



Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

**UNIVERSIDADE PAULISTA**

**VICE-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

**AUTOASSÉPTICO & SELADORA PGC,  
SISTEMA AUTOMATIZADO PROJETADO PARA  
EFETUAÇÃO DE ASSEPSIA, SECAGEM,  
SELAGEM E ESTERILIZAÇÃO DE  
EQUIPAMENTOS CIRÚRGICOS.**

Hígor Alves Amorim do Amaral  
Prof. Orientador: Dr. Clodoaldo Valverde

Pesquisa financiada pelo Santander, Programa Santander Universidades de Bolsas  
de Educação  
É proibida a reprodução total ou parcial.

**AUTOASSÉPTICO & SELADORA PGC, SISTEMA AUTOMATIZADO PROJETADO PARA EFETUAÇÃO DE ASSEPSIA, SECAGEM, SELAGEM E ESTERILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS CIRÚRGICOS**

Hígor Alves Amorim do Amaral

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

---

**Resumo:** Este projeto de iniciação científica vem com o intuito de automatizar o processo de assepsia, secagem e selagem de materiais cirúrgicos de geometria variada de até 23 centímetros de comprimento podendo ser reajustado futuramente para outros tamanhos de materiais e 12 centímetros de largura sendo que os materiais que podem ser assepsiado seria metal aço inoxidável plástico e vidro, hoje esse tipo de processo é feito manualmente o que pode por em risco à saúde da pessoa no qual está efetuando a assepsia do material cirúrgico ou mesmo de quem está selando o material, pois uma serie de fatores pode agravar este risco, com esta automação iremos basicamente reduzir tempo de processo de assepsia e selagem, garantir um padrão no processo e principalmente reduzir os riscos a saúde da pessoa no qual utiliza a mesma. Atualmente existem diversos equipamentos que efetuam essas mesmas funções de limpeza e selagem com métodos um pouco diferentes. Este projeto é feito com ajuda de clp (controlador lógico programável) da empresa americana rockwell ou allen bradley e possuem circuitos auxiliares eletrônicos à relés para efetivação desde processo em geral, podendo assim padronizar todo o sistema desde a assepsia até a selagem, podemos então assim reduzir a insalubridade uma vez que será reduzido o contato manual da pessoa com o equipamento, reduzir custos quanto a erros ou falhas humanas, não tendo o reprocesso de limpeza ou selagem, onde se dispensará um ou mais profissionais para a área de assepsia e um ou mais para a selagem e por último este processo se dará de forma mais rápida e ágil, facilitando assim no caso de um processo em série totalmente automatizado e com sistema de segurança para o operador da mesma. Um tópico importante é a vantagem de se utilizar de dois sistemas de assepsia (mecânica e ultrassônica) ao invés de um tipo somente como podemos encontrar no mercado, e também a redução de custos em relação à outras máquinas no mercado, com um ideia totalmente inovadora sem algo parecido nas lojas de materiais de saúde.

---

---

**Palavras-Chave:** Projeto, Assepsia, Instrumental

---

---

**Abstract:** This project initiation science comes aiming to automate the process of asepsis, drying and sealing materials surgical geometry mixed up to 23 centimeter s in length may be readjusted future for other sizes of materials and 12 centimeter s wide being that the materials asepsis would be stainless steel metal plastic and glass today such process is done by hand what can in health risk in which the person is making a material asepsis cirurgico or even who is sealing material, for a series of this risk factors may worsen, automation with this will reduce time basically asepsis and sealing process, ensure a standard procedure and especially in reducing health risks in which the person uses the same. Currently there are other equipment that do these same functions of cleaning and sealing methods with a little different. This project is done with help of plc (programmable logic controller) company or american rockwell allen bradley and auxiliary electronic circuits have to relay for effective from process in general, so can standardize all since the system to the sealing asepsis, so we can then reduce unhealthy be reduced because the contact person with manual of the equipment, reduce costs as a human errors or failures, not having reprocessing seal cleaning or, where one or more exempt professional for area and one or asepsis more for sealing and last this process will be so quick and more agile, facilitating well in case of a fully automated process in series with security system for the operator of the same. An important topic is the advantage of if you use two systems asepsis (mechanical and ultrasonic) instead of a kind only as we can find the market, and also the cost savings on the other machines on the market, with a totally innovative idea something like without supplies stores in health.

---

---

**Key-Words:** Project, Asepsis, Instrumental

---

## LISTA DE SIGLAS E SIMBOLOS

### Siglas

LED Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)

LDR Light Dependent Resistor (Resistor Dependente de Luz)

LCD Liquid Crystal Display (Display de Cristal Liquido)

Vcc Tensão Corrente Continua

Vca Tensão Corrente Alternada

PGC Papel Grau Cirúrgico

PIC Programmable Interface Controller (Controlador de Interface Programável)

### Simbolos

% Porcentagem

° Graus °C Graus Celsius

Ø Diâmetro

$\pi$  Pi

“ Polegada

$\Omega$  Ohms

A Ampere

g Grama

ml Mililitro

l Litro

MHz Mega Hertz

m Metro

cm Centímetro

mm Milímetro

mm<sup>2</sup> Milímetro Quadrado

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MÉTODO.....	3
3.1 SUJEITOS.....	4
3.1.1 Instrumentos.....	4
3.1.2 Procedimentos .....	5
3.1.3 Assepsia dos Instrumentos .....	6
3.1.3.1 Limpeza.....	7
3.1.3.2 Biofilmes.....	7
3.1.3.3 Limpeza Mecânica.....	8
3.1.3.4 Qualidade da Embalagem X Qualidade de Esterilização .....	9
3.1.4 Papel Grau Cirúrgico .....	9
3.1.4.1 Validade de Esterilização .....	11
3.1.5 Parte Mecânica Autoasséptico .....	14
3.1.6 Reservatório de Fluidos.....	15
3.1.7 Materiais Estruturais.....	22
3.1.8 Aço Carbono .....	22
3.1.9 Aço Inoxidável .....	23
3.1.10 Mancais de Rolamento.....	25
3.1.11 Elementos de Máquinas .....	26
3.1.12 Transmissão por Correntes .....	26
3.1.13 Transmissão por Eixo Sem Fim .....	28
3.1.14 Força Centrípeta .....	29
3.1.15 Parte Elétrica e Eletrônica Autoasséptico.....	30
3.1.16 Bomba de Injeção .....	31
3.1.17 Resistor Elétrico de Aquecimento da Água .....	35
3.1.18 Eletroválvula Solenoide de Escoamento .....	36
3.1.19 Resistor de Secagem do Instrumental.....	37
3.1.20 Sensor Nível de Água.....	39
3.1.21 Relés .....	40
3.1.22 Sensores Fim de Curso.....	42

