fundo da matriz de forma;
- c) Coletar informação: através de testes manuais, com a ajuda de ferramentas, são coletados dados tais como temperatura, pressão e velocidade da massa que encontra-se dentro da máquina;
- d) Mostrar informação: as informações coletadas através dos testes manuais são mostradas nos próprios instrumentos utilizados (termômetro, manômetro,...);
- e) Dar forma intermediária: a massa de bastão detergente tem sua forma intermediária definida através do preenchimento de massa na matriz de forma;
- f) Dosar massa: a massa de bastão detergente preenche a matriz de forma conforme o pistão avança até este atingir a posição necessária para o preenchimento completo da matriz, atingindo sensor controlador;
- g) Ativar seccionador: ao atingir a posição necessária para o preenchimento completo da matriz, o sensor envia um sinal até um microcontrolador que aciona o movimento do seccionador;

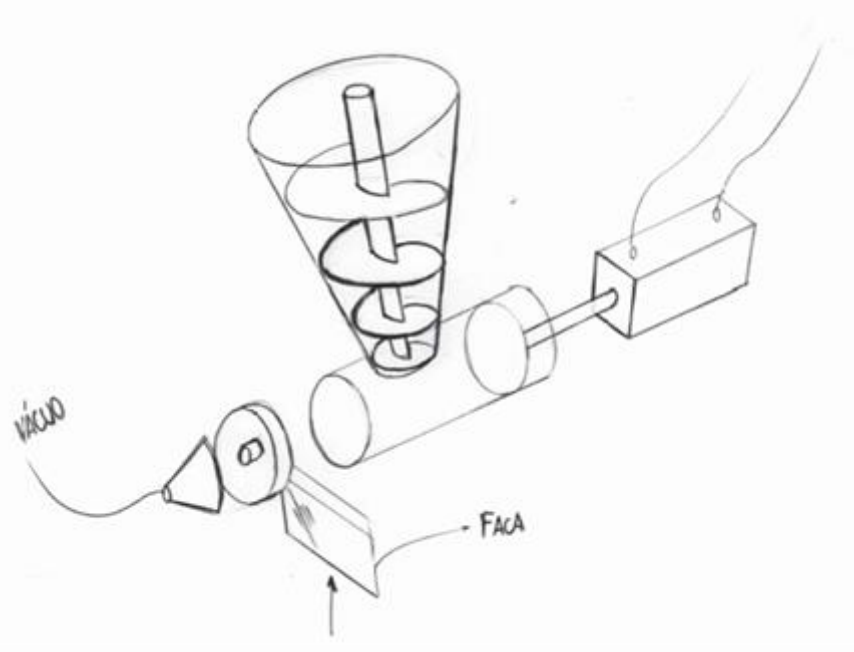


Figura 16 - Concepção 3

- h) Movimentar seccionador: o seccionador se movimenta através de um pistão até atingir a massa de bastão detergente e realizar o seu seccionamento;
- i) Seccionar massa: a massa é seccionada através de uma faca dando origem a pastilha de bastão detergente;
- j) Controle de seccionamento: o seccionador avança com sua lâmina até atingir seu fim de curso;
- k) Ativar sistema de extração: assim que o seccionador atinge seu fim de curso, um microcontrolador aciona o sistema de extração da pastilha;
- l) Movimentar sistema de extração: o sistema de extração é movimentado através de um motor elétrico assim que o microcontrolador for ativado;
- m) Extrair pastilha: a pastilha de bastão detergente é extraída através de um sistema de sucção a vácuo para a esteira que encaminha as pastilhas produzidas.

A concepção 3 apresenta o modelamento do produto por uma matriz e o corte através de uma faca. Após essas etapas ocorre a extração por um sistema de vácuo. Nesse caso, ocorre uma dificuldade grande em extrair o produto devido ao fato do mesmo ter grande superfície de contato com a matriz. Pelo fato de ser

formado por uma matriz, ocorre também o engessamento do processo para futuras alterações no produto final.

4.3.4 Concepção 4

A concepção nº 4 tem como princípio funcional o uso de uma rosca-sem-fim que conduz a massa por um tubo de extrusão combinado com um seccionamento da massa por laser. A Figura 17 apresenta um diagrama que ilustra a alternativa.

Esta concepção apresenta as seguintes características:

- a) Alimentar reservatório: a massa de bastão detergente é deslocada por um pistão até se alocar dentro do reservatório de massa;
- b) Conduzir massa: a massa de bastão detergente é conduzida por uma rosca-sem-fim até alcançar o início do tubo de extrusão;
- c) Coletar informação: através de coletores mecânicos são adquiridos dados tais como temperatura, pressão e velocidade da massa que encontra-se dentro da máquina.
- d) Mostrar informação: as informações adquiridas através dos coletores mecânicos são mostradas em visores analógicos.
- e) Dar forma intermediária: a massa de bastão detergente tem sua forma intermediária definida através da extrusão de massa pelo tubo de extrusão com uma haste em seu interior para que se mantenha um furo central no cilindro intermediário;
- f) Dosar massa: o cilindro intermediário avança para fora do tubo de extrusão até atingir o sensor que determina que o cilindro já atingiu o tamanho pré-determinado;
- g) Ativar seccionador: ao atingir a posição necessária para o preenchimento completo da matriz, o sensor envia um sinal até um microcontrolador que aciona o movimento do seccionador;
- h) Movimentar seccionador: o seccionador se movimenta através de um pistão até atingir a massa de bastão detergente e realizar o seu seccionamento;
- i) Seccionar massa: a massa é seccionada através de um laser, dando origem a pastilha de bastão detergente;

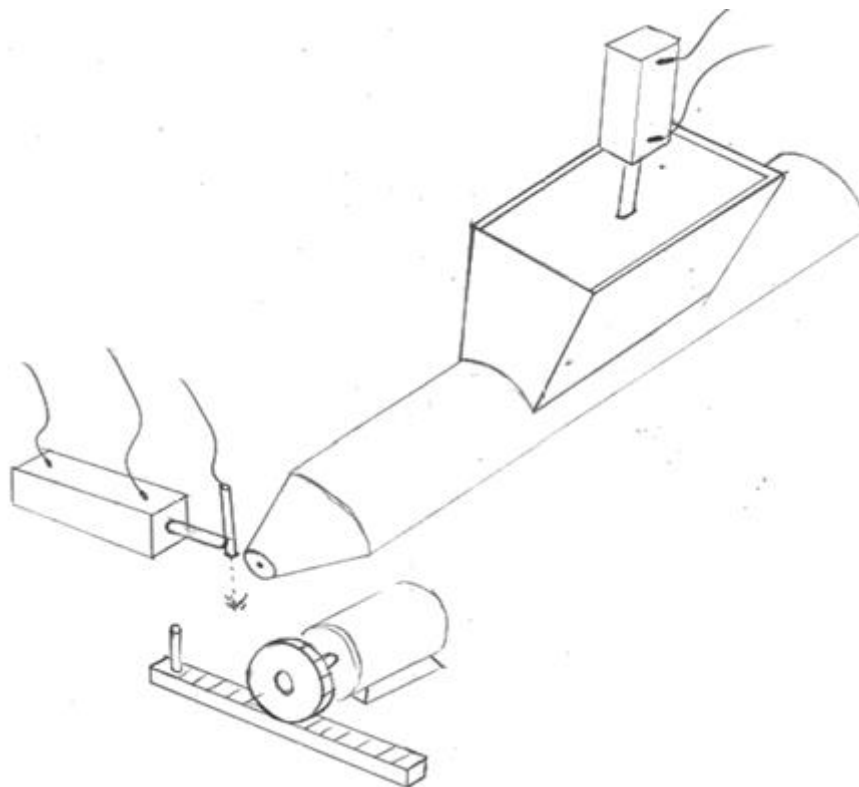


Figura 17 - Concepção 4

- j) Controle de seccionamento: o seccionador avança com sua laser atingir seu um sensor óptico;
- k) Ativar sistema de extração: assim que o seccionador atinge o sensor óptico, um rele aciona o sistema de extração da pastilha;
- l) Movimentar sistema de extração: o sistema de extração é movimentado através de um motor com uma cremalheira assim que o rele for ativado;
- m) Extrair pastilha: a pastilha de bastão detergente é extraída através de um pino extrator.

A concepção apresentada é um conceito que exclui a dificuldade em seccionar a massa através de uma lâmina. O seccionamento da massa é realizado por laser. Dessa maneira, não há contato entre o seccionador e a massa, facilitando o corte e aumentando a produtividade. Porém, um equipamento com corte à laser torna-se algo caro e de difícil aplicação de projeto.

4.3.5 Concepção 5

A concepção nº 5 tem como princípio funcional o uso de uma rosca-sem-fim que conduz a massa por um tubo de extrusão combinado com um seccionamento da massa através de uma lâmina. A Figura 18 apresenta um diagrama que ilustra a alternativa.

Esta concepção apresenta as seguintes características:

- a) Alimentar reservatório: a massa de bastão detergente é deslocada por uma alavanca até se alocar dentro do reservatório de massa;
- b) Conduzir massa: a massa de bastão detergente é conduzida por uma rosca-sem-fim até alcançar o início do tubo de extrusão;
- c) Coletar informação: através de sensores elétricos são coletados dados tais como temperatura, pressão e velocidade da massa que encontra-se dentro da máquina;
- d) Mostrar informação: as informações coletadas através dos sensores elétricos são mostradas em painéis digitais;
- e) Dar forma intermediária: a massa de bastão detergente tem sua forma intermediária definida através da extrusão de massa pelo tubo de extrusão com uma haste em seu interior para que se mantenha um furo central no cilindro intermediário;
- f) Dosar massa: o cilindro intermediário avança para fora do bocal de extrusão movimentando um *encoder* até que este atinja sua posição pré-programada;
- g) Ativar seccionador: ao atingir a posição pré-programada, o *encoder* envia um sinal até um CLP que aciona o movimento do seccionador;
- h) Movimentar seccionador: o seccionador se movimenta através da rotação de um motor elétrico até atingir a massa de bastão detergente e realizar o seu seccionamento;
- i) Seccionar massa: a massa é seccionada através de uma lâmina dando origem a pastilha de bastão detergente;
- j) Controle de seccionamento: o seccionador avança com sua lâmina até um pino guia atingir seu fim de curso;
- k) Ativar sistema de extração: assim que o seccionador atinge seu fim de curso, um CLP aciona o sistema de extração da pastilha;

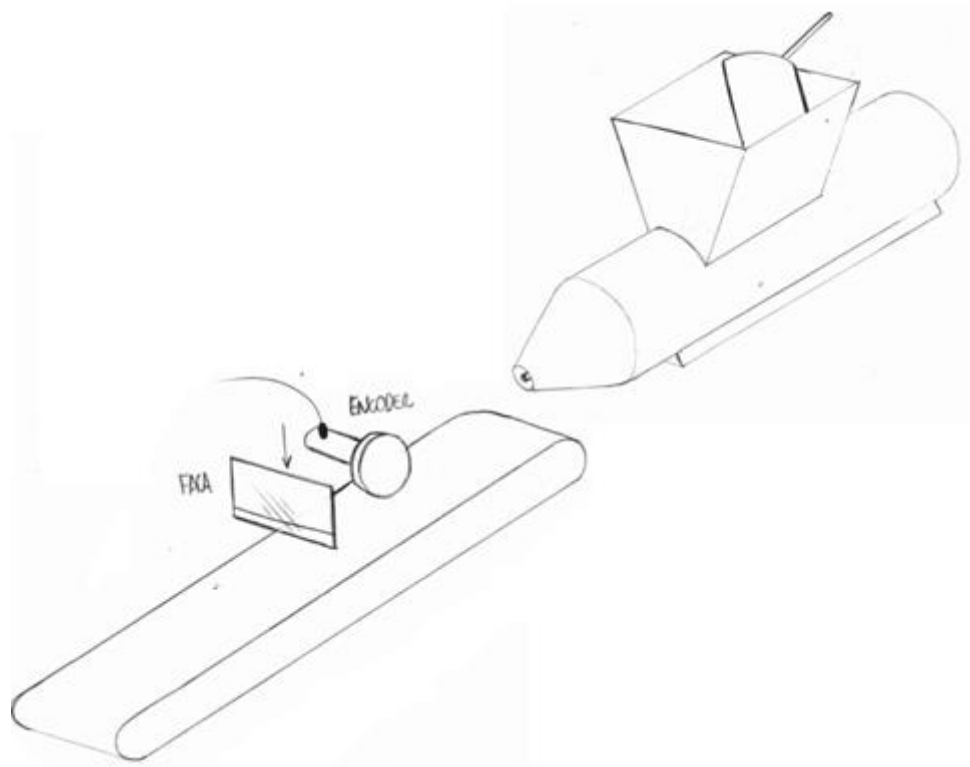


Figura 18 - Concepção 5

- l) Movimentar sistema de extração: o sistema de extração é movimentado através de um motor elétrico assim que o CLP for ativado;
- m) Extrair pastilha: a pastilha de bastão detergente é extraída através de uma esteira que encaminha as pastilhas produzidas.

A concepção 5 apresenta uma lâmina de corte vertical e um sensor de dimensões. O perfil do produto é extrusado e medido por um *encoder*. Nesse caso, o bocal da extrusora é facilmente trocado e as dimensões do produto são ajustadas no comando elétrico do equipamento. Esse equipamento apresenta duas principais dificuldades: i) uma é o corte em cima de uma esteira; e ii) a extração da massa da faca.

4.3.6 Concepção 6

A concepção nº 6 tem como princípio funcional o uso de um pistão que conduz a massa contra uma matriz de forma combinado com um seccionamento da massa através de uma lâmina. A Figura 19 apresenta um diagrama que ilustra a alternativa.

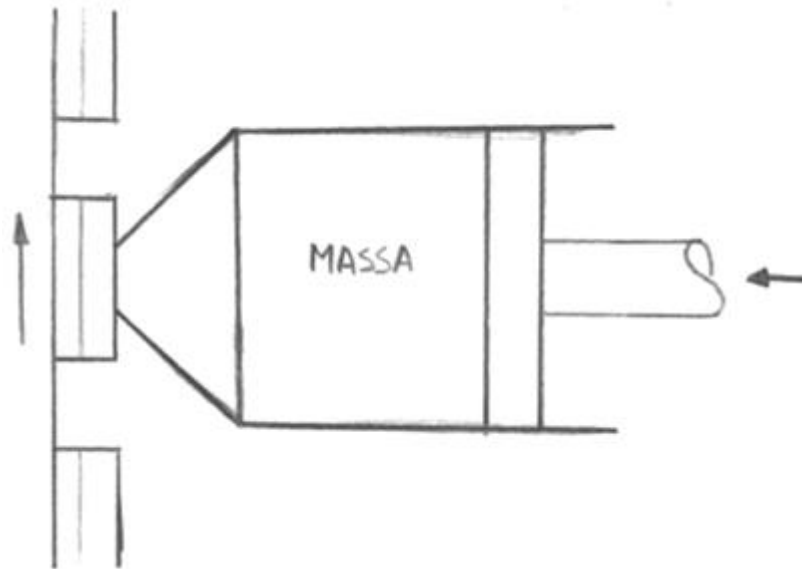


Figura 19 - Concepção 6

Esta concepção apresenta as seguintes características:

- a) Alimentar reservatório: a massa de bastão detergente é deslocada por uma alavanca até se alocar dentro do reservatório de massa;
- b) Conduzir massa: a massa de bastão detergente é conduzida por um pistão até alcançar o início da matriz de forma;
- c) Coletar informação: através de coletores mecânicos são capturados dados tais como temperatura, pressão e velocidade da massa que encontra-se dentro da máquina;
- d) Mostrar informação: as informações adquiridas através dos coletores mecânicos são mostradas em visores analógicos;
- e) Dar forma intermediária: a massa de bastão detergente tem sua forma intermediária definida através da compressão de massa contra a matriz de forma que possui uma haste interna para que mantenha um furo central na pastilha;
- f) Dosar massa: através de uma pressão constante aplicada pelo pistão e o controle do tempo, pode-se definir o momento em que a matriz de forma encontra-se com a pastilha formada de maneira intermediária;

- g) Ativar seccionador: ao atingir um determinado tempo pré-programado, um CLP aciona o movimento do seccionador;
- h) Movimentar seccionador: o seccionador se movimenta através do avanço de um pistão até atingir a massa de bastão detergente e realizar o seu seccionamento;
- i) Seccionar massa: a massa é seccionada através de uma lâmina dando origem a pastilha de bastão detergente;
- j) Controle de seccionamento: o seccionador avança com sua lâmina até atingir um sensor óptico;
- k) Ativar sistema de extração: assim que o seccionador aciona o sensor óptico, um CLP aciona o sistema de extração da pastilha;
- l) Movimentar sistema de extração: o sistema de extração é movimentado através de um pistão assim que o CLP enviar um sinal;
- m) Extrair pastilha: a pastilha de bastão detergente é extraída através de um pino que encaminha as pastilhas produzidas.

O processo, na concepção 6, torna-se lento por necessitar de um elevado número de operações para a formação cada pastilha. Outro ponto importante a ser frisado é o fato de ocorrer elevado contato com a matriz que dá formato do produto.

4.3.7 Concepção 7

A concepção nº 7 tem como princípio funcional o uso de uma calandra que define a espessura da pastilha combinado com um seccionamento da massa através de lâminas. A Figura 20 apresenta um diagrama que ilustra a alternativa.