3.1.23 Parte Automação Autoasséptico: 1° Microcontroladores depois CLP .....	43
3.1.24 Linguagem <i>Ladder</i> .....	46
3.1.25 Sistema de Segurança .....	47
3.1.26 Sistema Pneumático.....	48
3.1.27 Válvulas 5/2 Vias.....	50
3.1.28 Elevador Bandeja .....	51
3.1.29 Circuitos Eletrônicos Auxiliares .....	53
3.1.30 Automação .....	54
3.1.31 Processos de Execução .....	55
3.1.32 Melhoria Seladora PGC.....	57
4. RESULTADOS .....	60
5. Custos .....	70
6. DISCUSSÃO .....	72
7. MELHORIAS GERAIS.....	74
7.1 Transdutores e Bomba para Assepsia .....	74
7.2 Parte Automação Autoasséptico .....	75
7.3 Pistões Pneumáticos .....	78
Sistema de Reposição de Água para o Autoasséptico.....	78
7.5 Bomba Álcool .....	78
7.6 Tampa Processo Assepsia.....	78
7.7 Sensor para Sistema de Enchimento .....	78
7.8 Sistema de Secagem .....	79
7.9 Tempo de Processo para Diversos Instrumentais.....	79
7.10 Tanque para Sujidades .....	79
7.11 Novo Sistema de Vibração Mecânica da Água .....	79
7.12 Patentear o Projeto .....	79
7.13 Redimensionamento do Projeto .....	80
7.14 Braço Robótico de Transporte.....	80
8. REFERÊNCIAS.....	81
9. ANEXOS .....	85
APÊNDICE A.....	94

# INICIAÇÃO CIENTÍFICA

## RELATÓRIO SEMESTRAL DE PESQUISA

### 1. INTRODUÇÃO

Uma ligação importante que temos neste projeto é relação que vem de algum tempo entre as áreas da saúde e engenharias, o mesmo já tem acumulados alguns projetos por meio da Engenharia Mecatrônica em união com a Odontologia pela Instituição Universidade Paulista – UNIP campus Flamboyant localizado em Goiânia. Atualmente é impossível se imaginar algum consultório ou laboratório de Odontologia sem algum tipo de equipamento com o mínimo de tecnologia automatizada. Foram pesquisados vários tipos de projetos que poderia ser feito nesta junção de áreas, até que surgiu a vontade de automatizar um sistema que atualmente é feito manualmente, esta pesquisa foi efetivada em conjunto com profissionais da área da saúde em específico a Odontologia, e que este projeto fosse uma inovação e de grande utilidade para estes especialistas da saúde.

Após diversas pesquisas em documentos (livros, revistas e site relacionados ao assunto) quanto com profissionais da saúde observamos que o projeto era uma inovação para o mercado visto que não existiriam nada parecido com a Autoasséptico (Sistema Automatizado que Efetua Assepsia de Instrumentos Cirúrgicos) e Seladora PGC (Sistema de Selagem Automatizado para Equipamentos Cirúrgicos) , essas duas ideias seriam unidas uma a outra para que pudéssemos fazer um equipamento só, porém o desenvolvimento das mesmas é de forma separada. Quando se observa o mercado da odontologia podemos ver que existem vários equipamentos que fazem todo o procedimento de lavar, secar e selar os instrumentos cirúrgicos, entretanto efetuam-se o mesmo de forma separada e muito das vezes de forma semiautomática, independentes quanto a tempo, ocasionando assim em um maior tempo para toda limpeza e selagem sendo que podemos fazer o controle de tempo com uma máquina somente.

A assepsia de instrumentos cirúrgicos vem da necessidade de retirar os riscos de infecção e contaminação do paciente o qual é submetido à utilização destes

materiais. Na assepsia é retirado todo o material orgânico do instrumento para que na próxima etapa, que é a esterilização, seja feito com que o material fique inerte, ou seja, livre de bactérias.

Com o avanço da robótica cada vez mais os equipamentos automatizados tem substituído processos onde a mão humana atuava, trazendo assim a repetibilidade com eficiência do processo, a padronização e qualidade de tarefas que se feitas manualmente, haveria diferenças no resultado de um mesmo processo.

O autoasséptico veio da necessidade de tirar os riscos oferecidos pela manipulação na assepsia de instrumentos cirúrgicos após serem utilizados, onde por estarem “sujos” correm o risco de contaminar o manipulador, além da necessidade também de ser feita uma assepsia com qualidade e padronizada em qualquer instrumento.

As funções do autoasséptico são de lavagem e secagem do instrumento cirúrgico. A lavagem é feita pela aplicação de uma força centrípeta ao fluido asséptico através de um motor, com uma hélice imersa no fluido e a secagem é feita pela ventilação de ar aquecido por uma resistência térmica.

Um equipamento desta proporção pode ser de grande valia, visto que, o mesmo trabalhará de forma automatizada sem intervenção da mão humana, um projeto deste para hospitais e clínicas médicas ou odontológicas seria um avanço fundamental em relação ao geral, pois, reduziria a insalubridade, redução de custos, redução de tempo, a mão de obra empregada a este serviço pode ser reduzida, o fator padronização de todo o método de assepsia e selagem seria importantíssimo quando não intervenção humana nestes procedimentos o que pode causar danos futuros ao paciente em que este instrumental será utilizado e um dos mais importantes fatores é que o protótipo não degrada o meio ambiente uma vez que todos os dejetos de sujidade são escoados para um reservatório de lixo hospitalar.

Este protótipo abrange apenas instrumental de 23 cm de comprimento por 12 cm de largura e de geometria plana, pois se encontra no mercado atualmente instrumental de diversos tamanhos e de diversos formatos e para redução de custos ao final do projeto pensou-se em padronizar o protótipo a este tamanho, porém em questões futuras pode-se padronizar a maiores instrumentos, e diversos formatos, porém alguns estudos com relação a limpeza de alguns materiais já estão sendo feitas para futuramente ser melhorada e ser incorporado ao projeto outros dispositivos de auxílio na assepsia e selagem.

Uma base fundamental que temos neste projeto é que o mesmo representa um trabalho de grande valia e eficiência para comunidade científica, visto que o protótipo tem basicamente todos os elementos estudados na Engenharia de Controle e Automação sendo que temos elementos mecânicos, eletrônicos e principalmente automação juntamente com a programação de elementos de computadores e por último, mas não menos importante podemos englobar o projeto a sociedade, pois temos pouquíssimos equipamentos automatizados que efetuam a assepsia, secagem e selagem de equipamentos cirúrgicos, sendo uma inovação tecnológica na área da saúde humana.

Neste protótipo pode-se adicionar futuramente após a selagem de todo instrumental um protótipo de esterilização, onde o material seria esterilizado de forma correta e com um sistema automatizado e de forma a ser em série. Este protótipo foi feito para que um instrumento por vez pudesse ser lavado, secado e selado, seja ele feito em vidro, plástico ou metal, e também temos a opção de englobar um conjunto de instrumental de mesmo material, porém o projeto não fica somente para assepsia de equipamentos hospitalares, mas o mesmo pode ser utilizado como uma lavadora de peças, como engrenagens, correntes e assim pode diante, porém o nosso foco não é este, sendo assim abrimos algumas lacunas para projetos futuros que utilizariam mais ou menos deste mesmo processo.

## 2. MÉTODO

Neste projeto de iniciação científica basicamente iremos falar um pouco sobre assepsia de instrumentos cirúrgicos até a esterilização dos mesmos, pois temos vários elementos agravantes que devem ser ressaltados com relevância tais como, métodos de limpeza de equipamentos cirúrgicos e máquinas disponíveis no mercado de odontologia e materiais hospitalares, bem como a segurança dos mesmos e os riscos a saúde humana uma vez que o material sendo mal higienizados pode agravar a saúde de uma pessoa ou óbito do mesmo, podemos falar também dos riscos ao meio ambiente que determinados equipamentos têm se comparados ao do projeto em questão, o custo benefício de forma geral e finalmente descreveremos os elementos que constituem o projeto e porque de utiliza-los.

Iremos também falar sobre a ampla gama de equipamentos cirúrgicos que se encontra no mercado, tudo quanto ao formato dos mesmos (alguns peculiares, com formatos diferentes), ao material que é feito o instrumental, tamanho e complexidades de alguns quanto a limpeza, iremos detalhar basicamente com um banco de dados elaborado em planilhas sobre cada um deles, tempo de limpeza de cada um, faremos também a dosagem certa de líquidos para certos materiais evitando falhas como ferrugens em equipamentos metálicos, trincas em equipamentos de vidro ou plásticos, pois cada instrumento deve ser analisado de acordo com sua estrutura e não de uma forma geral evitando assim algumas falhas corriqueiras de assepsia com a mão humana.

A Seladora PGC serão adaptar alguns sistemas de selagem que abrange a ampla gama de material de acordo com seus tamanhos e materiais nos quais são fabricados.

### 3.1 SUJEITOS

Todo o mesmo está sendo desenvolvido em uma parceria do curso de Odontologia da Universidade Paulista – UNIP campus Flamboyant, a pesquisa veio em função de melhorar um projeto já feito, que é a Seladora PGC desenvolvido nesta mesma Universidade, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecatrônica e o desenvolvimento do Autoasséptico que seria a lavadora de instrumentos cirúrgicos odontológicos e hospitalares de até 23 cm de comprimento e 15 cm de largura, porém com estrutura dimensionada para maiores proporções numa futura venda ou numa etapa de patentear o mesmo.

Um dado muito importante para este projeto é que o mesmo contém diversos dispositivos de segurança do operador da mesma, tudo dimensionado de acordo com o padrão ANVISA para trabalhar com este tipo de instrumental, sendo assim o mesmo não contém material que degrade o meio ambiente, um dos fatores preponderantes na atualidade.

#### 3.1.1 Instrumentos

Para efetivação deste projeto utilizamos de diversas formas de instrumentos a principal delas, seriam testes teóricos (elaborando pequenos questionários) para

diversos problemas que tivemos até o presente momento, porém o mais utilizado foram os testes práticos, pois o projeto deve estar em pleno funcionamento ao término deste projeto.

Para o Autoasséptico utilizamos destes pequenos testes teóricos para definirmos os melhores componentes a serem usados ao projeto. Primeiramente tivemos que debater sobre a melhor forma de limpeza dos equipamentos visto aos que temos no mercado, numa forma de custeio razoável e principalmente qual seria o tamanho final do projeto, exemplo: Nós poderíamos abranger toda a categoria instrumental cirúrgico, sejam eles, pequenos, médios ou grandes, de geometria plana ou geometria variada, sendo assim chegou-se a conclusão que iríamos somente trabalhar com os equipamentos que mais são utilizados pelos especialistas da área da saúde, então definimos que seria os equipamentos de geometria variada, fabricados em metal (Aço Inoxidável), plásticos ou vidros e por último até o comprimento de 23 cm por 12 cm de largura, que seria os instrumentos que pudessem ser introduzidos ao Autoasséptico.

Em todo o decorrer do projeto sempre fazemos questionários para eventuais problemas a cometidos, sejam eles tanto para a parte de dimensionamento do projeto com relação ao qual tipo de material deveu utilizar como quais componentes seriam melhor para a prática de certa função do protótipo, por exemplo: Qual seria a bomba com a vazão ideal para este projeto? Ou mesmo em testes práticos do mesmo em pleno funcionamento para que possíveis ajustes sejam feitos e que não ocasione erros futuros.

### 3.1.2 Procedimentos

Neste projeto falaremos de diversos fatores de suma importância para o conhecimento antes mesmo de irmos a falar do projeto em si, sendo eles podemos destacar a assepsia dos instrumentos, como são feitas e quais máquinas temos no mercado, sobre o papel grau cirúrgico que é um material de importância tremenda para a selagem destes materiais e os tipos de máquinas que também podem ser encontradas no mercado, com isto podemos falar de forma sucinta e correta sobre o projeto seguindo toda ordem de construção até fase final para o equipamento Autoasséptico e juntamente com as melhoras da Seladora PGC, iremos detalhar todos os componentes que estão sendo utilizados em cada uma e quais as futuras

melhoras que podem ser feitas ao final de toda esta pesquisa, fundamentada em bibliografias tanto da ordem Odontológica quanto de Engenharia.

### 3.1.3 Assepsia dos Instrumentos

De forma geral pode-se dizer que a assepsia é o conjunto de métodos que se pode utilizar para a não penetração de um micro-organismo em um meio que não os pertence, por consequência podemos dizer que assepsia em um ambiente é aquele que está livre de infecção ou contaminação (MORYIA, 2008).