Esta concepção apresenta as seguintes características:

- a) Alimentar reservatório: a massa de bastão detergente é deslocada por energia potencial gravitacional até se alocar dentro do reservatório de massa;
- b) Conduzir massa: a massa de bastão detergente é conduzida por uma calandra que define a espessura da massa que será formada;
- c) Coletar informação: através de sensores elétricos são coletados dados tais como temperatura, pressão e velocidade da massa que encontra-se dentro da máquina;

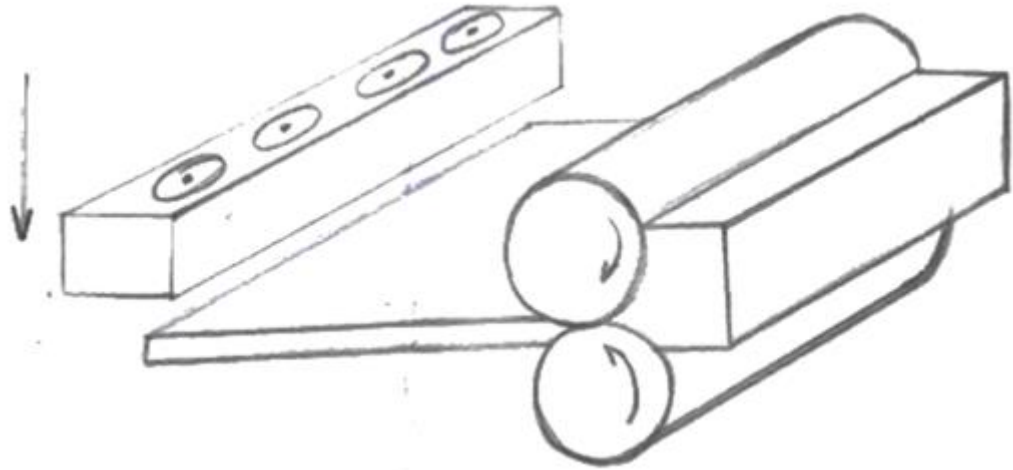


Figura 20 - Concepção 7

- d) Mostrar informação: as informações coletadas através dos sensores elétricos são mostradas em mostradores digitais;
- e) Dar forma intermediária: a massa de bastão detergente tem sua forma intermediária definida através da compressão de um conjunto de matrizes de forma que possuem uma haste interna para que mantenha um furo central na pastilha;
- f) Dosar massa: através de uma balança, pode-se definir o momento em que o conjunto de matriz de forma encontra-se com todas as pastilhas formadas de maneira intermediária;
- g) Ativar seccionador: ao atingir o peso pré-programado na balança, um CLP aciona o movimento do seccionador;
- h) Movimentar seccionador: o seccionador se movimenta através do avanço de um pistão até atingir a massa de bastão detergente e realizar o seu seccionamento;
- i) Seccionar massa: a massa é seccionada através de uma lâmina dando origem a pastilha de bastão detergente;
- j) Controle de seccionamento: o seccionador avança com sua lâmina até atingir seu fim de curso;
- k) Ativar sistema de extração: assim que o seccionador atingir seu fim de curso, um CLP aciona o sistema de extração da pastilha;

- l) Movimentar sistema de extração: o sistema de extração é movimentado através de uma cremalheira assim que o CLP enviar um sinal;
- m) Extrair pastilha: a massa de bastão detergente no formato final é extraída através de um pino que encaminha as pastilhas produzidas.

Essa concepção é muito interessante pelo fato de apresentar um processo diferente dos citados anteriormente. Porém, a alta taxa de reprocesso faz com que se assemelhe muito com o processo atual e, assim, contradiz os objetivos do trabalho.

4.3.8 Concepção 8

A concepção nº 8 tem como princípio funcional o uso de um pistão que conduz a massa contra um conjunto de matrizes de forma combinado com um seccionamento da massa através de uma lâmina. A Figura 21 apresenta um diagrama que ilustra a alternativa.

Esta concepção apresenta as seguintes características:

- a) Alimentar reservatório: a massa de bastão detergente é deslocada por energia potencial gravitacional até se alocar dentro do reservatório de massa;
- b) Conduzir massa: a massa de bastão detergente é conduzida por um pistão até alcançar o início do conjunto de matrizes de forma;
- c) Coletar informação: através de coletores mecânicos são adquiridos dados tais como temperatura, pressão e velocidade da massa que encontra-se dentro da máquina;
- d) Mostrar informação: as informações coletadas são mostradas em visores analógicos;
- e) Dar forma intermediária: a massa de bastão detergente tem sua forma intermediária definida através da compressão de um conjunto de matrizes de forma que possuem uma haste interna para que mantenha um furo central na pastilha;
- f) Dosar massa: através de um sensor fotovoltaico, pode-se definir o momento em que o conjunto de matrizes de forma encontra-se com todas as pastilhas formadas de maneira intermediária;



Figura 21 - Concepção 8

- g) Ativar seccionador: no momento em que o conjunto de matrizes de forma atinge o anteparo, um sensor fotovoltaico é acionado e envia um sinal ao CLP, assim que recebe o sinal do sensor fotovoltaico o CLP aciona o movimento do seccionador;
- h) Movimentar seccionador: o seccionador se movimenta através do avanço de uma cremalheira até atingir a massa de bastão detergente e realizar o seu seccionamento;
- i) Seccionar massa: a massa é seccionada através de uma lâmina dando origem a pastilha de bastão detergente;
- j) Controle de seccionamento: o seccionador avança com sua lâmina até atingir seu fim de curso;
- k) Ativar sistema de extração: assim que o seccionador atingir seu fim de curso, um rele é fechado e aciona o sistema de extração da pastilha;
- l) Movimentar sistema de extração: o sistema de extração é acionado através de um pistão assim que o rele é fechado;
- m) Extrair pastilha: a pastilha de bastão detergente é extraída através da ponta do pistão que desloca as pastilhas produzidas para fora do conjunto de matrizes de forma.

Esse processo produtivo é descontínuo, porém de alta produtividade. Nesse caso, dois pontos de dificuldade foram encontrados. A grande região de contato da massa com o equipamento dificulta a remoção e, as matrizes são utilizadas para apenas um produto, restringindo a flexibilidade de produção de outros itens.

4.3.9 Concepção 9

A concepção nº 9 tem como princípio funcional o uso de uma rosca-sem-fim que conduz a massa para um reservatório intermediário onde copos com fundo móvel dosam uma quantidade de massa combinado com um seccionamento/formação da massa em pastilha através de uma matriz de forma. A Figura 22 apresenta um diagrama que ilustra a alternativa.

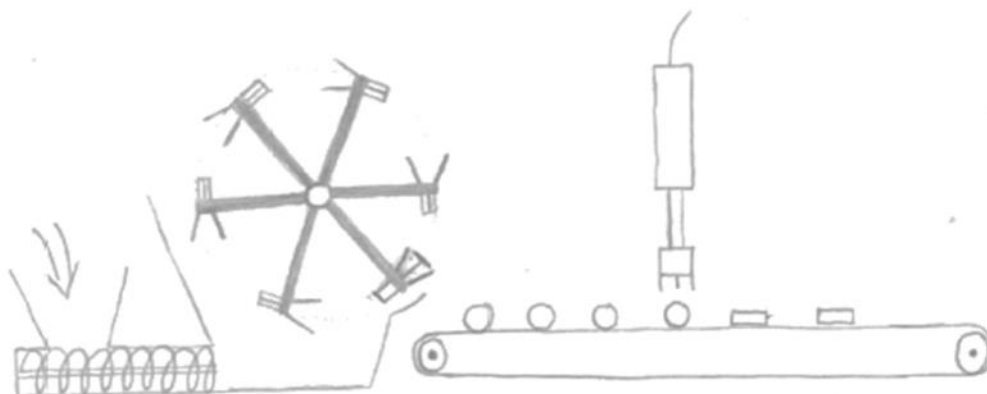


Figura 22 - Concepção 9

Esta concepção apresenta as seguintes características:

- Alimentar reservatório: a massa de bastão detergente é deslocada por energia potencial gravitacional até se alocar dentro do reservatório de massa;
- Conduzir massa: a massa de bastão detergente é conduzida por uma rosca-sem-fim até alcançar o reservatório intermediário;
- Coletar informação: através de testes manuais, com a ajuda de ferramentas, são coletados dados tais como temperatura, pressão e velocidade da massa que encontra-se dentro da máquina;

- d) Mostrar informação: as informações coletadas através dos testes manuais são mostradas nos próprios instrumentos utilizados (termômetro, manômetro,...);
- e) Dar forma intermediária: a massa de bastão detergente tem sua forma intermediária definida através do preenchimento de uma matriz de forma que possui um fundo móvel para que possa retirar a massa de dentro da matriz;
- f) Dosar massa: através de uma balança, pode-se definir o momento em que a matriz de forma encontra-se com a pastilha formada de maneira intermediária;
- g) Ativar seccionador: ao atingir o peso pré-programado na balança, um sinal é emitido e um microcomputador envia um sinal para acionar o movimento do seccionador;
- h) Movimentar seccionador: o seccionador se movimenta através de um motor elétrico até atingir a massa de bastão detergente e realizar o seu seccionamento;
- i) Seccionar massa: a massa é seccionada através de uma lâmina localizada na borda de uma matriz de forma dando origem a pastilha de bastão detergente;
- j) Controle de seccionamento: o seccionador avança com sua lâmina até atingir seu fim de curso;
- k) Ativar sistema de extração: assim que o seccionador atingir seu fim de curso, um relé é fechado e aciona o sistema de extração da pastilha;
- l) Movimentar sistema de extração: o sistema de extração é movimentado através de um motor elétrico assim que o rele é fechado;
- m) Extrair pastilha: a pastilha de bastão detergente é extraída através de uma esteira que encaminha as pastilhas produzidas.

O equipamento descrito é um conceito muito criativo, onde o produto é produzido a partir de dois processos distintos. Nesse caso, ocorrem dificuldades em componentes mecânicos e de sincronia entre os dois processos.

4.4 SELEÇÃO DA SOLUÇÃO

Para selecionar a concepção com maior encaixe com os requisitos, e que melhor implementasse a função desejada, utilizou-se a Matriz de Pugh Modificada.

Esta matriz utiliza os requisitos de projeto como objetos de comparação entre as concepções desenvolvidas, visto que, avaliando os requisitos de projeto ao invés das necessidades do cliente tem-se um refino maior no comparativo entre as alternativas. Todas as concepções foram colocadas lado a lado em colunas e foi escolhida a concepção 3 como referência. Os itens dos requisitos de projeto foram avaliados um a um utilizando a referência como base de comparação. O sinal de (+) representava que a concepção que estava sendo avaliada era melhor, em determinado item, que a referência. Caso contrário, recebia o sinal de (-). No caso de ocorrer uma equivalência entre as soluções, ela receberia o sinal de (0).

Estes sinais, multiplicados pelo peso de cada um dos itens, sendo que o sinal de (+) representa o valor (1), o sinal de (-) representa o valor (-1) e o sinal de (0) representa o valor (0), nos demonstra o quanto vale cada item em cada uma das concepções. O peso dos itens foi obtido na casa da qualidade quando verificou-se o grau de importância dos requisitos de projeto para o cliente.

A concepção que recebesse o maior somatório entre todas, seria considerada a com maior potencial de implementação e com maiores chances de alcançar os objetivos do projeto. Após todas as discussões e avaliações, chegou-se que a concepção número 5 foi a escolhida, conforme Apêndice F.

4.5 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO SELECIONADA

Como essa etapa do projeto se trata da fase conceitual, as dimensões dos componentes e características particulares não estão sendo representadas de forma detalhada e em escalas reais. A partir da solução selecionada, busca-se representar o posicionamento dos componentes principais, a fim de organizar cada componente dentro de um conjunto para facilitar o entendimento de funcionamento.

A Figura 23 representa o layout do equipamento com a posição aproximada de cada sistema. O acionador elétrico gera uma rotação a qual é transferida para a lâmina por um eixo excêntrico. A mesma executa um movimento linear vertical. Está, também, representada a posição aproximada do *encoder*, o qual permite que haja uma redução no erro de captura de sinal a partir das variações de velocidade de extrusão.

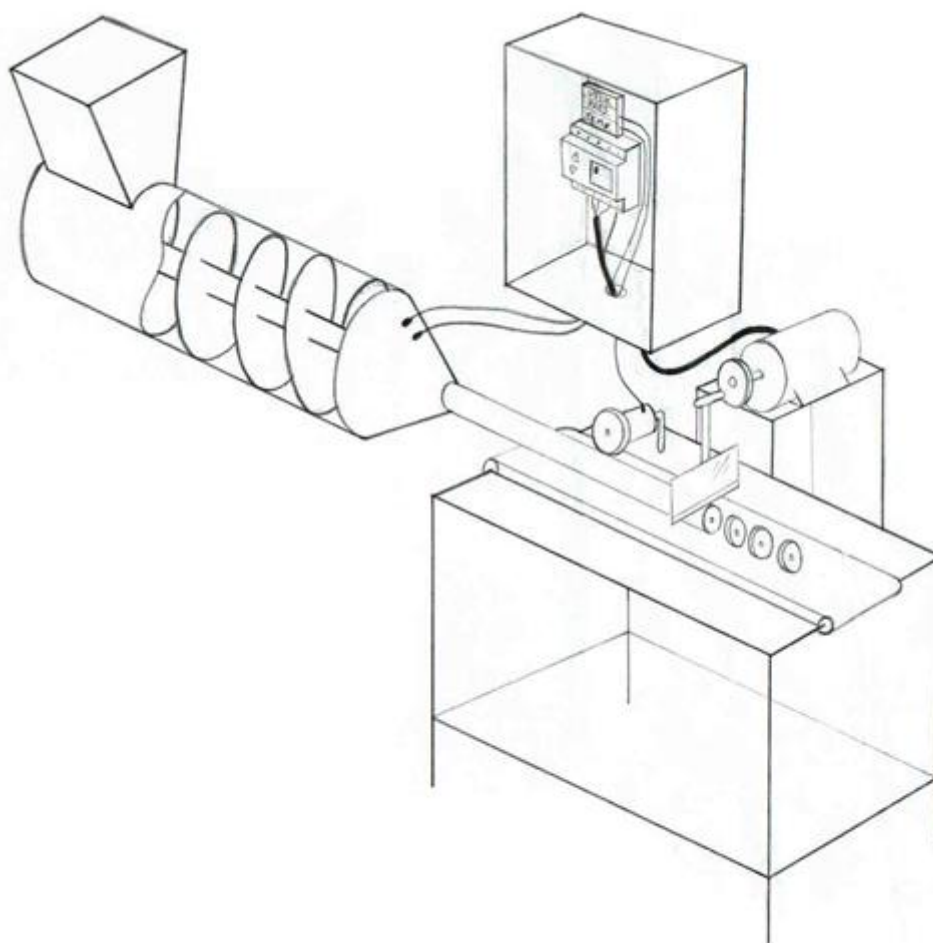


Figura 23 - Layout da concepção selecionada

A figura 23 pode auxiliar no processo preliminar de definições e dimensionamento do equipamento como um todo.

5 PROJETO PRELIMINAR E PROJETO DETALHADO

Com a geração e seleção da concepção, chega-se ao ponto de desenvolver tecnicamente a solução proposta. Os propagadores de restrição e premissas para elaboração do projeto são detalhados nessa etapa. Esta fase terá a definição dos componentes comerciais e detalhamento dos desenhos técnicos de cada peça criada.

5.1 PROPAGADORES DE RESTRIÇÃO

Desde o início da geração da matriz morfológica, não se pode evitar a utilização de componentes já criados inicialmente, padronizados e encontrados comercialmente. Esses possuem dimensões já definidas pelo fabricante, os quais devem ser levados em conta na hora de dimensionar as junções, buscando adaptar da melhor forma possível os elementos a serem construídos. Nesse caso, pode-se citar a extrusora existente na empresa, pois a mesma será utilizada para realização de testes e não será dimensionada junto com o protótipo. O Quadro 4 explicita os propagadores de restrição identificados no projeto.

Propagador de Restrição	Elemento influenciado
Dimensões do produto	- Dimensões do bocal - Dimensões da máquina de corte
Dimensões da extrusora	- Altura da máquina de corte
Rolamentos	- Diâmetro dos eixos
Servomotor	- Torque - Velocidade - Voltagem - Suporte de fixação
Motor elétrico	- Tensão de alimentação - Rotação na saída - Caixa de redução
<i>Encoder</i>	- Resolução (Quantidade de pulsos) - Diâmetro do eixo - Suporte de fixação

Quadro 4 - Propagadores de restrição (continua)

(continuação)

CLP	- Número de entradas/saídas - Tensão de alimentação
Sensores	- Sensibilidade - Faixa de medição - Tipo de medição

Quadro 4 - Propagadores de restrição

Nas seções a seguir serão descritos os propagadores. Alguns serão definidos posteriormente, por exemplo, rolamentos, motores elétricos, controlador lógico programável, *encoder* e sensores.

5.1.1 Características do produto

As características do produto são bastante importantes para dar início ao projeto do equipamento de corte. As dimensões do produto são utilizadas para gerar as principais dimensões do equipamento. Essas dimensões foram citadas no capítulo 2 deste trabalho, com o objetivo de conhecer melhor as principais características do produto.