Para que não ocorram riscos a saúde humana em hospitais e clínicas perante o operador de limpeza dos instrumentos pode-se encontrar vários métodos para assepsia e esterilização desses materiais nos quais estamos falando, métodos esses que evitam os riscos a saúde e principalmente são todos inspecionados pela ANVISA. A forma como se procede à assepsia é da seguinte forma, primeiro o operador do instrumental cirúrgico irá usar escova e detergente seja ele enzimático ou o comum encontrado em mercados, e por meio de fricção manual retira-se a sujidade contida no instrumento, sendo um instrumento por vez. Todo esse procedimento é de extrema importância, pois só assim garante-se a real limpeza do material reduzindo os micro-organismos quando o material for para autoclave ser esterilizado (PADOVEZE,2011).

Hoje no mercado podemos encontrar de dois tipos bem definidos para limpeza de instrumentos cirúrgicos, que seria a Termodesinfetadora (Turbilhamento) e o Ultrassom (Cavitação), pode dizer que a primeira funciona com a aspersão de água a alta temperatura para que se possa destruir de forma concisa toda forma de bactéria no instrumental (SOBRACILRJ,2011), e já a segunda funciona pelo método de cavitação mesmo sob forma de transformar energia elétrica em mecânica, criando assim pequenas bolhas no recipiente em que esta inserido o instrumental, com isto temos pequenas explosões de bolhas de água que se aquecem frequentemente, sendo uma método de bom alcance em equipamentos com cavidades muito pequenas para serem alcançadas pela mão humana (UNIQUE, 2011).

Com isto, o protótipo vem para reduzir custos perante o alto preço destes equipamentos no mercado, sendo que o mesmo funcionará da seguinte maneira, uma lavadora automatizada de baixo custo, que fará o mesmo processo de limpeza

da seguinte maneira, um sistema de elevadores que teria em um deles uma placa onde serão colocados os instrumentais, para este protótipo utilizará de dois métodos de limpeza, a por transdutor ultrassônico, que utilizaremos na faixa de três ou quatro do mesmo, apenas para simular uma limpeza simples ao término do protótipo e também um sistema de bomba que estará na lateral do protótipo que fará uma centrifugação ocasionando assim uma cavitação, e com isto temos dois sistemas de limpeza por cavitação, principal para a garantia de limpeza seria a união de um equipamento ultrassom a este método de bomba centrífuga, tudo funcionando a uma temperatura preestabelecida de 65 °C com um resistor elétrico submerso a água, reduzindo ao máximo a chance de conter impurezas ao instrumento que sofre a assepsia, sendo assim facilitando para uma futura esterilização do equipamento. Teremos neste protótipo diverso componente para efetivar a assepsia do instrumental, como bombas de água, detergente enzimático e álcool 70%, também resistência térmica para aquecimento da água, resistência térmica par secagem do material e por último motor para o elevador de subida e descida da placa de assepsia para que o mesmo possa ser levado ao sistema de selagem.

#### 3.1.3.1 Limpeza

A limpeza consiste na remoção física das sujidades, realizadas com água e sabão ou detergente, de forma manual ou automatizada, e por ação mecânica. Constitui a primeira e mais importante etapa para eficiência dos procedimentos de desinfecção ou esterilização dos artigos odonto - médico - hospitalares, tendo três objetivos principais: remoção de sujidades, remoção ou redução de micro-organismos, remoção ou redução de substâncias pirogênicas (SOBRACILRJ, 2007, p. 2 apud REICHERT, 1997).

#### 3.1.3.2 Biofilmes

São massas microbianas que contem material celular e extracelular, aderidas as superfícies dos artigos que permaneceram imersos em líquidos (inclusive sangue). Uma vez formadas, estas massas, o agentes esterilizante precisa penetrá-las antes de conseguir eliminar o micro-organismo, (SOBRACILRJ, 2007, p. 4 apud APECIH, 2003).

Comunidade que pode ser única ou polimicrobica, com células associadas à superfície, podendo se formar em horas, e são difíceis de serem removidas, pois são tolerantes à agentes Microbianos, tanto medicamentosos, quanto desinfetantes. Micro-organismos quando se associam a biofilmes, tornam-se mais resistentes. Os biofilmes possuem partículas e cristais, e também se associam à células vermelhas. Quando ocorre a erosão dos biofilmes, estes podem liberar células, além de serem fontes de endotoxinas. Microbiologia Aplicada ao Processamento de Produtos Médico-Hospitalares (SOBRACILRJ, 2007, p. 5 apud DONLAN, 2002).

Existem algumas formas de remover os biofilmes, que são os processos de limpeza, que por sua vez se distinguem entre mecânicos e químicos. O processo mecânico pode ocorrer através do uso de Ultra-Som, Termodesinfetadora e Limpeza Manual. Já o processo químico pode ocorrer através de enzimas, detergentes, desinfetantes, oxidantes e alquilastes (SOBRACILRJ, 2007).

### 3.1.3.3 Limpeza Mecânica

A limpeza Mecânica pode ser realizada com o auxílio de instrumentos especiais como: escovas, esponjas, panos, pistolas de ar comprimido ou de água e de equipamentos como: Ultra-Som (Cavitação) e Termodesinfetadora (Turbilhonamento). A utilização de equipamentos para realização da limpeza das sujidades, se comparado ao processo manual, tem como benefícios: (SOBRASILRJ,2007).

- Redução dos riscos de acidente com materiais biológicos, graças à redução do manuseio dos artigos contaminados.
- Padronização aproximada do processo de limpeza, uma vez que o processo é automático o que garante certo padrão de qualidade que pode variar bastante quando este processo é realizado manualmente e sujeito a falhas da operação humana.
- Aumento da eficácia de limpeza, visto que estes equipamentos possuem sistemas especializados de limpeza, que em algumas etapas de seus processos seriam impossíveis de serem realizados pelo homem, como é o

caso do ultra-som, que tem a capacidade de gerar cavitação para realizar a limpeza.

- Aumento de rendimento, pois o processo passa a ter pouca interferência humana, reduzindo mão de obra e custos, diminuindo tempo gasto na limpeza, melhorando a qualidade, permitindo a lavagem de vários instrumentos ao mesmo tempo e dispensado o tempo para descanso uma vez que estes equipamentos podem realizar ciclos infinitos sem pausa dentro do limite de desgaste de seus componentes.

#### 3.1.3.4 Qualidade da Embalagem X Qualidade de Esterilização

A qualidade da esterilização está fortemente ligada à qualidade da embalagem, visto que esta protege o que quer que esteja nela contido de interferências externas, como por exemplo, a contaminação por contato direto com objetos ou indivíduos contaminados. Quanto maior for a qualidade do invólucro que envolve o artigo esterilizado, maior será o tempo que este permanecerá estéril e menores serão os riscos de este artigo ser contaminado por quaisquer fatores externos.