Uma característica importante para adquirir um bom conhecimento da massa é a adesividade. Após entrevista com os colaboradores da empresa, foi descrito que, atualmente, utiliza-se água para desmoldar a massa da forma de corte. Com o objetivo de conhecer melhor esse processo, foram realizados testes para mensurar a efetiva atuação da água como desmoldante. Para isso foi utilizado um dinamômetro caseiro – elaborado com duas réguas e uma borracha de dinheiro –, um peso padrão com 0,6kgf, uma lâmina de aço inox, seis corpos de prova de massa de bastão detergente, uma garrafa e um copo volumétrico. Esses materiais estão expostos na Figura 24.

A garrafa foi preenchida com duas medidas conhecidas de água, e a mesma foi suspensa no dinamômetro. Com isso, foi possível encontrar o coeficiente elástico da borracha, o qual é 27,25 N/m. Posteriormente, um corpo de prova foi posicionado sobre a lâmina de aço inox e o peso padrão foi solto a uma altura de 0,5m, sobre o mesmo. Dessa maneira, pode-se padronizar a pressão aplicada na massa e a adesi-



Figura 24 - Materiais utilizados no teste de efetividade da água como desmoldante

vidade entre a massa e a lâmina. Com o dinamômetro circundando o corpo de prova, foi estipulado o deslocamento da borracha necessário para desmoldar a massa e, assim, encontrada a força necessária para deslocar o corpo de prova. Este procedimento está demonstrado na Figura 25.



a) Parametrização do coeficiente da mola utilizando uma massa conhecida



b) Peso padrão é solto para criar adesividade igual para todos os corpos de prova



c) Utilização do dinamômetro para circundar e deslocar o corpo de prova

Figura 25 - Procedimento do ensaio de tração

Esse procedimento foi repetido três vezes para duas situações adversas. São elas: i) superfície seca; e ii) superfície úmida pela pulverização de água. Os resultados encontrados estão expostos no Quadro 5.

Medidas	Superfície Seca	Superfície Úmida
1	0,9265N	0,5995N
2	1,09N	0,436N
3	1,0627N	0,4087N
Médias	1,0264N	0,4814N

Quadro 5 - Resultado dos testes de adesividade de massa de bastão detergente

A média das três medições comprova que uma pequena quantidade de água reduz pela metade a força necessária para desmoldar a massa de bastão detergente. A partir desses resultados, define-se a necessidade de pulverização de água durante o processo de corte da massa.

5.1.2 Características da extrusora

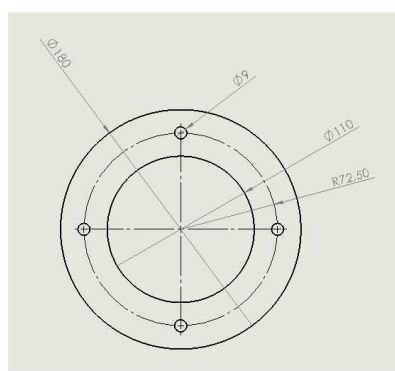
O projeto define a utilização de uma extrusora para pré-formar a massa de bastão detergente. Porém, esse equipamento não será dimensionado pois a empresa possui uma extrusora e não deseja investir numa máquina como esta. Dessa forma, a extrusora existente torna-se um propagador de restrição. O bocal para dar forma a massa deve possuir dimensões para encaixar perfeitamente com a saída da extrusora, a qual possui dimensões expostas na Figura 26. A máquina de corte deve possuir também uma altura que permita acoplamento com a extrusora. Esta altura é de 800mm.

5.2 PREMISSAS DO PROJETO

Para o projeto do dispositivo, serão utilizados materiais que possuam resistência à corrosão para que seja atendido um dos pedidos do cliente em relação às partes da máquina que entram em contato com a massa de bastão detergente. Desta forma, pode ser evitado que a oxidação devido ao tempo de uso não entre em contato com a massa e assim, evita-se a contaminação da matéria-prima.

Além disso, serão utilizadas peças padronizadas no mercado sempre que possível para facilitar a manutenção e troca de peças caso seja necessário.

Há uma preocupação quanto à quantidade de peças e componentes de união, para que seja o mínimo possível e, assim, atendam a mais um pedido do cliente. Um número reduzido de ações do operador e regulagens do equipamento também é desejado. Assim, será dada uma atenção especial para que este requisito seja cumprido.



a) Desenho das dimensões da flange da extrusora



b) Representação da altura do bocal da extrusora

Figura 26 - Dimensões da extrusora

5.3 DEFINIÇÃO DE COMPONENTES

Esta seção especifica os componentes comerciais que serão utilizados no equipamento e não serão desenvolvidos pela equipe. Os equipamentos foram selecionados pela empresa Casa Faísca, empresa que presta serviços de automação industrial e foi contratada pela equipe para este serviço. Serão descritos todos esses equipamentos assim como os critérios que foram levados em conta para a seleção dos mesmos.

5.3.1 Componentes elétricos

Serão especificados e descritos nas próximas seções os componentes elétricos do projeto, assim como seu funcionamento dentro do equipamento.

5.3.1.1 Servomotor

Para a seleção do servomotor, foi levado em conta o fator de tempo de resposta. A necessidade de um tempo de resposta rápido mostrou-se necessário devido a precisão na quantidade de matéria-prima destinada a cada unidade de pastilha de bastão detergente.

A dinâmica do processo e o funcionamento sucessível fizeram com que fosse escolhido um servomotor robusto e de alta durabilidade. O servomotor escolhido é da marca Siemens, modelo 1FL5060-0AC21-0AG0 que possui as características descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Características do servomotor selecionado

Características	Valor
Tensão	220 V
Características sem carga	
Corrente	4 A
Máxima Eficiência	
Rotação	2000 rpm
Corrente	8 A
Torque	8 Nm
Potência consumida	800 W
Potência efetiva	764 W
Peso	8,6 kgf

Fonte: Siemens (2011)

5.3.1.2 Conjunto esteira

O equipamento possui uma esteira para condução da massa e extração dos produtos finais. Ela é composta por um motor, uma caixa de redução e um inversor de frequência. O motor é trifásico de 0,25cv, do fabricante Siemens. A caixa de redução, do fabricante Bonfiglioli, possui um flange para acoplar o motor trifásico e

tem uma relação de transmissão 1/35, com eixo de saída ortogonal ao eixo de entrada. O principal componente desse conjunto é o inversor de frequência, a principal função é flexibilizar a velocidade da esteira, para um melhor ajuste em relação à velocidade de extrusão. O inversor de frequência selecionado foi o SIMATIC V20, do fabricante Siemens para motores de até 0,5cv. Esse elemento é simples, tendo como principais funções a variação na velocidade do motor e definições de parâmetros como rampa de aceleração de partida. Todos esses equipamentos são exibidos na Figura 27.



Figura 27 - Equipamentos do conjunto esteira
 FONTE: (SIEMENS, (2012); BONFIGLIOLI, (sd)).

5.3.1.3 Controle Lógico Programável

O controle lógico programável selecionado para esse trabalho foi o SIMATIC S7-1200 (Figura 28). Nesse caso, o CLP tem a função de controlar os sinais emitidos pelo *encoder* e enviar um pulso para o servomotor que atua por intermédio

de seu driver. Esse CLP foi utilizado em função da necessidade de controle do servo motor por necessidade de saídas rápidas. O mesmo possui duas entradas e duas saídas analógicas, 14 entradas e dez saídas digitais. Segundo o fabricante, a Siemens, o tempo de execução das operações é de 85ns, sendo assim abaixo de CLP's convencionais. O componente em questão possui uma comunicação rápida, fácil e flexível, podendo dessa forma ter interligação com os outros componentes do sistema elétrico.



Figura 28 - CLP SIMATIC S7-1200
FONTE: SIEMENS (2012)

5.3.2 *Encoder Incremental*

O *encoder* incremental será utilizado nesse projeto com o objetivo de mensurar o tamanho desejado de massa de bastão detergente a ser cortado. O *encoder* selecionado é o CES140 (Figura 29), da fabricante Composul, esse componente possui até 1024 pulsos e tensão de alimentação de até 28V, em corrente contínua. Após a massa de bastão detergente passar por uma pré-forma, a mesma será direcionada através de uma esteira para que possa ser cortada. Antes que ocorra o corte, a massa entra em contato com o disco do *encoder*. Uma quantidade de pulsos é definida e quando alcançada emite um sinal para que o servomotor execute o corte da massa. Nesse caso, o componente foi utilizado como sensor de tamanho, devido sua precisão, e para que ocorra a diminuição na variação da velocidade de extrusão da massa.

5.3.2.1 Sensores

Para que sejam coletados dados e definidas as ações a serem tomadas pelo equipamento, faz-se necessário a instalação de alguns sensores. São eles: sensor de posição que será instalado junto ao eixo de movimentação da faca, sensor da tampa superior do equipamento e sensores de temperatura e pressão da massa de bastão detergente.



Figura 29 - Encoder CES140
Fonte: COMPOSUL (2013)

Todos estes sensores serão ligados ao painel elétrico do equipamento e alimentarão com dados componentes tais como: driver do servo motor e mostradores digitais. A seguir, será descrita de forma sucinta a escolha de cada um dos sensores e suas funções.

5.3.2.1.1 Sensor de posição

Este sensor será disposto junto ao eixo de movimentação da faca e será utilizado como referencial ao servo acionamento. Através do sinal enviado por ele é possível saber qual a posição em que se encontra a faca de cisalhamento e qual o sinal que o driver precisa enviar ao servo motor para que o movimento ocorra conforme foi programado.

Será utilizado um sensor comum dois fios 220 V. Na Figura 30 pode-se observar um modelo genérico deste tipo de sensor.

5.3.2.1.2 Sensor da tampa superior

O funcionamento deste sensor está diretamente ligado a segurança do operador e do equipamento. Ele será instalado na tampa superior da máquina que será feita de acrílico, permitindo a visualização do processo sem que permita o acesso do operador à região de corte da massa.



Figura 30 - Modelo genérico de sensor comum dois fios 220 V

Fonte: AB, (2013).

Este sensor será ligado ao *driver* do servo motor e enviará um sinal para o acionamento do freio sempre que a tampa superior for levantada. Isso permitirá que os operadores trabalhem com o equipamento e acessem a região de corte da massa de bastão detergente sempre que necessário sem que haja o risco de acidentes.

5.3.2.1.3 Sensores de temperatura e pressão

Estes sensores serão instalados no bocal de extrusão do equipamento de uma forma que permita a coleta dos dados de temperatura e pressão da massa de bastão detergente e possa enviar os sinais diretamente para os leitores digitais que serão instalados no painel da máquina.

Esses dados são de fundamental importância para que se tenha um monitoramento do comportamento da máquina e da massa que se encontra em seu interior, permitindo que o operador analise e pare a máquina sempre que notar alguma anormalidade no processo.

5.3.2.2 Botões

Serão utilizados botões para as principais funções do equipamento, tais como liga e desliga da esteira e do sistema de corte, *reset* do sistema de corte e o botão de emergência que desliga a máquina completamente.

Tais botões serão inseridos no equipamento devido ao grande número de acionamento das devidas funções a fim de evitar desgaste na tela *touch screen* do painel.

5.4 CONCEPÇÃO FORMALIZADA

Para auxiliar no desenvolvimento do equipamento e dimensionamento dos principais componente, a equipe utilizou o software de modelamento em três dimensões SolidWorks. A partir do dimensionamento e montagem de todas as peças é possível ter uma noção da organização e posicionamento de cada componente.

Nessa seção, serão descritos os principais elementos que compõem a máquina, expondo, dessa forma, as características peculiares de cada etapa do processo de dimensionamento, buscando ao final a concepção dimensionada para construção do protótipo.

5.4.1 Estrutura

A base de todo o projeto está relacionada com os propagadores de restrições. Assim a estrutura da máquina foi dimensionada a partir da extrusora existente na ADESUL. A altura da máquina de corte é a principal medida, sendo de 800mm. A estrutura foi construída quase em sua totalidade com aço ABNT 1020 em cantoneiras de 38,10mm (1 1/2"). Na Figura 31, está exposto o modelamento da estrutura final.

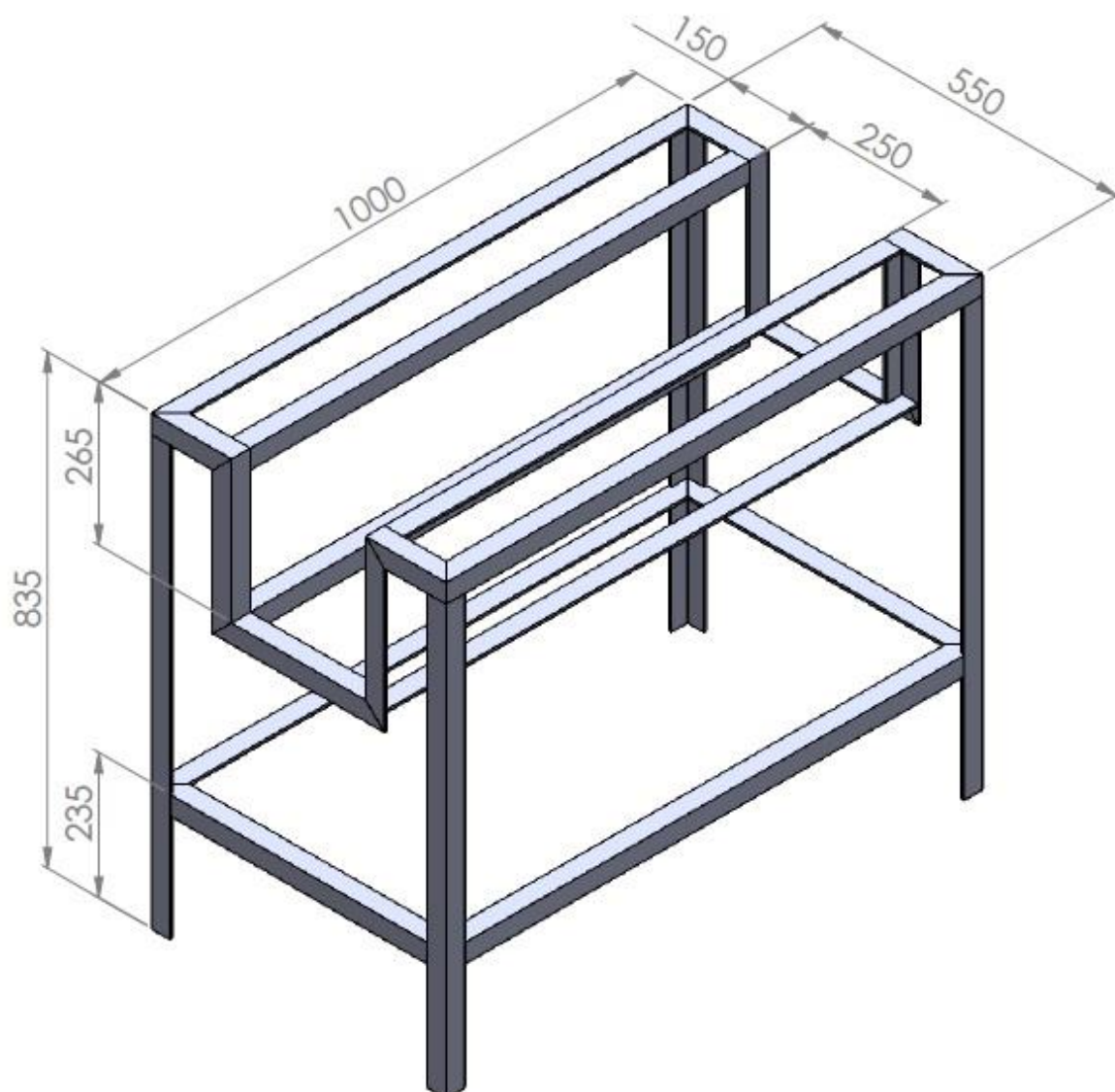


Figura 31 - Modelo dimensionado da estrutura do dispositivo de corte

A principal preocupação para esse dimensionamento foi com a questão da vibração da máquina. Por atuar com um processo cíclico, buscou-se uma estrutura robusta que não sofresse interferência da vibração do processo de corte. A seleção da cantoneira de aço de 38,10mm ($1\frac{1}{2}$ "') partiu da disponibilidade no almoxarifado da empresa. Quanto à corrosão, a estrutura receberá tratamento químico e, posteriormente, passará por processo de pintura a pó eletrostática. Todos os demais

componentes estruturais serão confeccionados com aço inox, como por exemplo, chapa superior e chapas laterais.

5.4.2 Sistema de Esteira e Direcionadores

A massa de bastão detergente será conduzida por uma esteira no comprimento total do equipamento. Essa esteira estará posicionada no rebaixo localizado no centro da estrutura. O sistema será acionado por um motor trifásico acoplado em uma caixa de redução, os quais foram descritos anteriormente na secção 5.3.1.2. Um esticador será construído para que a esteira seja regulada e possíveis folgas sejam compensadas. A velocidade da esteira poderá ser ajustada devido ao inversor de frequência ligado ao motor trifásico. A preocupação com futuras manutenções nesse sistema fizeram com que a equipe buscasse uma melhor maneira de acoplar os demais componentes. Portanto, duas chapas centrais serão utilizadas para facilitar o processo de desmontagem e troca da esteira.

Os direcionadores que auxiliam no deslocamento da massa serão confeccionados em *nylon*, com eixos e rolamentos blindados em aço inox, evitando problemas de corrosão, conforme a Figura 32. Serão posicionados quatro direcionadores verticais e dois direcionadores horizontais. Esses serão fixados na chapa superior lateral para que possam permanecer intactos na troca de peças da esteira. O sistema de direcionamento permite que diferentes perfis de produtos sejam seccionados, pois terá uma ampla faixa de regulagem.

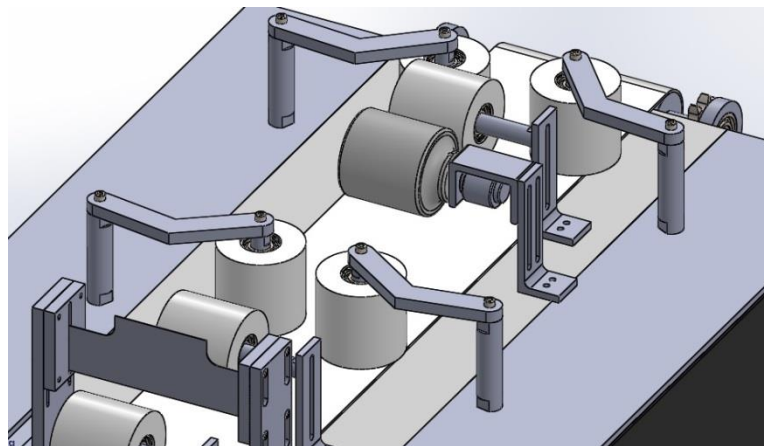


Figura 32 - Vista parcial dos principais direcionadores de massa de bastão detergente

5.4.3 Sistema para Dar Forma e Corte

Esse equipamento possui como principal sistema o corte da massa pré-formada que sai do bocal de extrusão. O início do mesmo acontecerá na saída da extrusora onde a massa será conformada por um bocal que possui o perfil do produto. Esse bocal está representado na Figura 33.

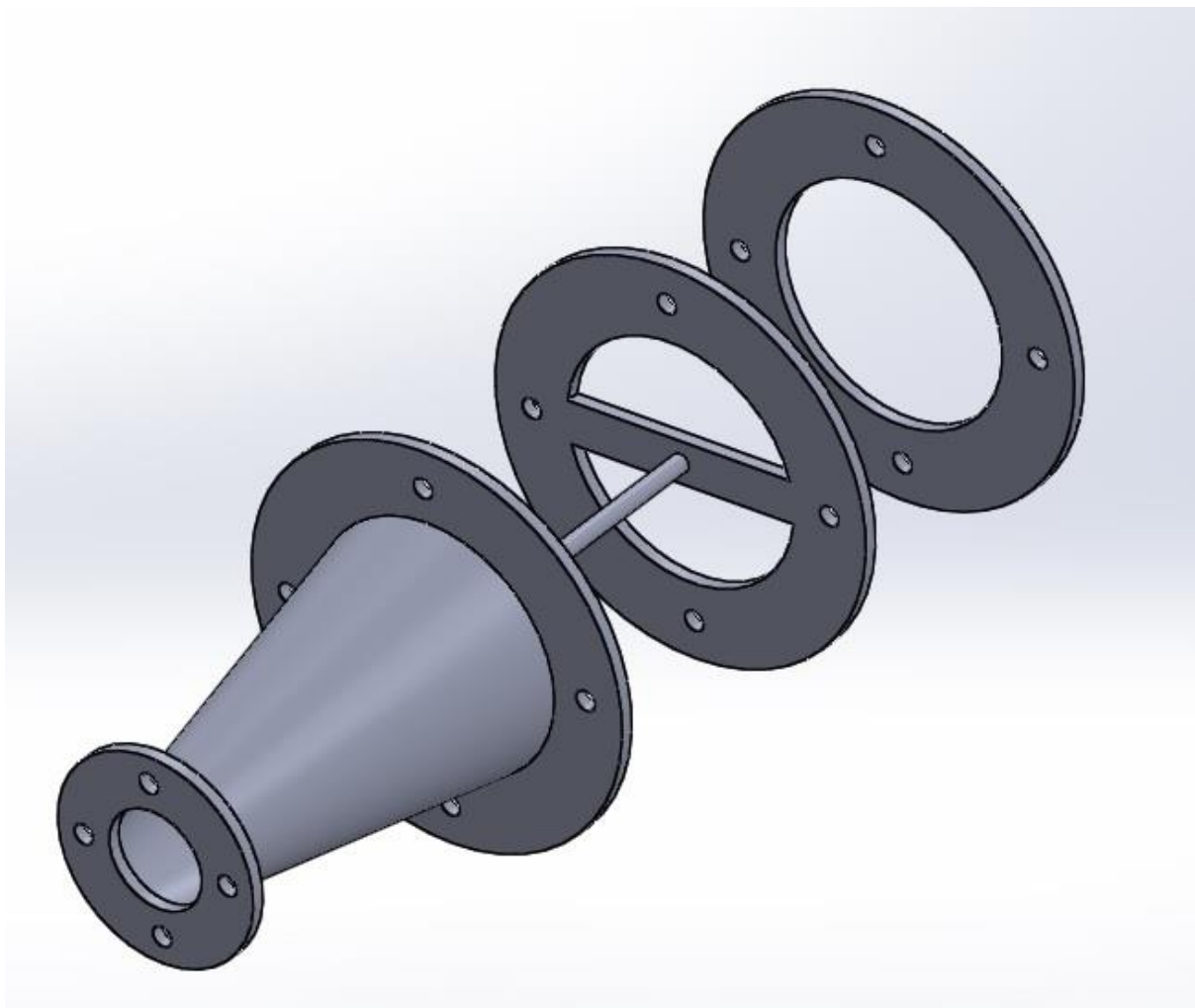


Figura 33 - Montagem esquemática do bocal na saída da extrusora

A quantidade de massa extrudada varia diretamente com a quantidade colocada dentro da extrusora. Portanto, para redução dessas variações elevadas será utilizado um *encoder* no processo de mensuração do tamanho do produto final. O *encoder* irá medir, pela rotação do seu disco, a largura da pastilha de PRATIC, e, assim, emitir um sinal para acionar o servomotor, que estará acoplado a

um eixo excêntrico que comanda a faca de corte. O sistema está mostrado na Figura 34.

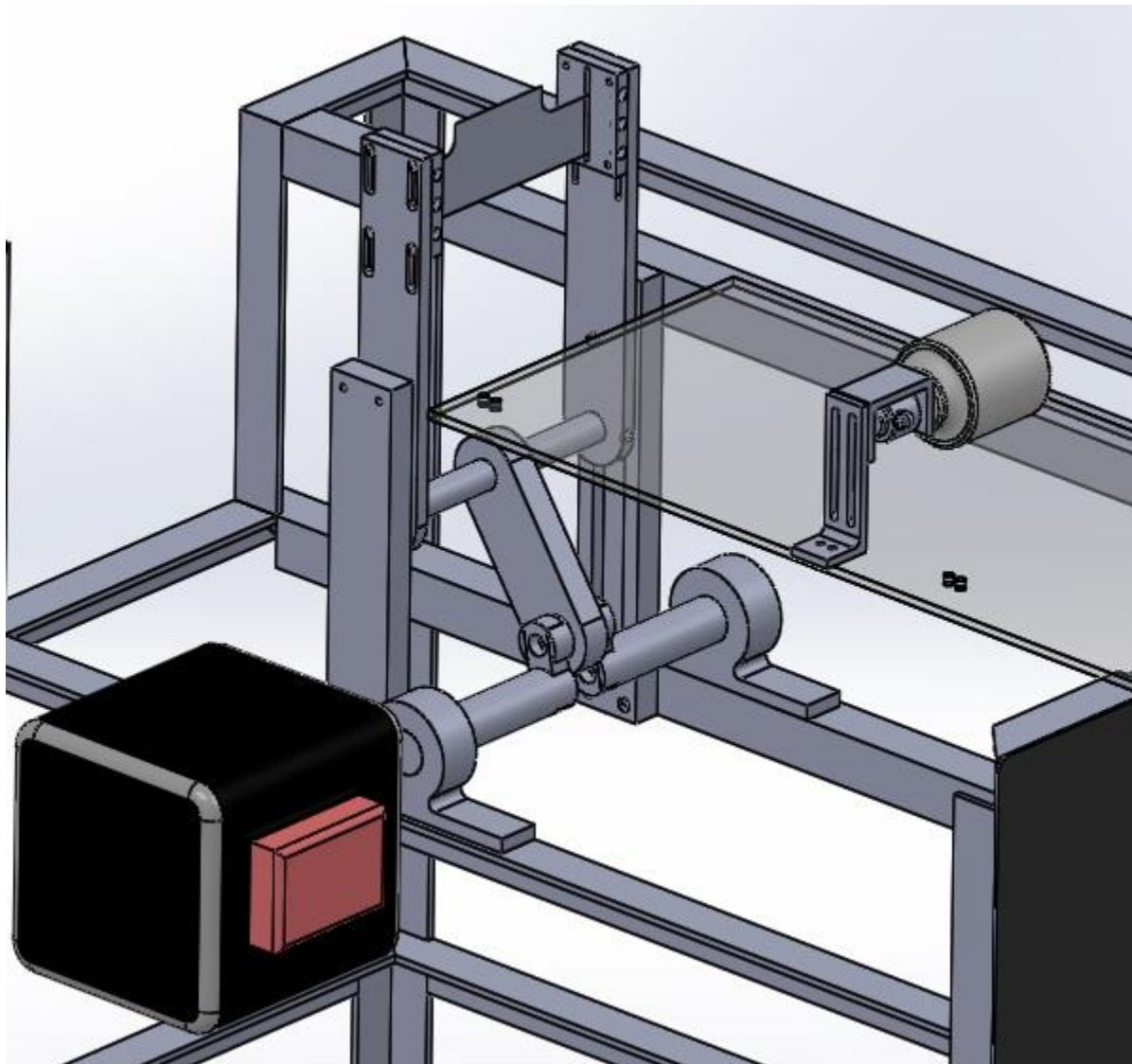


Figura 34 - Sistema de acionamento da faca e posição do *encoder*

5.4.4 Concepção montada

A união de todos os principais sistemas do equipamento resulta na concepção final. Com um sistema de corte em alta velocidade e, com frequentes ciclos, tornou-se necessário o dimensionamento de uma proteção em acrílico com 6mm de espessura para evitar danos aos operadores. Essa proteção está ilustrada na Figura 35.

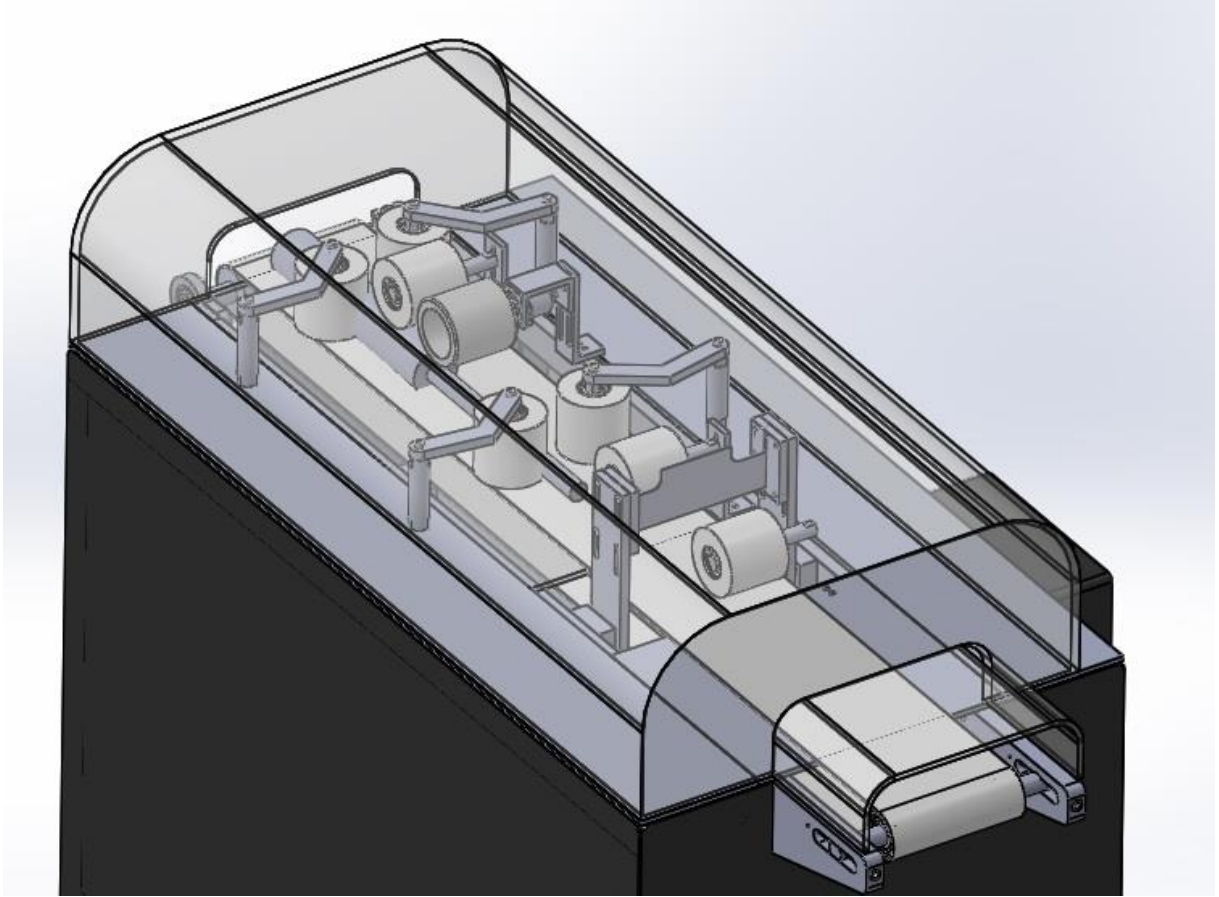


Figura 35 - Proteção do dispositivo, visando evitar possíveis acidentes

A figura 36 demonstra as principais vistas da concepção formalizada. Na vista frontal é possível indicar o caminho no qual a massa de bastão detergente será direcionada. Também, é possível visualizar uma perspectiva do sistema de acionamento do corte. Na vista lateral pode-se ter uma noção do espaçamento utilizado entre cada direcionador e a posição do servomotor. A mais importante é a vista superior, onde evidencia-se todo o caminho realizado pela massa de bastão detergente. Nesse caso, tem-se uma noção do que o operador irá visualizar durante o funcionamento do equipamento.

5.5 DESENHOS DO EQUIPAMENTO

Após todo o dimensionamento, o projeto alcança a etapa de detalhamento. Nesta, são produzidos os desenhos de produto acabado e de fabricação. São indicadas as tolerâncias dimensionais e demais recomendações. Todas as peças

estão dimensionadas e expostas conforme as normas de desenho técnico da ABNT. Todos os desenhos estão contidos no Apêndice H.

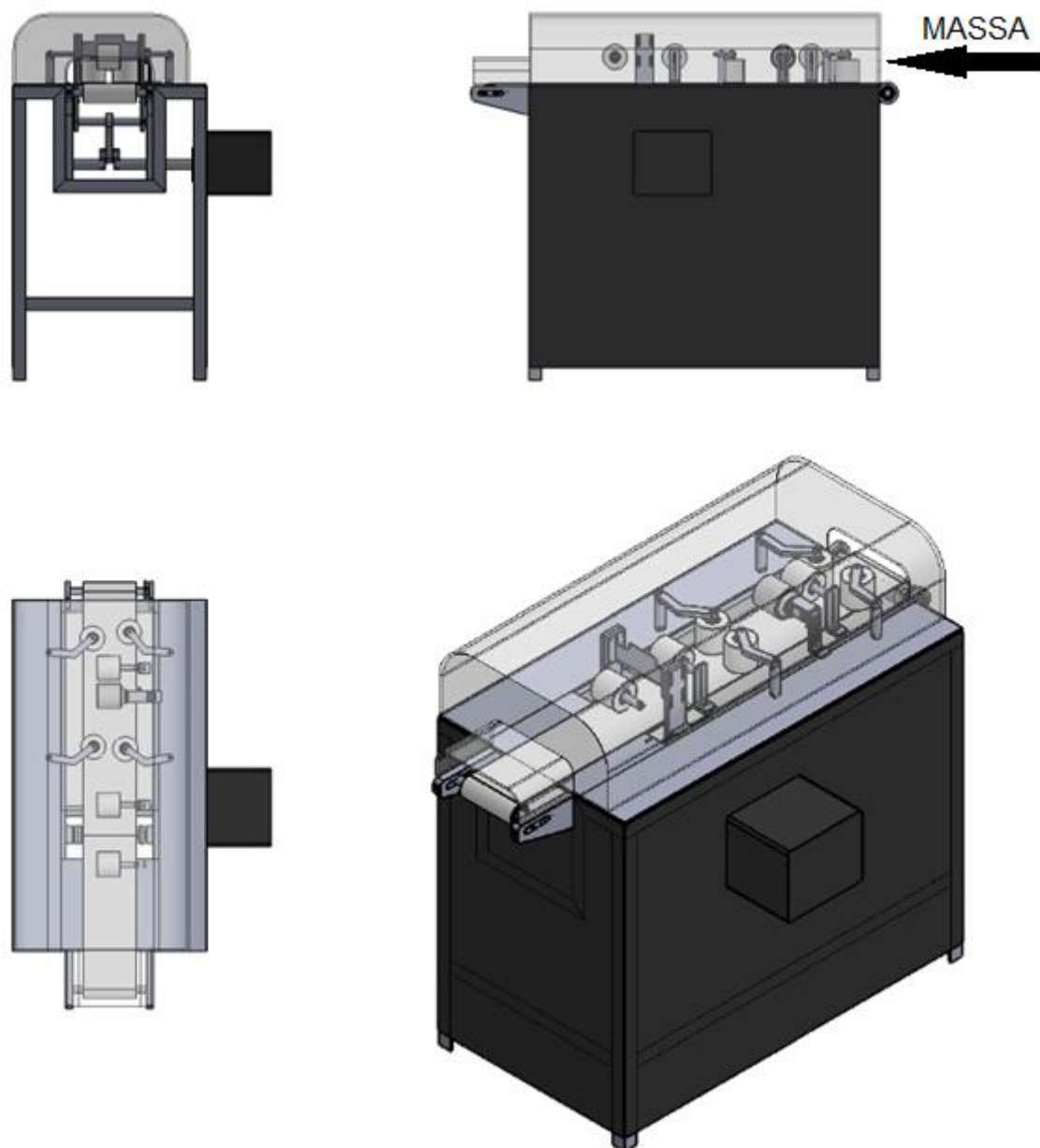


Figura 36 - Vistas do equipamento finalizado

6 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO E TESTES PRELIMINARES

Posteriormente às etapas dos projetos conceitual, preliminar e detalhado, iniciou-se a construção do protótipo. Nesta fase permite-se encontrar possíveis adaptações, para aprimorar o produto. As mesmas alteram o dimensionamento dos componentes projetados para que se torne possível a construção do dispositivo final. Muitas dessas adaptações são resultados da falta de visualização total do equipamento no software utilizado pela equipe, pois dentro da fase de dimensionamento, nem todas as limitações de fabricação são levadas em consideração. Dessa forma, a construção explicita a necessidade de mudança de alguns componentes. Sendo assim, neste capítulo será detalhado todo processo de construção e adaptação do projeto.