A qualidade da embalagem pode estar ligada a qualidade do material empregado em sua construção, no entanto, devido aos rígidos controles de qualidade e normas que regem a fabricação de gêneros médico-hospitalares o nível de padronização do material é muito grande, fator este que praticamente isenta o material na interferência da qualidade da embalagem. Fatores como interferência humana, manutenção inadequada.

#### 3.1.4 Papel Grau Cirúrgico

Falaremos um pouco do mesmo porque ele é de suma importância em clínicas e hospitais sendo também importantíssimo ao projeto em questão, pois estamos melhorando a Seladora PGC e para efetivação disto precisamos estar atentos a todas as possíveis formas de selagem do mercado e principalmente as possíveis características deste material para que não ocorram acidentes futuros.

Para todo tipo de instrumento cirúrgico deve-se ter o papel grau cirúrgico que nada mais é que um filme de plástico colado juntamente a um filme de papel para que o equipamento a ser selado seja inserido dentro deste, uma característica importante deste famoso papel utilizado em clínicas e hospitais é que ele quando introduzido em autoclaves (Equipamento de Esterilização) o mesmo suporte a pressão, altíssimas temperaturas e o principal fator do mesmo é que o vapor quente oriundo da autoclave, quando penetre ao papel grau cirúrgico (o papel grau cirúrgico facilita na entrada de vapor) faça com que ele infle e seja mantido por algum tempo no interior do papel devidamente selado sem nenhuma sombra de falha, tornando assim esta esterilização por meio de autoclave um método bastante eficaz, e outro fator marcante neste papel é que ele muda de coloração de acordo com o tempo para informar ao operador da máquina autoclave de que o material já está devidamente esterilizado. (DONATELLI, 2011)

Logo abaixo podemos encontrar uma imagem de um rolo de papel grau cirúrgico, o mesmo que utilizamos no projeto:



Figura 1 – Rolos de papel grau cirúrgico (HOSPITALAR, 2011).

Podemos encontrar no mercado várias máquinas que efetuam a selagem em si, porém as mesmas são consideradas semiautomáticas, visto que no mercado, mesmo as máquinas que veem com a descrição de automáticas, para se efetivar a selagem com precisão é necessário o auxílio humano, pois a selagem não é feita sem a ajuda da mão humana, sendo o equipamento é automático para questões como controle de temperatura e tempo selagem, porém é a mão humana que segura o papel grau cirúrgico para que o mesmo possa ser selado.

#### 3.1.4.1 Validade de Esterilização

Existem muitas controvérsias quanto ao prazo de validade de esterilização realizada através de vapor saturado sob pressão. A Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, por exemplo, recomenda o prazo de sete dias de validade para os artigos esterilizados por meio de processos físicos, devido as dificuldades enfrentadas por algumas instituições em realizar estudos microbiológicos específicos. Este prazo de validade é bem relativo, pois depende da qualidade do material, da embalagem, data de esterilização, condições de estocagem, transporte e manuseio, as condições as quais o material foi submetido devem ser observadas antes da validação do processo de esterilização (BRITO, 2002, p.415 apud AORN, 2000).

De acordo com a Associação Paulista de Estudo e Controle de Infecção Hospitalar, o invólucro utilizado é o principal fator que determina o tempo no qual um artigo estocado se mantém esterilizado, ressalta que teoricamente um artigo esterilizado deveria manter-se estéril até que um fator externo contribuísse para sua recontaminação, independente do método utilizado (BRITO, 2002, p.415 apud APECIH, 1998).

Diversas variáveis podem influir na questão da validade da esterilização sendo elas: tipo e configuração da embalagem utilizada; número de vezes que o pacote foi manuseado antes do uso; número de pessoas que podem ter manipulado o pacote; estocagem em prateleiras abertas ou fechadas; condições da área de estocagem; uso de Capas de proteção e método de selagem (BRITO, 2002, p.416 apud AORN, 2000).

O tempo necessário para que o artigo necessite de passar por um novo processo de esterilização, embalagem e estocagem interferem de forma direta nos custos dos processos como um todo, uma vez que quanto menor o tempo em que

estes artigos podem esperar em estoque sem necessidade de novo processamento, maior será o número de vezes em um mesmo intervalo de tempo que estes artigos precisarão ser reprocessados se comparados a artigos que suportam um maior tempo de estocagem e conseqüentemente necessitam de menor número ou em alguns casos nenhum reprocessamento. Estes custos estão relacionados ao consumo dos invólucros, fitas adesivas, fitas indicadoras do processo de esterilização, mão de obra, embalagem de controle dos artigos, consumo do equipamento de limpeza quando este estiver presente no processo, consumo do equipamento de esterilização e desgaste do artigo processado, entre outros aspectos (BRITO, 2002).

A segurança do processamento dos artigos médico-hospitalares é uma importante medida de controle de infecção hospitalar. A infecção hospitalar é um grave problema de saúde pública, devido a sua complexidade e implicações sociais e econômicas. Assim o conhecimento dos diferentes fatores de risco na transmissão de infecção, das dificuldades de esterilização e desinfecção são aspectos de relevada importância para a elaboração de medidas de controle que diminuem a possibilidade de infecção hospitalar.

Com o intuito de evitar quaisquer problemas relativos a riscos de contaminação relacionados à validade da esterilização é recomendado que cada instituição de saúde estabeleça seus próprios prazos de validade de esterilização com base em pesquisas internas, não fazendo de uma forma empírica ou cópia de rotinas de outras instituições. Compartilhar informações do atendimento prestado ao cliente é fundamental. Em casos onde não seja possível a realização destes tipos de pesquisas é necessário que sejam seguidas as normas pré-estabelecidas como a anteriormente citada, da Secretaria de Saúde de São Paulo, que estipula um prazo de validade de sete dias para artigos esterilizados por meio de processos físicos. Tal recomendação torna extremamente necessário um processo automatizado de embalagem e selagem, visto que será necessário re-embalar o artigo a cada vencimento da validade de esterilização. O processo automático de embalagem e selagem entre suas diversas vantagens perante a realidade é reduzir o tempo gasto no processo de selagem, reduzir a insalubridade e conseqüentemente custos do processo (BRITO, 2002, p.417 apud CUNHA A.F, 2000).

O processo de embalagem e selagem automatizado tem como intuito assegurar:

- Padronização do Processo – através do processo automatizado é possível garantir um padrão de dimensões e características de selagem, condição de selagem praticamente invariável uma vez que o local onde ocorre o processo pode ser hermeticamente fechado e mesmo que não seja o fator interferência humano é o grande causador de anomalias no processo.
- Redução do Tempo do Processo – O processo automatizado pode ser realizado em menor tempo, uma vez que é realizado de forma seriada, não sendo necessário como ocorre no processo manual de um indivíduo acondicionando os artigos nos seus invólucros e logo após selando-os através de um selador manual.
- Redução dos Custos – Devido à redução de mão de obra e agilidade no processo garantido pela selagem em série.
- Melhoria da Qualidade – O processo automatizado tem como característica um padrão de procedimentos e de resultados, tendo um fator de variáveis muito pequenos. Através disso é possível garantir que o procedimento foi realizado da maneira correta e ainda será possível incrementar este processo com inovações que poderiam ser ineficazes na selagem manual.
- Maior Rendimento – A selagem automatizada em série garante um rendimento muito superior ao processo manual, visto que o processo automatizado se limita apenas em existir alimentação elétrica, manutenção correta e insumos de trabalho, que no caso da SELADORA PGC é o papel grau cirúrgico, no entanto não necessita de pausas para descanso além de a selagem ser mais rápida que a realizada manualmente.
- Redução de Riscos – O procedimento manual de selagem tem um potencial muito grande de contaminação tanto do artigo cirúrgico quanto do indivíduo que realiza o procedimento, pois no contato manual, caso exista um descuido, pode ocorrer um corte ou perfuração de quem está realizando o processo manual, contaminando este indivíduo. Além disso, erros na realização da selagem podem garantir a condição ideal para a cultura e proliferação de micro-organismos no artigo, pois uma fresta que seja na selagem é o bastante para ineficiência do processo e riscos de contaminação, neste caso, por parte do paciente.

### 3.1.5 Parte Mecânica Autoasséptico

Autoasséptico é composto de diversas etapas nas quais são fundamentais a sua conclusão, temos a parte mecânica no qual iremos explicar e demonstrar através de imagens até onde o mesmo foi dimensionado (seja através de imagens via softwares ou imagens do mesmo já iniciado), temos a parte eletrônica e elétrica que deve ser olhado de forma igual, pois uma depende da outra para o término deste projeto e por último temos a parte de automação, principal fonte de controle do projeto, onde o operador não precisará mais estar em contato com equipamento a ser higienizado.

Na estrutura mecânica do Autoasséptico temos duas partes bem definidas, que seriam elas, a tanque de higienização todo feito em aço inoxidável o mesmo possui um volume para líquidos de 9,7 L, aqui seria o local onde o instrumental será lavado de forma concisa, e temos também a estrutura externa onde o mesmo tanque estará interligado, essa estrutura externa é composta de pequenas outras estruturas para se finalizar a mecânica do projeto Autoasséptico, estruturas essas que são o local onde fica o elevador (onde está contida a placa de assepsia para abaixar e subir até o nível pré-estabelecido para ser colocado na rampa da Seladora PGC) que será movida por uma barra roscada de diâmetro de uma polegada e 30 cm de comprimento, também temos a estrutura de secagem do material, onde sistema montado será feito pelo mesmo princípio do secador de cabelo comum ao mercado, já o sistema de transdutores submersos que farão à agitação ultrassônica da água que estará aquecida devido ao resistor elétrico submerso a água (será adicionado ao termino deste projeto quando formos fazer a melhoria do projeto), o mesmo é de suma importância para limpeza do instrumental,

Toda essa estrutura externa é feita em barras de metalon e forma soldadas seguindo as normas da ISO quanto a qualidade para toda estrutura que não aconteça nenhuma avaria com relação à flambassem, cisalhamento e outras e problemas futuros, pois soldar componentes é extremamente difícil e principalmente o operador da máquina de solda deve tomar cuidado porque a principal estrutura que é onde será feito a assepsia deve ser devidamente soldado para que não aja vazamento de líquidos que estarão no tanque de assepsia. Também temos a caixa onde irá ser inserido o material a ser assepsiado, uma caixa de tamanhos de 30 cm de comprimento por 15 cm de largura e 4 cm de altura.

### 3.1.6 Reservatório de Fluidos

O reservatório do autoasséptico foi desenvolvido de modo que após o escoamento do fluido de assepsia, não fique sobra de fluido dentro do reservatório. Na Figura 16 temos uma simples demonstração do modelo do reservatório destacando em azul o fundo do reservatório com curva para facilitar o escoamento de fluido. Para a assepsia do instrumento foi fixado um motor na base superior do elevador, este motor tem na ponta do eixo uma hélice que fica imersa no fluido asséptico, esta quando submetida à rotação faz com que o fluido asséptico exerça um movimento circular, o atrito do fluido asséptico com o instrumento faz com que seja removida a sujidade. Para o auxílio da limpeza foi colocado uma resistência elétrica para o aquecimento da água, esta é ligada após 25 segundos do início do processo de assepsia para que a água entre em contato com a resistência elétrica e ela não queime. O reservatório foi confeccionado com aço inoxidável 404.

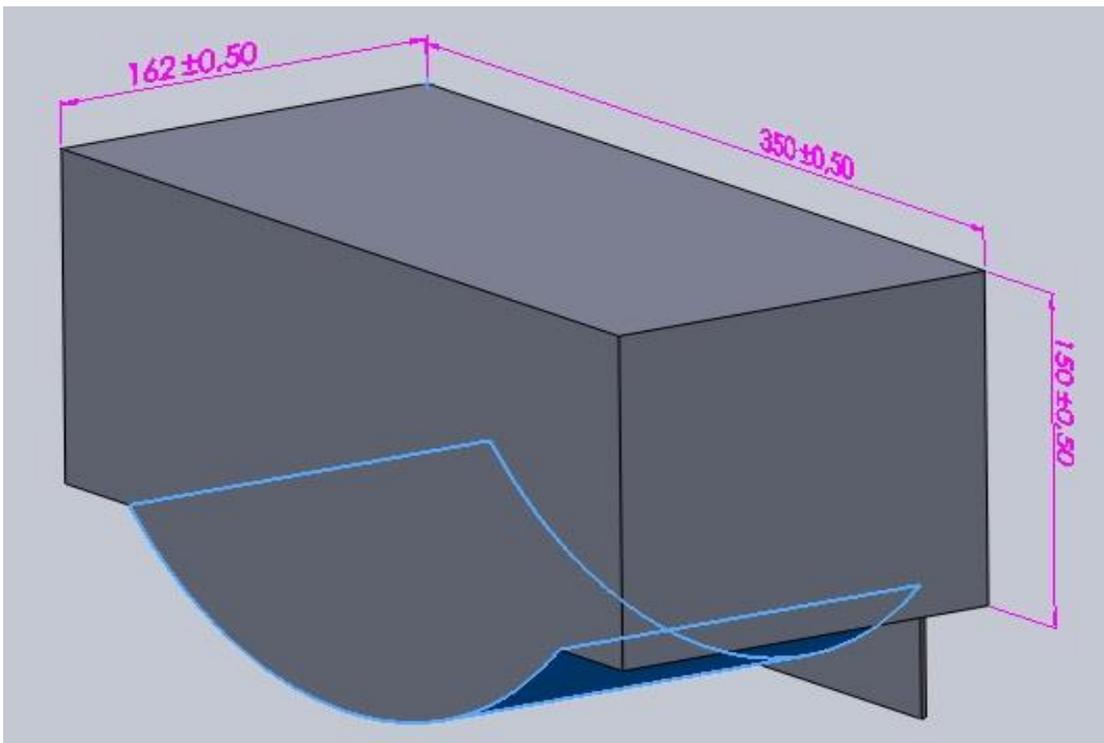


Figura 2 - Representação do reservatório de fluidos.