6.1 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Depois de todos os desenhos revisados e impressos, uma empresa de usinagem foi contratada para confecção de todos os componentes estruturais e mecânicos do protótipo. Para que ocorresse a fabricação da melhor maneira possível, a equipe montou um cronograma de confecção dos componentes. Este obedeceu a ordem a seguir:

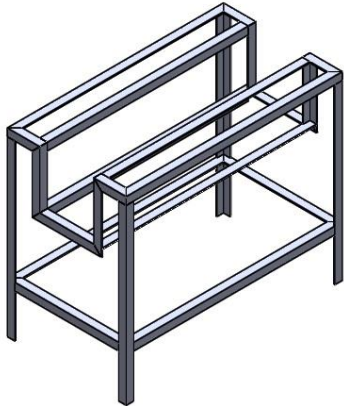

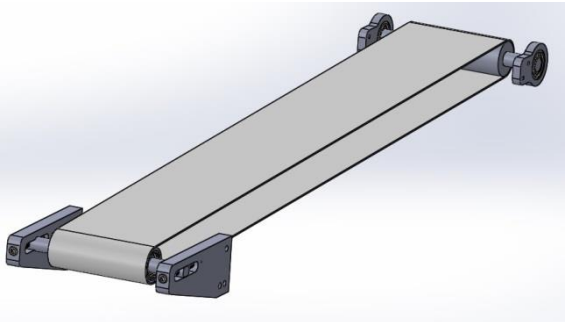
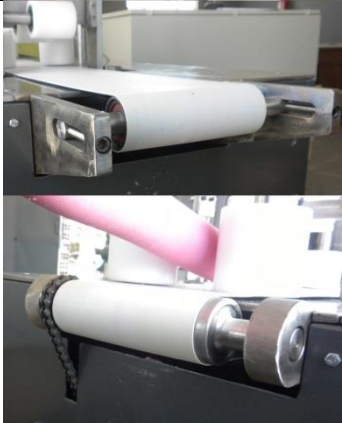
- a) Confecção da estrutura da máquina;
- b) Usinagem e instalação do sistema de esteira;
- c) Posicionamento e fixação das chapas superiores;
- d) Usinagem, montagem e posicionamento de todos os direcionadores;
- e) Usinagem, montagem e fixação do sistema de corte; e,
- f) Instalação dos componentes de proteção.

Todos os propagadores de restrição, tais como, servomotor, *encoder*, mancais, conjunto motoredutor e rolamentos, estavam presentes, junto à empresa, desde o início da fabricação para facilitar os ajustes dos mesmos no equipamento de corte de

massa de bastão detergente. Esta decisão da equipe auxiliou muito no alinhamento dos eixos e, também, na fixação dos componentes na estrutura do protótipo. Com métodos de fixação focados nas futuras folgas, tornou-se possível a execução de possíveis ajustes devido ao desgaste dos componentes em regime de trabalho.

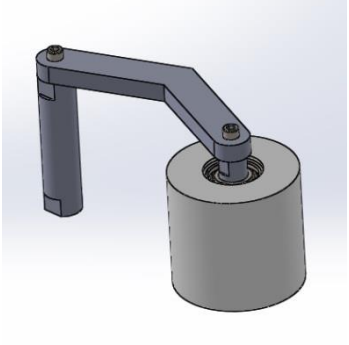

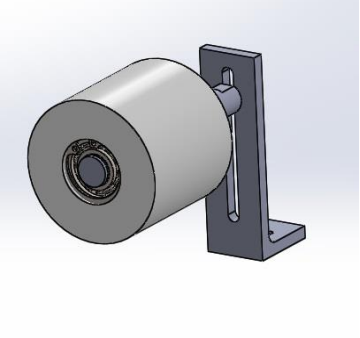

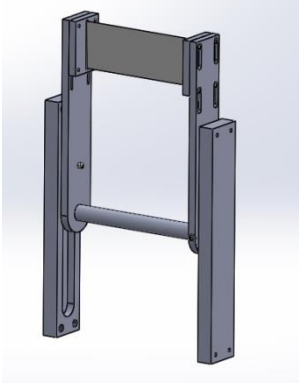
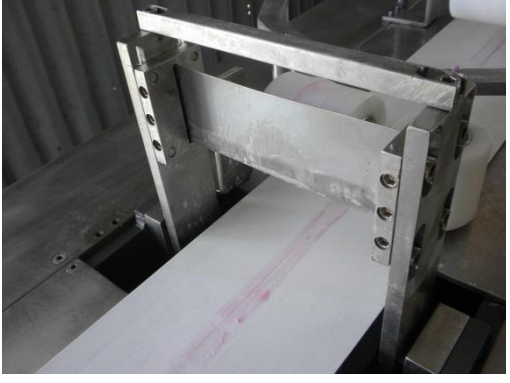
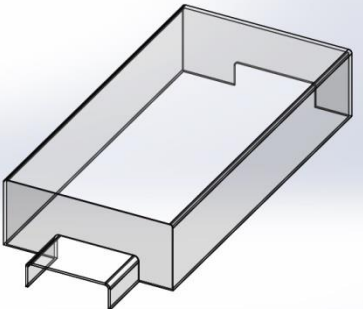

6.2 RESULTADOS DA FABRICAÇÃO

Nesta seção, serão apresentados os modelos em CAD, utilizados para a fabricação dos componentes e, em seguida, os componentes fabricados e montados. No Quadro 6, estão posicionados sequencialmente o desenho técnico e a foto do conjunto montado.

Modelo CAD	Protótipo
Estrutura	
	
Conjunto Esteira	
	

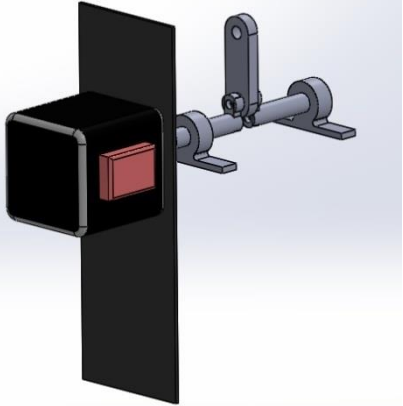

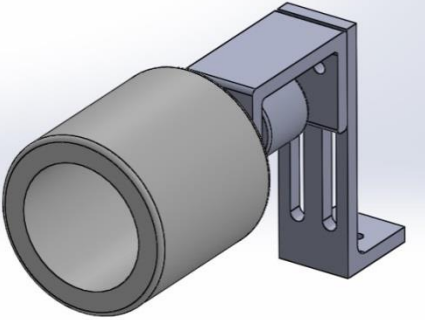

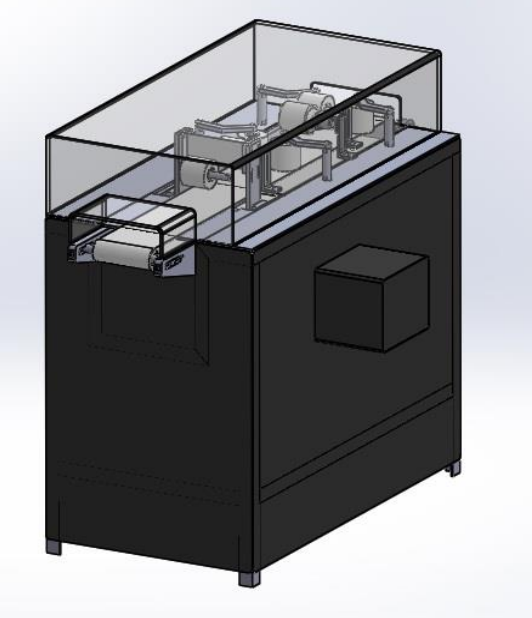

Quadro 6 - Ilustração do modelo em CAD e dos subconjuntos do protótipo (continua)

(continuação)

Modelo CAD	Protótipo
Direcionador Vertical	
	
Direcionador Horizontal	
	
Suporte da Faca	
	
Proteção	
	

Quadro 6 - Ilustração do modelo em CAD e dos subconjuntos do protótipo. (continua)







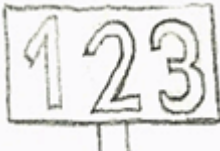



(continuação)

Modelo CAD	Protótipo
Mecanismo de Acionamento	
	
Suporte Encoder	
	
Protótipo Finalizado	
	

Quadro 6 - Ilustração do modelo em CAD e dos subconjuntos do protótipo.



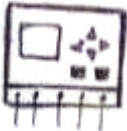





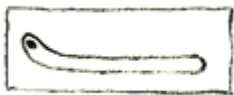
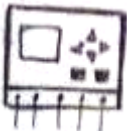

6.3 TESTES PRELIMINARES E RESULTADOS

Todos os conjuntos foram montados e ajustados para o início dos testes. O objetivo dessa etapa é verificar, separadamente, a implementação de cada função existente na função global do projeto. No Quadro 7, demonstram-se todos os detalhes dos testes realizados em cada conjunto. O *start-up* foi realizado acompanhado de um técnico de manutenção da empresa e de um funcionário da empresa terceirizada que executou o projeto elétrico.

Função		Solução	Solução Projetada	Observação
F.1	Alimentar reservatório	 Alavanca		O método de alimentação da extrusora manteve o mesmo utilizado pela ADESUL. A massa é forçada pelo operador através de uma alavanca
F.2	Conduzir massa	 Rosca		A massa é conduzida por uma rosca helicoidal dentro do canhão da extrusora. Esse sistema é acionado por um motoredutor.
F.3	Coletar informação	 Sensor Elétrico		Os sensores elétricos estão posicionados nos locais onde as variáveis a serem medidas são críticas no processo.
F.4	Mostrar informação	 Digital		Todos os dados são mostrados na tela do CLP.
F.5	Dar forma intermediária	 Matriz		Construção de uma matriz padrão para todos os produtos da ADESUL. A mesma é facilmente montada para outros perfis de produtos

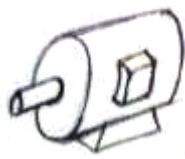
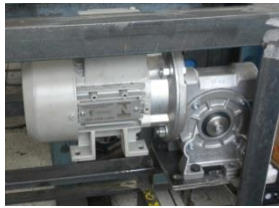


Quadro 7 - Testes preliminares realizados para verificação do funcionamento dos componentes. (continua)

(continuação)

Função		Solução	Solução Projetada	Observação
F.6	Dosar massa	 Encoder		O <i>encoder</i> é utilizado por sua precisão, e por ter sua dosagem definida eletronicamente no CLP. Facilmente adaptado para outros produtos e baixa sensibilidade a variações do processo.
F.7	Ativar seccionador	 CLP		O CLP recebe o sinal do <i>encoder</i> , e dessa forma envia um sinal para acionamento do servomotor.
F.8	Movimentar seccionador	 Motor elétrico		O servomotor recebe o sinal do CLP, e movimenta com extrema precisão o sistema de seccionamento.
F.9	Seccionar massa	 Faca		A faca entrando em contato com a massa de bastão detergente. Resistência de corte reduzida devido ao fato de ser utilizada uma faca de espessura delgada.
F.10	Controle de seccionamento	 Fim de curso		A fim de evitar o desgaste do fim de curso, utilizou-se um sensor dois fios onde não há contato físico entre as partes.
F.11	Ativar sistema de extração	 CLP		Por optar por um sistema de esteira como extração, a velocidade da esteira é variável devido a combinação de um inversor de frequência com o CLP.

Quadro 7 - Testes preliminares realizados para verificação do funcionamento dos componentes. (Continua)

(continuação)

Função		Solução	Solução Projetada	Observação
F.12	Movimentar sistema de extração	 Motor elétrico		O motoredutor gerando a movimentação da esteira para extração da pastilha pronta.
F.13	Extrair pastilha	 Esteira		A pastilha é retirada do dispositivo com o movimento da esteira de transporte.

Quadro 7 - Testes preliminares realizados para verificação do funcionamento dos componentes.

6.3.1 Mensuração dos testes práticos

Buscando mensurar os resultados do dispositivo desenvolvido, foram executados testes com o equipamento no ambiente de produção da ADESUL. Os testes foram estruturados segundo uma ordem para tornar possível a obtenção de dados de maneira mais concreta e estruturada, conforme o Quadro 8. A equipe visitou a empresa para realização dos testes e seis horas foram utilizadas para: i) instalação do equipamento na empresa; ii) instalar o painel de comando elétrico junto a parte mecânica; e iii) ajustar componentes mecânicos e elétricos do dispositivo para garantir o funcionamento sem interferências.

Nº	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
1	Instalação da máquina no ambiente fabril
2	Instalação definitiva do painel elétrico junto a parte mecânica do protótipo.
3	Testes iniciais sem massa de bastão para verificação dos sistemas mecânicos e elétricos que compõem o equipamento.
4	Testes com variações na composição da massa de bastão detergente, buscando encontrar a que melhor se adequasse ao equipamento de corte.

Quadro 8 - Cronograma de testes do protótipo. (continua)

(continuação)

Nº	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
5	Avaliação das variáveis produtivas, tais como, operadores, velocidade de extrusão e produtividade.
6	Mensuração dos resultados de operação do protótipo após funcionamento de quatro horas.




Quadro 8 - Cronograma de testes do protótipo.

Posteriormente, buscou-se encontrar a influência da variação de consistência da massa no processo produtivo. O dispositivo de corte foi ajustado para que não ocorressem variações no seu funcionamento e apenas alterações nas características da massa de bastão detergente. A equipe processou 1100kgf de material durante o período de testes, sendo 150kgf de massa padrão, 500kgf de massa mole e 450kgf de massa dura. No Quadro 9, são exibidos as três situações de fabricação e os requisitos analisados pela equipe. Dessa maneira, tornou-se possível a mensuração e descoberta das condições ideais de trabalho.

	Massa padrão	Massa mole (+10% de líquidos)	Massa dura (-10% de líquidos)
Produtividade	72,1kgf/h	84,5kgf/h	60kgf/h
Reprocesso	3,2kgf/h	35,4kgf/h	2,7kgf/h
Paradas	7/h	23/h	6/h

Quadro 9 - Resultados da variação na composição da massa de bastão detergente. (continua)

(continuação)

	Massa padrão	Massa mole (+10% de líquidos)	Massa dura (-10% de líquidos)
Limpeza do equipamento	O equipamento manteve-se limpo, com pequena quantidade de material aderido ao mesmo.	Devido à consistência da massa, ocorreu grande aderência da massa com o equipamento, dificultando assim o processo produtivo.	Constatou-se a menor quantidade de material aderido ao equipamento.
Qualidade do produto final	O produto apresentou uma pequena ovalização. Porém, algo irrelevante segundo os padrões do produto.	A pastilha se deformou completamente em todo processo. Apresentando defeitos no furo central.	O produto ficou com a melhor forma entre as três. A ovalização foi muito pequena no processo.
Variações na massa do produto	Todas as pastilhas de PRATIC fabricadas pelo dispositivo exprimiram pequenas variações de quantidade de massa de bastão detergente. Uma variação média de aproximadamente 0,3g, o que representa 1,5% da massa total da pastilha.		
Fotos Produto Final			

Quadro 9 - Resultados da variação na composição da massa de bastão detergente.

O primeiro lote, com 150kgf de massa, foi fabricado com todos os elementos medidos de maneira precisa e com tempos de mistura devidamente cronometrados. Esse processo é o padrão e já tinha sido estudado pela técnica responsável da empresa. Então, a massa foi passada pela extrusora e seccionada pela faca, conforme Figura 37. Nesse caso, pode-se notar o melhor funcionamento do dispositivo. A produtividade nesse lote não foi a maior. Porém, a quantidade de reprocesso e o número de paradas foi reduzido em relação ao lote com maior produtividade. As pastilhas resultantes apresentaram uma pequena deformação,

mas sendo aceita pelo controle de qualidade da ADESUL por essa pastilha ser montada junto a um suporte de plástico. O processo com a massa padrão apresentou resultados medianos em relação aos outros lotes.



Figura 37 – Pastilhas de PRATIC sendo seccionadas pelo protótipo

Posteriormente, adicionou-se 10% a mais de líquido na composição da massa, a fim de torná-la mais mole. A ADESUL não permite expor quais elementos líquidos são utilizados por ser um segredo industrial. Porém, nesse caso, busca-se simular um erro do operador na hora de elaborar a mistura. A massa de bastão detergente não se comportou bem no processo. A produtividade aumentou por facilitar que a extrusora conduzisse o material, mas a massa aderiu mais facilmente aos componentes do protótipo. A quantidade de reprocesso e números de paradas foram os maiores entre os testes. A qualidade do produto final foi prejudicada devido ao fato de ocorrer maior aderência da massa de bastão detergente, conforme Figura 38. O lote testado apresentou características piores que o processo atual. Sendo assim,


todas essas condições mostraram-se desfavoráveis para o bom andamento da produção.



Figura 38 – Corte da massa mole, prejudicado pela aderência com o equipamento


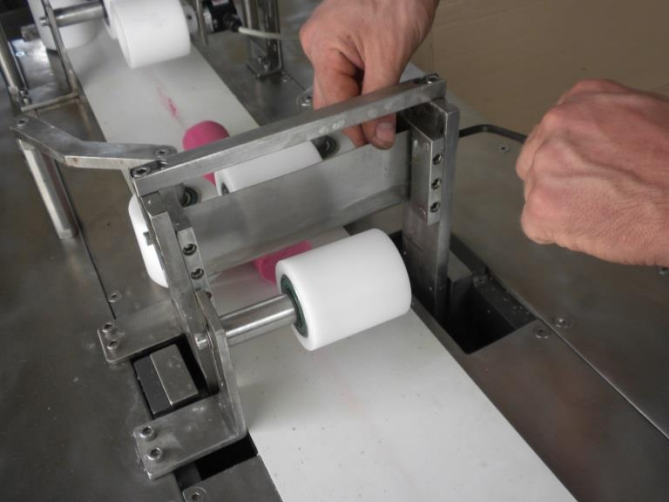

O terceiro teste realizado para conhecer melhor as variações na massa de bastão detergente, ocorreu com a retirada de 10% da quantidade de líquido na composição da mesma. Esse teste serviu como prova real para saber se a massa utilizada atualmente possui as características ideais para o processo. Os resultados foram satisfatórios. O reprocesso e o número de paradas diminuíram, e a qualidade do produto final aumentou. Porém, a produtividade apresentou uma ligeira queda, de 72,1kgf/h para 60kgf/h. Neste caso, o aperfeiçoamento das demais características não é tão relevante quanto à produtividade. Por orientação dos funcionários da ADESUL, os demais testes realizados pela equipe utilizaram a massa padrão da empresa.

A partir dos dados obtidos com a variação na composição da massa, buscou-se simular possíveis variáveis que influenciam no processo. Quatro operadores aleatórios, da ADESUL, foram escolhidos para operarem a máquina. A maior dificuldade observada pela equipe foi o início e ajuste da máquina no processo de corte. Após todos os sistemas estarem funcionando o equipamento é de fácil operação. As regulagens a serem realizadas pelos operadores consistiam numa grande preocupação da equipe. Todavia, com as principais variáveis sendo alteradas a partir da tela interativa do CLP, o processo de regulagem tornou-se bastante simples. No Quadro 10 pode-se observar as regulagens realizadas pelos operadores.

Regulagem da altura do <i>encoder</i> realizada manualmente.	
Regulagem dos direcionadores horizontais realizada manualmente.	

Quadro 10 - Regulagens do dispositivo de dar forma e dosar massa de bastão detergente.
(continua)

(continuação)

<p>Regulagem dos direcionadores verticais realizada manualmente.</p>	
<p>Regulagem da altura da faca realizada manualmente.</p>	
<p>Regulagem das variáveis de processo através de um painel <i>touchscreen</i>.</p>	

Quadro 10 – Regulagens do dispositivo de dar forma e dosar massa de bastão detergente.

Variações no clima não interferem significativamente no processo. Por ser um sistema contínuo mas muito rápido, as variações, tais como, temperatura e umidade, não interferem no processo. O material após ser misturado é acondicionado dentro de carrinhos fechados. O único contato com o ambiente antes de se chegar ao produto final é na entrada da extrusora e na entrada do equipamento de corte. Dessa maneira, a massa de bastão detergente não sofre alterações relevantes oriundas do ambiente. Apenas alterações oriundas de erros na proporção dos materiais de sua composição.

6.3.2 Validação dos requisitos do projeto

Após todos os testes realizados, podem-se obter informações importantes sobre o regime de operação do protótipo. A produtividade é medida, pela ADESUL, em pastilhas por minuto. Portanto, o processo atual da fábrica produz cerca de 21 pastilhas/minuto. A produtividade média do protótipo com a massa padrão é de 60 pastilhas/minuto, representando um aumento de 185% na produtividade do novo processo de corte. No quadro 11, pode-se observar os requisitos que cumprem ou não com os objetivos traçados para o projeto.

QFD	REQUISITOS	OBJETIVO	Tendência	Solução	Requisito Contemplado?
1	Produtividade	31,5kgf/h	+	72,1kgf/h	SIM
2	Processos automáticos	3	+	4	SIM
3	Reprocesso	5kgf/h	-	3,2kgf/h	SIM
4	Ações do operador	Máximo 4	-	3	SIM
5	Regulagens	1	-	2	NÃO
6	Peças padronizadas no mercado	10	+	18	SIM
7	Quantidade de Peças	30	-	156	NÃO
8	Temperatura de operação	Máximo 50°C	-	Previsão favorável de solução	SIM

Quadro 11 - Avaliação dos requisitos contemplados x objetivos (continua)

(continuação)

QFD	REQUISITOS	OBJETIVO	Tendência	Solução	Requisito Contemplado?
8	Pressão de operação	5 bar	-	Previsão favorável de solução	SIM
8	Velocidade de operação	Mínimo 1m/s	+	0,5m/s	NÃO
11	Tempo médio entre falhas	Mínimo 500h	+	Previsão favorável de solução	SIM
12	Força necessária para operação	Máximo 50N	-	850N	SIM
12	Componentes de união	42	-	38	SIM
14	Custo	Máximo R\$ 20.000,00	-	R\$ 46.520,00	NÃO
15	Posições desconfortáveis de operação	Nenhuma	-	Nenhuma	SIM
16	Padronização de operações	3	+	6	SIM
17	Medidor de temperatura	1	S	1	SIM
17	Indicador de velocidade	1	S	1	SIM
17	Medidor de pressão	1	S	1	SIM
20	Dureza da matriz extrusora	60 HRB	+	79 HRB	SIM
21	Poka yoke implantados	2	+	3	SIM
22	Resistência à corrosão	0	+	Previsão favorável de solução	SIM
23	Cantos vivos	0	-	10	NÃO
24	Mapeamento de peças	Todas	+	Todas	SIM
24	Superfícies cortantes	0	-	1	NÃO
24	Sistemas de proteção	3	+	3	SIM

Quadro 11 - Avaliação dos requisitos contemplados x objetivos

O fator mais importante a ser analisado na tabela de requisitos é o reprocesso. Com o novo sistema, diferente do anterior, a quantidade foi reduzida para 3,2kgf de massa de bastão detergente por hora. Dessa maneira, foi possível alcançar o objetivo, e reduziu-se para 4,43% a quantidade de reprocesso, o que antes era de 50%.

O requisito de regulagens não fora alcançado, mas as regulagens a serem realizadas são básicas e necessárias em todo início de produção. A velocidade de operação caiu de 100kgf/h para 75,3kgf/h. Porém, o reprocesso foi reduzido para 4,43% e, neste caso, a produtividade aumentou de 25kgf/h para 72,1kgf/h. O custo com o protótipo superou os R\$ 20.000,00 propostos pela equipe. E, os cantos vivos e superfícies cortantes não foram evitados totalmente.

6.4 AVALIAÇÃO DO RETORNO DO INVESTIMENTO

O investimento total do protótipo de dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente contabilizou R\$ 46.520,00, o qual está demonstrado no Apêndice G. Os custos foram rateados entre o projeto e materiais elétricos, usinagem e matéria-prima de componentes mecânicos e custos gerais com transporte, mão-de-obra da ADESUL.

A equipe realizou comparativo entre o processo de produção antes existente e o novo processo utilizando o protótipo confeccionado, a fim de estudar a viabilidade financeira da implementação do equipamento. Utilizou-se como base para o comparativo a produção de 1000kgf de pastilhas de bastão detergente formadas. Na Tabela 5 pode-se observar os custos de produção antes e depois.

Tabela 5 - Custos de produção de pastilhas de bastão detergente (continua)

Nº	Variáveis de Cálculo	Antes	Depois
1	Número de Funcionários	3	2
2	Custo com Mão-de-Obra (R\$/h)	R\$7,14	R\$7,14
3	Produtividade (kgf/h)	25 kgf	72,1kgf

(continuação)

Tabela 5 – Custos de produção de pastilhas de bastão detergente

Nº	Variáveis de Cálculo	Antes	Depois
4	Duração do turno (h)	8h	8h
5	Horas necessários para produção de 1000kgf	40 horas	13 horas e 52 minutos
6	Custo com Mão-de-Obra para produção de 1000kgf	R\$ 856,80	R\$ 198,06

Nesta análise, foram considerados apenas os custos com mão-de-obra, sem quantificar os custos de energia elétrica, pois a fábrica da ADESUL não possui relógio de energia individual para cada um dos equipamentos. Com os valores obtidos, pode-se calcular que o custo do investimento será recuperado quando o equipamento produzir cerca de 70.620kgf de pastilhas, produção esta que pode ser alcançada em 122 dias de produção com 8 horas diárias de trabalho.

Além dos benefícios apresentados, pode-se citar que a quantidade de refugo tornou-se irrelevante e a qualidade do produto final manteve-se constante. A ovalização resultante do processo de corte das pastilhas de bastão detergente não influi na qualidade final do produto, visto que este é acondicionado em um suporte plástico e não tem a sua forma final exposta.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÕES

O crescimento da classe C nos últimos anos, fez com que mercados de produtos não essenciais crescessem cada vez mais. O produto em questão é o bastão detergente, que está inserido no mercado de produtos de limpeza. Mais especificamente, o PRATIC produzido pela ADESUL foi o produto estudado durante o projeto. Notava-se claramente a oportunidade de aperfeiçoamento do processo de fabricação da pastilha de PRATIC.

Este foi um projeto executado utilizando a metodologia de Pahl *et al* (2005) e os conhecimentos adquiridos durante o curso de engenharia mecânica. A seqüência adotada envolveu a estrutura clássica de desenvolvimento de produtos, facilitou a organização de ideias e permitiu executar o projeto de uma forma mais confiante, acreditando que a utilização das ferramentas empregadas traria um resultado satisfatório.

A partir da avaliação dos requisitos mais relevantes, nove concepções foram elaboradas e devidamente estudadas a fim de encontrar aquela que tivesse maior potencial, a partir da matriz de avaliação modificada. Todo o modelamento e dimensionamento do protótipo foi realizado utilizando o software em três dimensões, o *SolidWorks*. O desenvolvimento elétrico de acionadores e sensores foi executados por uma empresa terceirizada.

Com o protótipo montado e devidamente instalado, foi possível realizar os testes para retirada de dados e obtenção de conclusões sobre o funcionamento do mesmo. Os objetivos do trabalho foram alcançados. A produtividade do processo de fabricação do PRATIC aumentou em 185%, o que tornou significativamente o processo mais eficaz. O reprocesso teve uma relevante redução de 50% para 4,43%, e a mão-de-obra da pessoa que acionava a antiga matriz de corte foi realocada com sucesso.

A produção do protótipo pode ser aumentada ainda mais. Percebeu-se que o grande gargalo da produção é a extrusora existente na ADESUL. Sua velocidade

não pode ser aumentada, pois a massa tende a aquecer e, conseqüentemente, perde suas propriedades. Um ponto de grande importância notado após a realização dos testes, foi a fácil manutenção do equipamento, onde todas as peças são de rápida remoção e não estão em posições de difícil acesso.

A equipe preocupou-se também com os outros produtos da empresa. Sendo assim, diversos produtos da ADESUL poderão ser seccionados pelo protótipo de dosar e cortar massa de bastão detergente.

Os objetivos definidos pela equipe no início do trabalho foram atingidos. A produtividade aumentou em 185% e o reprocesso que antes atingia valores de até 50%, agora representam apenas 4,43%.

Verificou-se também os ganhos mensais e, estimando uma produção de 6500kgf de pastilhas de bastão detergente, mês haverá uma economia de R\$ 4.281,81 por mês.

7.2 RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho foi contemplado o projeto do equipamento para dosar a pastilha de bastão detergente. Acredita-se que seria muito interessante a elaboração de um projeto de equipamento para alocar as pastilhas de bastão detergente dentro das cestas plásticas, processo este que ocorre logo após a dosagem da pastilha e que hoje ainda é feito de maneira manual.

Outro ponto considerado importante é o aperfeiçoamento do processo para formar o perfil a ser cortado. Como fora utilizada a extrusora da empresa, sugere-se o desenvolvimento de um equipamento com maior produtividade e com maior rendimento, onde não se perca tanta energia em forma de calor.

8 REFERÊNCIAS

AB – Allen-Bradley – **872C WorldProx**. 2013. Disponível em: < <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12772/6543185/7423263/7423267/11952346/11929431/Introduction.html> > Acesso em: 10 de outubro de 2013.

ABIPLA – Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza – **Guia para empresas de Saneantes**. São Paulo, s/d-a. Disponível em: < <http://www.abipla.org.br/novo/noticia/ft183.PDF> > Acesso em: 03 de março de 2013.

ABIPLA – Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza – **Melhora na distribuição de renda vai ditar o ritmo de avanço do consumo**. São Paulo, s/d-b. Disponível em: < <http://www.abipla.org.br/novo/noticia/ft137.PDF> > Acesso em: 03 de março de 2013.

ABMSUDAMERICA. ABM Company SRL. **Máquinas formadoras**. Batatais, sd. Disponível em: < <http://www.abmsudamerica.com/prodotto> > Acesso em: 06 de janeiro de 2013.

ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados. **Perfil de diferentes consumidores**. Brasília: 2010. Disponível em: <<http://www.abrasnet.com.br/>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2012.

ADESUL. Adesul Indústria e Comércio LTDA. **Tipos de produtos de limpeza**. Videira, 2010. Disponível em: <<http://www.adesul.com.br> > Acesso em: 21 de dezembro de 2012.

BARBOSA, André B.; DA SILVA, Roberto R. **Xampus**. Brasília: UnB, 1995. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/quimsoc.pdf> > Acesso em: 10 de janeiro de 2013.

BONFIGLIOLI. **VF-EP/W-EP – Gearmotors for hostile environments**. sd. Disponível em: <<http://www.bonfiglioli.com/en/industrial/products/gearmotors-gearboxes/industry-specific-solutions/product/vf-epw-ep-gearmotors-hostile-environments/>> Acesso em: 13 de outubro de 2013.

BRALYX. **Extrusora com corte de Macarrão**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.bralyx.com>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2013.

COMPOSUL – Componentes Eletrônicos do Sul LTDA. **Encoder incremental CES140 – CES 141**. sd. Disponível em: <<http://www.composul.com.br/images/default/products/68d754703056e366c27f39703224f03f.pdf>> Acesso em: 13 de outubro de 2013.

CORRÊA, Lilian M. L. **Saneantes domissanitários e saúde: um estudo sobre a exposição de empregadas domésticas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. Disponível em: <<http://www.iesc.ufrj.br/posgrad/posgraduacao/teses/Disserta%E7%E3o%20Lilia%20Modesto%20Leal%20Correa.pdf>> Acesso em: 31 janeiro de 2013.

CRQ4. Conselho regional de química. IV Região. **Evolução dos cosméticos no Brasil**. São Paulo, sd. Disponível em: <<http://crq4.org.br/default.php?p=texto.php&c=cosmeticosleiamais1>> Acesso em: 17 de janeiro de 2013.

EXTRAPLUS – Extraplus Supermercados. **Diferentes produtos de limpeza**. Espírito Santo, sd. Disponível em: <<http://www.extraplus.com.br/>> Acesso em: 21 de dezembro de 2012.

FELICONIO, Ana E. **Produtos de Limpeza – Parte I**. Itaipava: Sítio do moinho, sd. Disponível em: <<http://www.sitiodomoinho.com/organicos/textos-e-publicacoes/13-produtos-de-limpeza-parte-i>> Acesso em: 10 de janeiro de 2013.

FOGAÇA, Jennifer. **História do sabão**. Brasília: Brasil Escola, 2002. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/quimica/historia-sabao.htm>> Acesso em: 15 de janeiro de 2013.

GERICKE. ABM Company SRL. **Dosadores gravimétricos Loss-in-weight Gericke**. Nuremberge, 2013. Disponível em: <<http://www.gericke.net/br/produtos/dosagem/dosadores-gravimetricos-loss-in-weight/>> Acesso em: 06 de janeiro de 2013.

GPANIZ. **Extrusora de Macarrão**. Caxias do Sul, sd. Disponível em: <<http://www.gpaniz.com.br/novo/index.php?ir=home>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Classes de rendas no Brasil - 2012** Brasília: 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home> > Acesso em: 03 de novembro de 2012.

LINHA PATO. **Produtos de limpeza**. Johnson & Son, 2009. Disponível em: <http://www.linhapato.com.br/prod_limpador_sanitario.htm> Acesso em: 21 de dezembro de 2012.