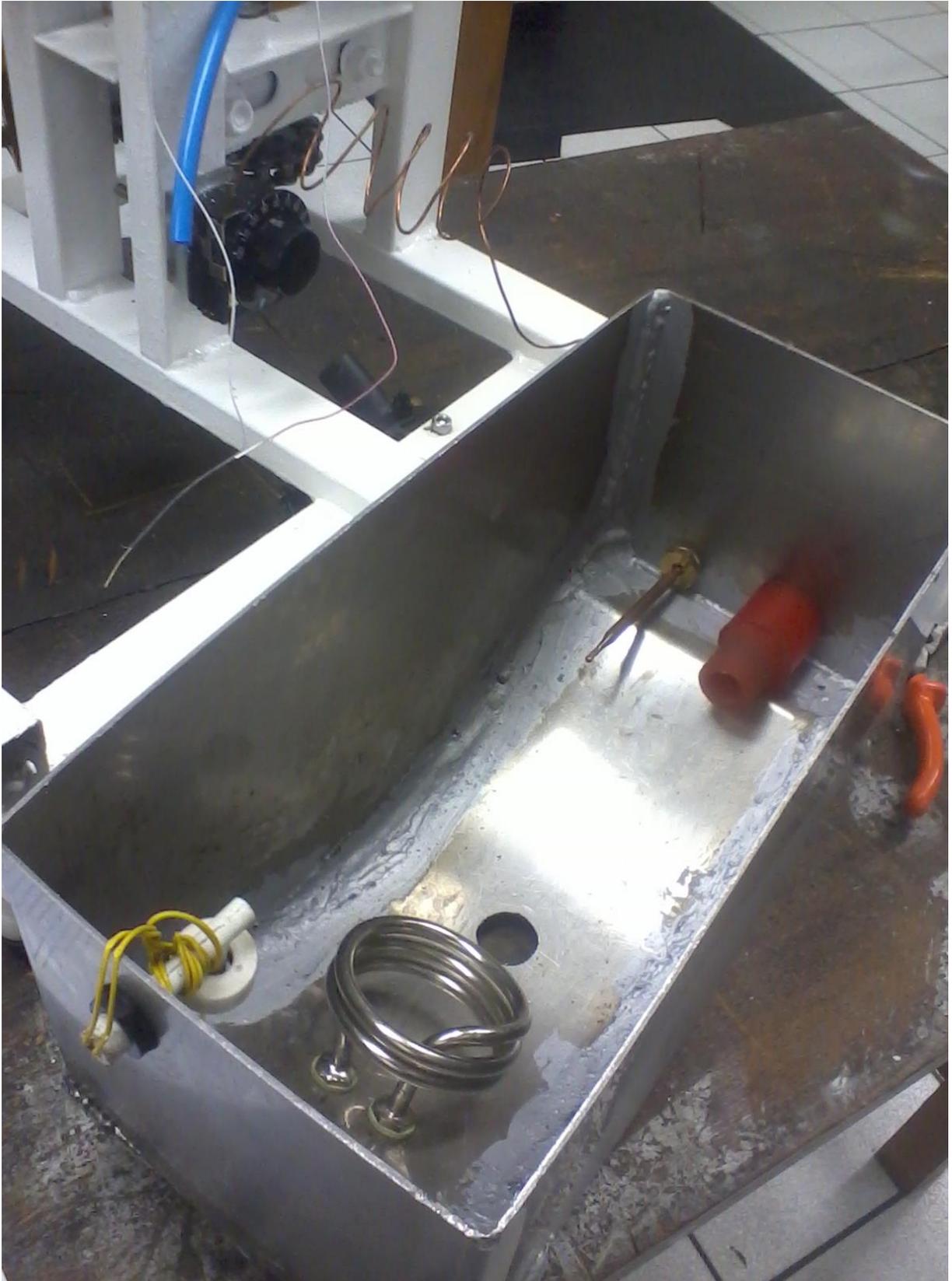


Figura 3 - Estrutura tanque de assepsia.

Desdobrada a chapa do reservatório ficaria da forma como demonstrada na (figura 18), observando que as linhas tracejadas são os pontos onde foram feitos uma dobra com o ângulo de 90°.

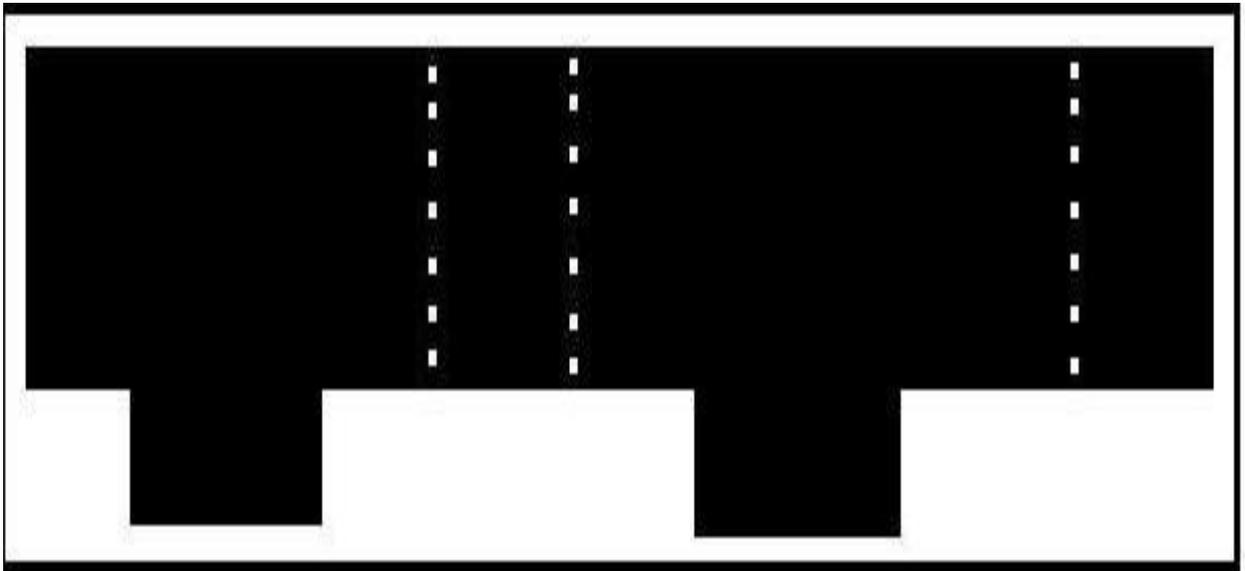


Figura 4 - Layout de Chapa do Reservatório Desdobrada.