MADEINCHINA. **Extrusora com corte de tijolos**. 2013. Disponível em: <http://pt.made-in-china.com/co_cnbrickmachine/product_Hollow-Block-Machine_hhgehegy.html>. Acesso em: 06 de janeiro de 2013.

OBSERVADOR BRASIL. **Capacidade de consumo dos brasileiros em 2012**. 2011. Disponível em: <http://www.cetelem.com.br/portal/Para_Voce/index.shtml> Acesso em: 03 de novembro de 2012.

PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang; FELDHUSEN, Jörg; GROTE, Karl. **Projeto de Engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos; Métodos e aplicações**. 1ª ed. São Paulo : Brasil Edgard Blücher, 2005. 1ª ed..

PORTAL BRASIL. **Classe C já é maioria da população do País**. Brasília: 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/03/22/classe-c-passou-a-ser-maioria-da-populacao-brasileira-em-2011> > Acesso em: 03 de novembro de 2012.

PROCON/SP. Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor. **Orientação de consumo. Perguntas frequentes – Saúde - Domissanitários**. São Paulo, s/d. Disponível em: <<http://www.procon.sp.gov.br/texto.asp?id=412>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2013.

RB. Reckitt Benckiser Group. **Produtos de limpeza**. sd. Disponível em: <<http://www.rb.com/site/rkbr/templates> > Acesso em: 21 de dezembro de 2012.

RITTNER, H. **Sabão: tecnologia e utilização**. 1ª ed. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1995. 1ª ed.

SIEMENS. **Controlador SIMATIC – SIMATIC S7 – 1200**. 2012. Disponível em: <http://www.industry.siemens.com.br/automation/br/pt/automacao-e-controle/automacao-industrial/simatic-plc/s7-cm/s7-1200/Documents/Brochura_SIMATIC_S7_1200_portugues.pdf > Acesso em: 10 de outubro de 2013.

SIEMENS. **Inversor SINAMICS V20**. 2012. Disponível em: <http://www.industry.siemens.com.br/drives/br/pt/conversores/conversores-bt/sinamicsv/sinamics-v20/Documents/SINAMICS%20V20%20Getting%20Started_pt.pdf > Acesso em: 10 de outubro de 2013.

SIEMENS. **SINAMICS V60 – The perfect solution for basic servo applications**. 2011. Disponível em: <http://www.industry.usa.siemens.com/drives/us/en/cnc-for-machine-tool-solutions/cnc-controllers/sinumerik808D/Documents/MT-Brochure-SINAMICS_V60.pdf > Acesso em: 13 de outubro de 2013.

APÊNDICE A – ENTREVISTA COM COLABORADORES DA ADESUL

Este Apêndice contém as informações coletadas junto aos potenciais clientes do produto a ser desenvolvido. São eles: o proprietário, um responsável do setor de produção e o técnico de manutenção da empresa.

1) Entrevista com proprietário da empresa e financiador do projeto

Qual o motivo pelo qual surgiu a necessidade de desenvolvimento desse projeto?

“O produto PRATIC foi desenvolvido há algum tempo e desde lá as vendas cresceram muito. Assim, percebeu-se que o processo atual precisa ser melhorado. O fato é que esse processo é um pouco ineficaz e o produto em questão possui um grande leque de maneiras diferentes de ser manufaturado.”

Para o senhor, quais os pontos de deficiência no processo atual que chamam mais a atenção?

“Desde o início da produção desse produto, algumas adaptações ocorreram. Porém, o tipo de processo deveria ser alterado como um todo. As principais deficiências que são claramente vistas, são a quantidade excessiva de reprocesso e a aderência da matéria prima com diversas partes das máquinas.”

Por que nenhuma máquina ainda foi desenvolvida para aperfeiçoamento desse processo?

“Há um tempo atrás, foi desenvolvido um projeto para aumentar a produção de pastilhas de PRATIC. Essa máquina utilizava um cabeçote rotativo no qual estavam posicionadas três facas, arranjadas num ângulo de 60° entre elas. A fita de massa era pressionada contra essas matrizes e um anel serviria para fazer a extração da massa. A máquina não funcionou. O contato elevado entre a massa e a matriz de corte era muito grande, o que fazia com que a massa grudasse na matriz.”

Quais as características que o senhor gostaria que estivessem presentes no projeto?

“Eu gostaria que vocês não se preocupassem muito com o valor do projeto, pois estou ciente que há necessidade de grande aperfeiçoamento do processo. Mas,

o ponto que mais eu gostaria que estivesse presente é o desenvolvimento de uma solução criativa e simples. O valor é um ponto importante, mas se vocês projetarem um equipamento simples e criativo conseguirão um valor não muito alto para o projeto. Outro ponto bastante crítico atualmente é a quantidade de reprocesso, é interessante pensar numa alternativa para que se consiga reduzir as rebarbas e bordas. Muitas alternativas podem ser analisadas para substituir e reduzir o reprocesso. É sempre bom pensar no pessoal da manutenção, facilitando o trabalho deles. E, também, buscar desenvolver um equipamento facilmente operado, sendo que possa ocorrer a fácil adaptação dos operadores no novo processo.”

O senhor pode nos dar algumas ideias sobre o desenvolvimento do equipamento e sua opinião sobre as dificuldades futuras?

“A idéia que tenho na cabeça é desenvolver algo parecido com a fabricação de cerâmicas, tijolos e telhas. Pois a nossa matéria prima se assemelha bastante com a argila. A dificuldade mais visível será manter a forma da pastilha após o processo de corte da mesma, por ela exercer resistência ao processo de separação.”

2) Entrevista com técnico de manutenção da empresa

Do ponto de vista da manutenção, o que você caracteriza como essencial para o bom desempenho do seu trabalho junto a esse equipamento?

“Eu acredito que um equipamento como esse que possui uma alta produtividade e espero que não tenha paradas prolongadas. Deve possuir peças intercambiáveis facilmente e que suportem o número elevado de ciclos sem apresentar falhas. O equipamento deverá conter instrumentos de controle de variáveis, tais como, temperatura, pressão e velocidades. Assim, ficará mais fácil para percepção de potenciais erros que possam acontecer.”

3) Entrevista com encarregado de produção

Quais são os principais pontos de dificuldade do processo de manufatura atual?

“Entre os processos de fabricação com massa de bastão detergente, a pastilha do PRATIC é mais difícil de ser fabricada e necessita de alta concentração por parte dos auxiliares de produção por se tratar de um processo sensível a qualquer variação. A adesividade da massa era o maior problema que tínhamos antes. Porém um *spray* de água foi instalado e o problema foi resolvido, resultando em aumento da produtividade e redução no reprocesso. Podemos considerar que o problema atual está na quantidade excessiva de massa que passa diversas vezes pela extrusora, quanto mais vezes ela é passada mais mole fica, dificultando o manuseio.”

Atualmente, existe algum risco aos operadores que devem ser levados em consideração para desenvolvimento do equipamento?

“Procuramos sempre observar a postura dos auxiliares de produção, buscando eliminar posições que prejudiquem a ergonomia dos mesmos. Bem como, a altura dos equipamentos e os apoios de braços. Procuramos também, sempre tentar fazer como que eles trabalhem sentados. Outro ponto a ser observado é o fato de o processo atual funcionar a partir do corte com uma matriz afiada. Dessa forma, tomamos muito cuidado com as proteções e os sistemas de segurança para que ninguém se machuque.”

APÊNDICE B – CASA DA QUALIDADE

Neste apêndice pode-se observar a casa da qualidade que foi formada com o mapeamentos dos requisitos técnicos do produto e as necessidade do cliente. Foi avaliado o cruzamento entre estes dados e quantificou-se a importância que cada uma das requisitos do cliente possui perante os requisitos técnicos. Como resultado obteve-se uma pontuação e uma classificação crescente de quais requisitos deveriam ser defendidos com maior importância.

		Requisitos do Produto																											
		Reprocesso	Produtividade	Ações do operador	Regulagens	Temperatura de operação	Pressão de operação	Velocidade de operação	Padronização de operações	Tempo médio entre falhas	Processos automáticos	Força necessária para operação	Posições desconfortáveis de operação	Cantos vivos	Superfícies cortantes	Sistemas de proteção	Peças padronizadas no mercado	Medidor de pressão	Medidor de temperatura	Indicador de velocidade	Peças	Componentes de união	Mapeamento de peças	Poka yoke implantados	Resistência a corrosão	Dureza da matriz extrusora	Custo		
		kgf/h	kgf/h	nº	nº	oC	bar	kgf/h	nº	h	nº	N	nº	nº	nº	nº	%	S/N	S/N	S/N	nº	nº	nº	nº	%	HB	R\$		
		Direcionador de melhoria																									Valor do Consumidor		
		↓	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓	
Requisitos do Cliente	OPERAÇÃO	Baixo reprocesso	5	5	3	3	1	1	1	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
		Alta produtividade	5	5	1	1	1	1	1	1	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
		Fácil operação	1	5	5	5	3	3	3	5	0	3	3	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3	0	0	6
		Elevada automação	3	5	5	3	0	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	3	1	1	1	3	0	0	0	0	0	5	8
		Processo robusto a variações	5	5	3	3	5	5	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	3	0	3
	SEGURANÇA E SAÚDE	Ergonomia	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
		Baixo risco de acidentes	0	1	5	0	3	3	3	0	0	1	0	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	MANUTENÇÃO	Peças comerciais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	1	8
		Instrumentos de monitoramento	3	3	1	5	5	5	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0	3	4
		Fácil montagem e desmontagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	5	5	5	0	0	5	5
	ORÇAMENTO	Alta durabilidade	3	3	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	1	0	0	3	1	1	1	0	0	0	0	5	5	0	7
		Custo moderado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6
	Grau de importância para o cliente		183	228	163	123	88	88	88	53	76	200	65	58	32	25	25	100	50	50	50	89	65	25	43	35	44	90	
POSIÇÃO		3	1	4	5	9	9	9	16	12	2	13	15	23	24	24	6	17	17	17	8	13	24	21	22	20	7		

Figura 39 - Casa da qualidade para o produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente"

APÊNDICE C – ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

Neste apêndice, denominado especificação do produto, foram detalhados os requisitos técnicos do produto em ordem crescente de acordo com a Casa da Qualidade. Estes requisitos foram classificados em tipo de necessidade (demanda ou desejo), qual o objetivo da equipe ao final do trabalho para cada um dos requisitos, qual sensor será utilizado para realizar a sua quantificação e quais as saídas indesejadas para os mesmos.

Tabela 6 - Especificação do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente"

TIPO	REQUISITOS	QFD	OBJETIVO	SENSOR	SAÍDAS INDESEJÁVEIS
Demanda	Produtividade	1	31,5kgf/h	Balança e Cronômetro	§ com hora-extra
Demanda	Processos automáticos	2	3	Contagem	Maior risco de erros com intervenção humana
Demanda	Reprocesso	3	5kgf/h	Balança	Redução da produtividade
Demanda	Ações do operador	4	Máximo 4	Contagem	Aumento da probabilidade de erro humano
Desejo	Regulagens	5	1	Contagem	Difícil adaptação a variações
Demanda	Peças padronizadas no mercado	6	mín. 10	Contagem	Elevado custo de fabricação
Desejo	Quantidade de Peças	7	máx. 30	Contagem	Elevado tempo de montagem
Desejo	Temperatura de operação	8	Máximo 50°C	Termômetro	Perdas das propriedades da matéria prima
Desejo	Pressão de operação	8	5 bar	Manômetro	Perdas das propriedades da matéria prima
Desejo	Velocidade de operação	8	Mínimo 1m/s	Cronômetro	Baixa produtividade
Desejo	Tempo médio entre falhas	11	Mínimo 500h	Cronômetro	Elevado gasto com manutenção
Desejo	Força necessária para operação	12	Máximo 50N	Dinamômetro	Dores musculares
Desejo	Componentes de união	12	42	Contagem	Má fixação dos componentes
Desejo	Custo	14	Máximo R\$ 20.000,00	Contagem	Ausência de vendas
Demanda	Posições desconfortáveis de	15	Nenhuma	Contagem	Dores musculares
Desejo	Padronização de operações	16	3	Contagem	Produtos fora do padrão
Desejo	Medidor de temperatura	17	1	Contagem	Não controle do parâmetro
Desejo	Indicador de velocidade	17	1	Contagem	Não controle do parâmetro
Desejo	Medidor de pressão	17	1	Contagem	Não controle do parâmetro
Demanda	Dureza da matriz	20	60 HRB	Durômetro	Não suportar a pressão aplicada pela massa
Demanda	Poka yoke implantados	21	2	Contagem	Erros de montagem
Demanda	Materiais inoxidáveis	22	1	Contagem	Diminuição da vida útil dos componentes
Demanda	Cantos vivos	23	0	Contagem	Acidentes de trabalho
Desejo	Mapeamento de peças	24	Todas	Contagem	Falta de visibilidade do equipamento como um
Demanda	Superfícies cortantes	24	0	Contagem	Acidentes de trabalho
Demanda	Sistemas de proteção	24	3	Contagem	Acidentes de trabalho

APÊNDICE D – ESTRUTURA FUNCIONAL

Apresenta-se neste apêndice a estrutura funcional da máquina de formar massa de bastão detergente seguindo o caminho lógico das funções a serem executadas a fim de esmiuçar a função global apresentada na Figura 13.

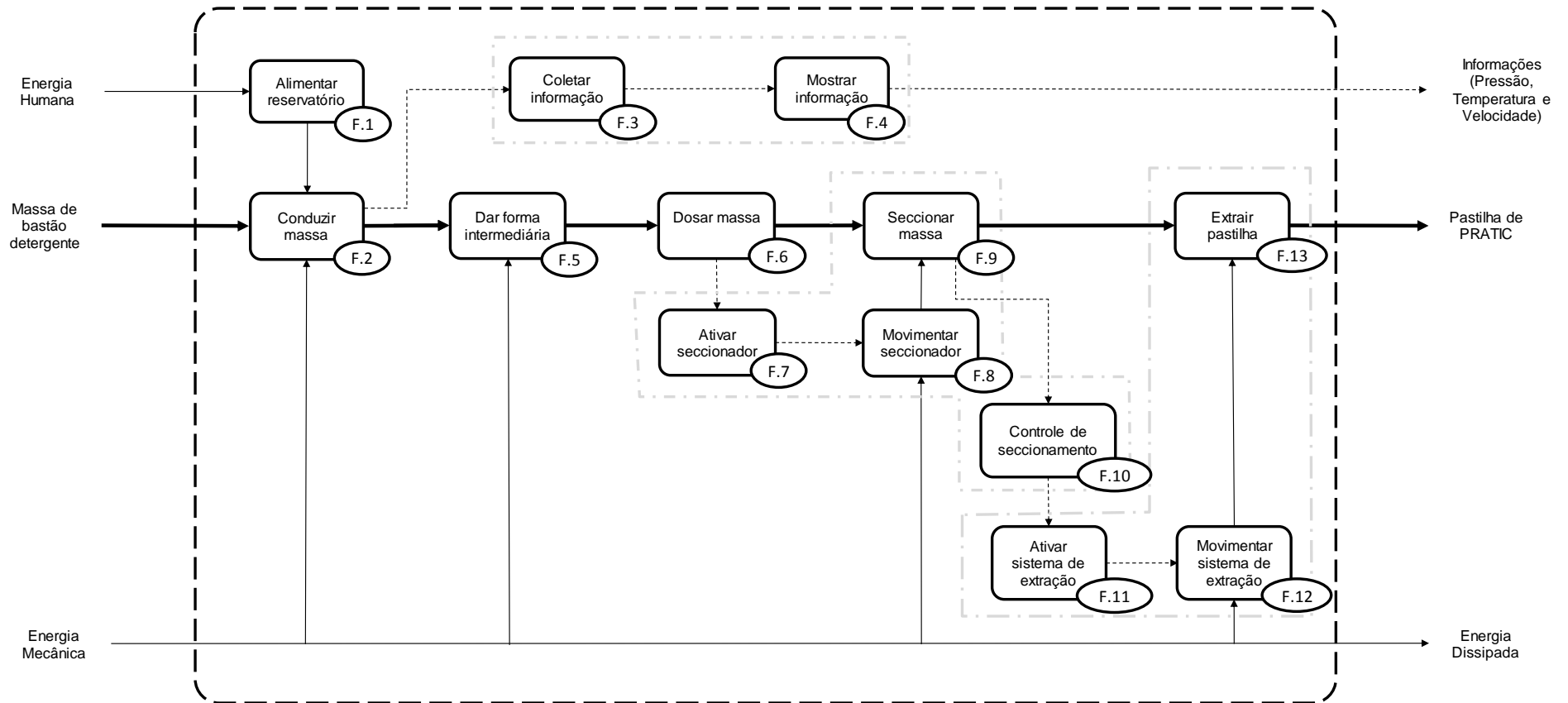






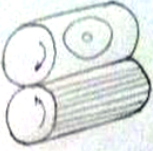
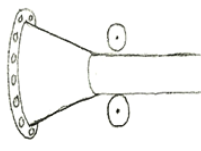



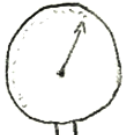
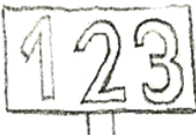



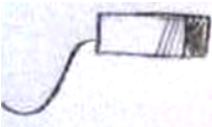




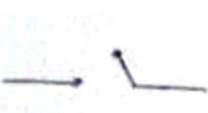





Figura 40 - Estrutura funcional do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente"



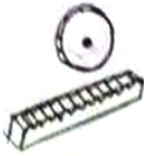





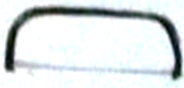
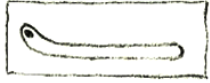
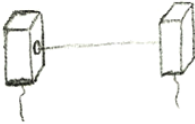
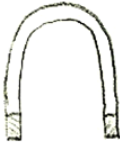

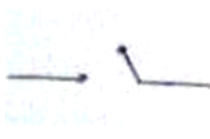
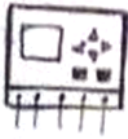




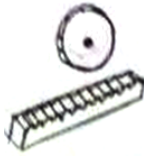



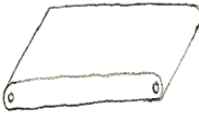

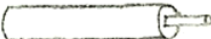
APÊNDICE E – MATRIZ MORFOLÓGICA/ MATRIZ DE CONCEPÇÕES

Apresenta-se neste apêndice a matriz morfológica gerada a partir de cada uma das funções apresentadas na estrutura funcional apresentada no Apêndice D com as devidas alternativas criadas pela equipe para melhor endereçar cada uma das necessidades apresentadas. Além disso, também apresenta-se a Matriz de Concepções com a opção escolhida para cada função nas nove alternativas geradas e uma reunião dos croquis desenvolvidos.

		MATRIZ MORFOLÓGICA				
		A	B	C	D	E
F.1						
		Alavanca	Energia Potencial	Pistão	Rosca	
F.2						
		Rosca	Pistão	Calandra	Sistema puxado	
F.3						
		Sensor elétrico	Coletor mecânico	Testes manuais		
F.4						
		Analógico	Digital			
F.5						
		Matriz	Formas	Rolo com cavidades		
F.6						
		Sensor	Cronômetro	Balança	Encoder	Fotovoltáico
F.7						
		Rele	CLP	PC	Microcontrolador	

Quadro 12 - Matriz morfológica do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente" (continua)

(continuação)

		MATRIZ MORFOLÓGICA				
		A	B	C	D	E
F.8						
	Pistão	Motor elétrico	Cremalheira	Manual		
F.9						
	Lâmina	Faca rotativa	Laser	Água Pressurizada	Fio	
F.10						
	Fim de Curso	Óptico	Magnético	Encoder		
F.11						
	Rele	CLP	PC	Microcontrolador		
F.12						
	Pistão	Motor elétrico	Cremalheira	Manual		
F.13						
	Pistão	Ar	Esteira	Vácuo/Sucção	Pino extrator	

Quadro 12 – Matriz morfológica do produto: “Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente”

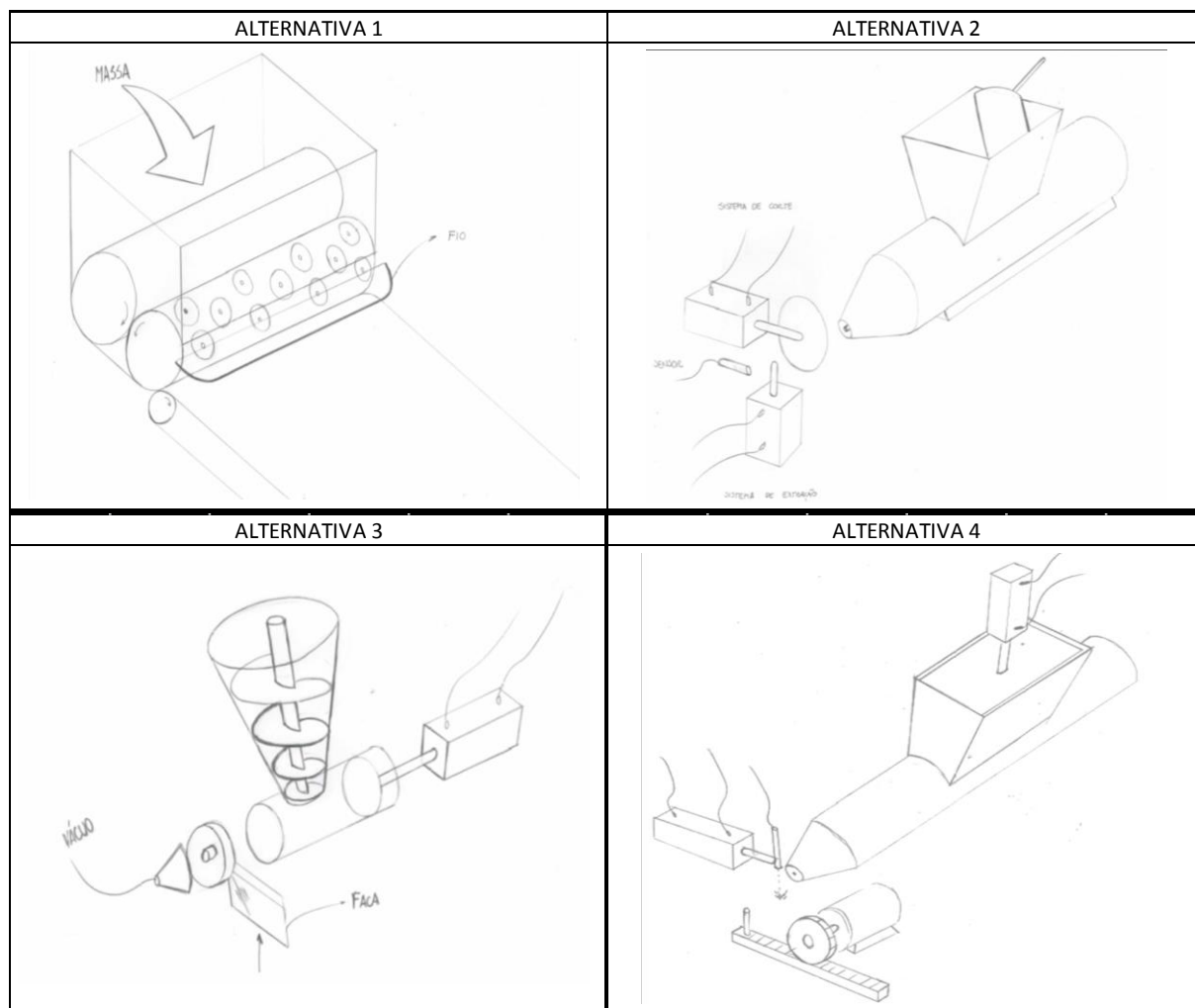
F.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A1	B	C	B	A	C	B	B	B	E	A	B	A	E
A2	A	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A
A3	D	B	C	A	B	A	D	A	A	A	D	B	D
A4	C	A	B	A	A	A	D	A	C	B	A	C	E
A5	A	A	A	B	A	D	B	B	A	A	B	B	C

Quadro 13 - Matriz de concepções do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente" (continua)

(continuação)

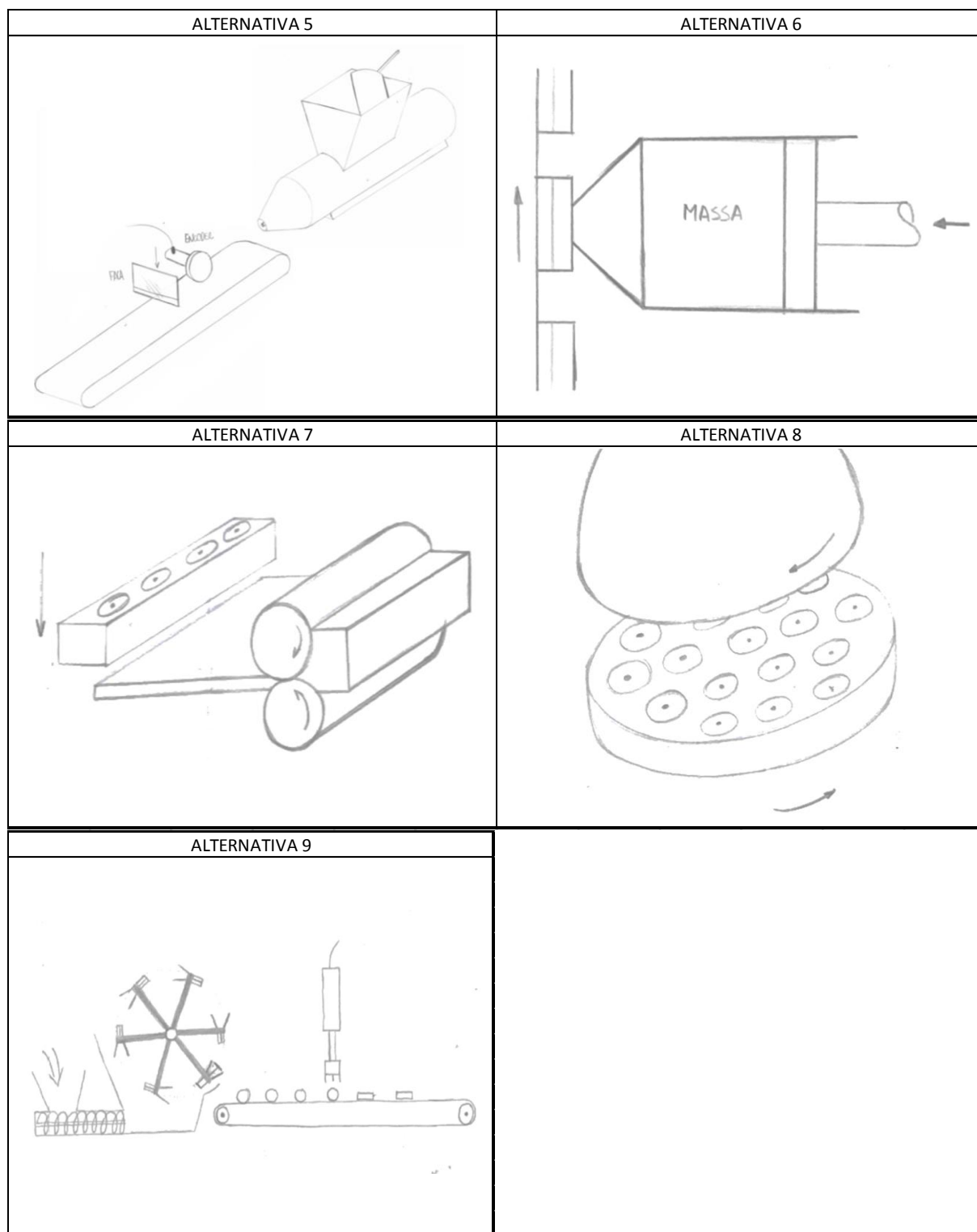
A6	A	B	B	A	B	B	B	A	A	B	B	A	E
A7	B	C	A	B	B	C	B	A	A	A	B	C	E
A8	B	B	B	A	B	E	B	C	A	A	A	A	A
A9	B	A	C	A	B	C	C	B	A	A	A	B	C

Quadro 13 – Matriz de concepções do produto: “Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente”



Quadro 14 - Matriz de alternativas do produto: "Dispositivo de dar forma e dosar massa de bastão detergente" (continua)

(continuação)



Quadro 14 – Matriz de alternativas do produto: “Dispositivo para dar formar e dosar massa de bastão detergente”

APÊNDICE F – MATRIZ DE PUGH MODIFICADA

Neste apêndice apresenta-se a Matriz de Pugh Modificada. Esta matriz utiliza os requisitos de projeto como parâmetros de comparação entre as concepções desenvolvidas, visto que, avaliando os requisitos de projeto ao invés das necessidades do cliente tem-se um refino maior no comparativo entre as alternativas. A matriz apresenta cada um dos requisitos de projeto listados em ordem crescente de acordo com a classificação obtida na Casa da Qualidade e um comparativo entre as nove concepções que foram geradas a partir da Matriz Morfológica. Essas concepções foram comparadas com a Concepção 3, selecionada como referência e, a partir das pontuações obtidas, a Concepção 5 foi escolhida como melhor opção para o desenvolvimento da máquina de formar massa de bastão detergente.

MATRIZ DE PUGH MODIFICADA												
Critérios de Avaliação		Alternativa 1			Alternativa 2			Alternativa 3			Alternativa 4	
Nº	Descrição	Peso	Classificação	Pontos	Classificação	Pontos	Classificação	Pontos	Classificação	Pontos	Classificação	Pontos
1	Reprocesso	183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Produtividade	228	+	228	+	228						
3	Ações do operador	163	+	163	+	163					+	163
4	Regulagens	123	-	-123	+	123					-	-123
5	Temperatura de operação	88	0	0	0	0	R				0	0
6	Pressão de operação	88	-	-88	0	0					-	-88
7	Velocidade de operação	88	+	88	+	88	E				+	88
8	Padronização de operações	53	0	0	0	0					0	0
9	Tempo médio entre falhas	76	0	0	0	0	F				0	0
10	Processos automáticos	200	0	0	0	0					0	0
11	Força necessária para operação	65	-	-65	+	65	E				-	-65
12	Posições desconfortáveis de operação	58	0	0	0	0					0	0
13	Cantos vivos	32	0	0	0	0	R				0	0
14	Superfícies cortantes	25	+	25	-	-25	É				+	25
15	Sistemas de proteção	25	0	0	0	0					0	0
16	Peças padronizadas no mercado	100	-	-100	0	0	N				-	-100
17	Medidor de pressão	50	0	0	+	50					0	0
18	Medidor de temperatura	50	0	0	+	50	C				0	0
19	Indicador de velocidade	50	0	0	+	50					0	0
20	Peças	89	-	-89	0	0	I				-	-89
21	Componentes de união	65	0	0	0	0					0	0
22	Mapeamento de peças	25	0	0	0	0	A				0	0
23	Poka yoki implantados	43	0	0	0	0					0	0
24	Resistência a corrosão	35	+	35	-	-35					+	35
25	Dureza da matriz extrusora	44	+	44	-	-44					+	44
26	Custo	90	-	-90	0	0					-	-90
Somatório dos Pontos				28		713		0				-200
Classificação				4		2		5				7

Quadro 15 - Matriz de Pugh modificada do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente" (continua)

(continuação)

Critérios de Avaliação		MATRIZ DE PUGH MODIFICADA											
Nº	Descrição	Peso	Alternativa 5		Alternativa 6		Alternativa 7		Alternativa 8		Alternativa 9		
			Classificação	Pontos	Classificação	Pontos	Classificação	Pontos	Classificação	Pontos	Classificação	Pontos	
1	Reprocesso	183	0	0	0	0	-	-183	+	183	0	0	
2	Produtividade	228	+	228	+	228	+	228	+	228	+	228	
3	Ações do operador	163	+	163	0	0	-	-163	-	-163	0	0	
4	Regulagens	123	+	123	-	-123	0	0	0	0	-	-123	
5	Temperatura de operação	88	0	0	0	0	+	88	+	88	0	0	
6	Pressão de operação	88	0	0	0	0	+	88	+	88	0	0	
7	Velocidade de operação	88	+	88	0	0	+	88	+	88	0	0	
8	Padronização de operações	53	0	0	0	0	-	-53	0	0	0	0	
9	Tempo médio entre falhas	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	Processos automáticos	200	0	0	-	-200	-	-200	-	-200	0	0	
11	Força necessária para operação	65	+	65	0	0	0	0	-	-65	-	-65	
12	Posições desconfortáveis de operação	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Cantos vivos	32	0	0	+	32	0	0	0	0	-	-32	
14	Superfícies cortantes	25	-	-25	-	-25	0	0	+	25	-	-25	
15	Sistemas de proteção	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	Peças padronizadas no mercado	100	+	100	-	-100	-	-100	0	0	-	-100	
17	Medidor de pressão	50	+	50	0	0	+	50	0	0	0	0	
18	Medidor de temperatura	50	+	50	0	0	+	50	0	0	0	0	
19	Indicador de velocidade	50	+	50	0	0	+	50	0	0	0	0	
20	Peças	89	0	0	-	-89	-	-89	0	0	-	-89	
21	Componentes de união	65	0	0	-	-65	0	0	0	0	0	0	
22	Mapeamento de peças	25	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-25	
23	Poka yoki implantados	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	Resistência a corrosão	35	-	-35	0	0	0	0	-	-35	0	0	
25	Dureza da matriz extrusora	44	-	-44	0	0	+	44	-	-44	-	-44	
26	Custo	90	0	0	-	-90	-	-90	0	0	-	-90	
Somatório dos Pontos			813		-432			-192		153		-365	
Classificação			1		5		3		2		4		

Quadro 15 - Matriz de Pugh modificada do produto: "Dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente"

APÊNDICE G – CUSTOS DO PROJETO

Na Tabela 7 estão descritos todos os custos do projeto para confecção do protótipo de dispositivo para dar forma e dosar massa de bastão detergente. Estes foram rateados entre o projeto e materiais elétricos, usinagem e matéria-prima de componentes mecânicos e custos gerais com transporte e mão-de-obra da ADESUL.

Tabela 7 - Custos do projeto para confecção do protótipo

	Valor (R\$)
Projeto e componentes elétricos	24.530,00
Usinagem e matéria-prima de componentes mecânicos	17.930,00
Custos gerais com transporte e mão-de-obra da ADESUL	4.060,00
TOTAL	46.520,00

APÊNDICE H – DESENHOS DE PROJETO

Neste apêndice apresenta-se todos os desenhos de projeto que foram desenvolvidos para a construção da máquina de dosar e cortar massa de bastão detergente. Elas estão ilustradas individualmente e em sub grupos. Todos os desenhos foram criados utilizando-se o software Solidworks.