Para o cálculo do volume máximo de fluido líquido no reservatório dividimos este em 2 partes como demonstrado na figura 19, levando em consideração a largura do reservatório como 162 mm.

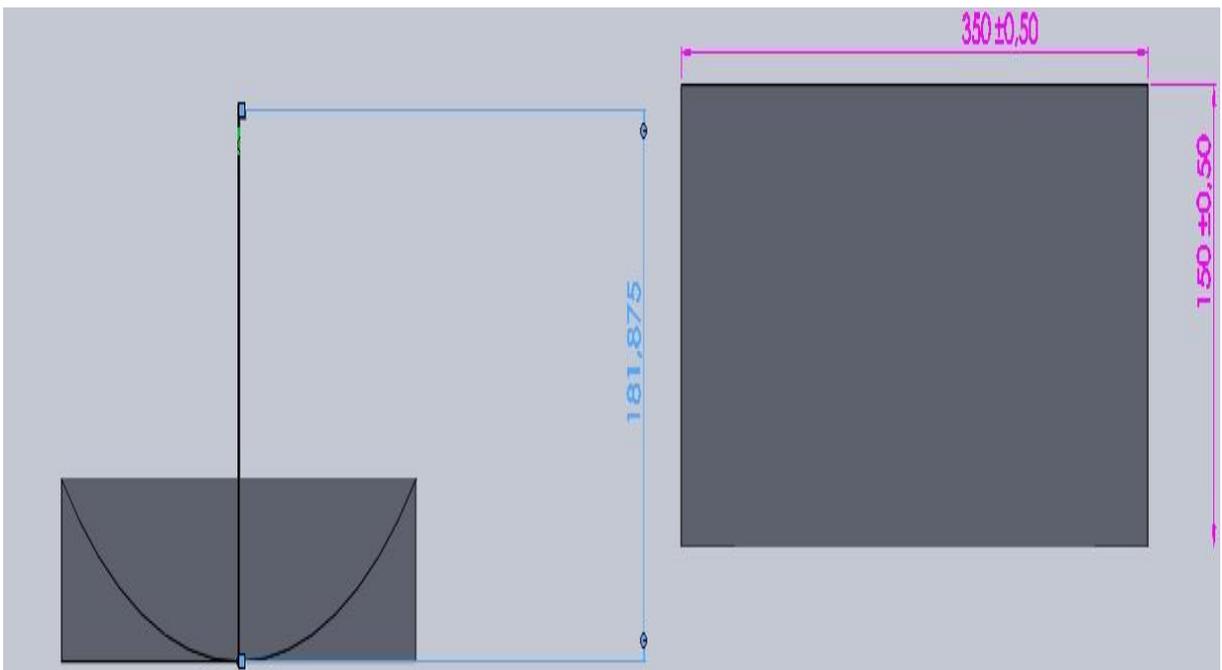


Figura 5 - Divisão do Reservatório para Cálculo de Volume.

Calculamos o volume da seguinte forma:

O volume da 1ª parte do reservatório é multiplicado por 0,25, pois só utilizamos 25% do volume do cilindro que é o modelo inferior do reservatório.

$$\begin{aligned}V &= \pi * r^2 * h * 0,25 & (2) \\V &= \pi * 181,875^2 * 162 * 0,25\end{aligned}$$

*convertendo as medidas de milímetros para metros temos:*

$$V = 0,004 \text{ m}^3 \text{ ou } 4,2 \text{ litros}$$

O volume da 2ª parte do reservatório é demonstrado a seguir.

$$\begin{aligned}V &= \textit{comprimento} * \textit{largura} * \textit{altura} & (3) \\V &= 350 * 162 * 150\end{aligned}$$

*convertendo as medidas de milímetros para metros temos:*

$$V = 0,0085 \text{ m}^3 \text{ ou } 8,5 \text{ litros}$$

A seguir temos o resultado do cálculo do volume total do reservatório:

$$\begin{aligned}V_{total} &= \textit{volume 1}^\circ \textit{ parte} + \textit{volume 2}^\circ \textit{ parte} & (4) \\V_{total} &= 4,2 + 8,5 \\V_{total} &= 12,7 \text{ litros}\end{aligned}$$



Figura 6 - Estrutura externa já com a caixa fechada onde será colocado o instrumental cirúrgico.

A bandeja é o recipiente onde o instrumento que será feito a assepsia é colocado. O material de fabricação da bandeja é o aço inoxidável com espessura de 2 mm. A bandeja é dividida em 2 partes: tampa e fundo. Na Figura 20 podemos ver as 2 partes da bandeja.



Figura 7 - Caixa onde ficará o instrumental cirúrgico a ser assepsiado.

Na Figura 20 podemos observar 09 furos bilongos e 26 furos comuns com  $\varnothing 14\text{mm}$ , estes furos servem para quando houver o movimento circular do fluido asséptico durante a limpeza, o instrumento tenha atrito com fluido, este atrito é o causador da remoção de sujidade.

Na Figura 21 temos a demonstração da bandeja fechada, suas dimensões em milímetros são: 200 x 35 x 100, respectivamente comprimento, altura e largura.



Figura 8 - Furos bilongos, na estrutura da bandeja e na estrutura onde se fixará ao projeto mecânico.

### 3.1.7 Materiais Estruturais

Materiais estruturais são componentes metálicos que, quando unidos através de parafusos, rebites ou solda respeitando as medidas e posições projetadas de acordo com as normas ISO que temos no mercado para padrão de qualidade, formam a estrutura básica inicial para a construção de um projeto final ou protótipo, no qual o primeiro pode ir para o mercado já o segundo ainda não, pelo fato de ele estar em fase de testes.

### 3.1.8 Aço Carbono

METÁLICA (2012) observa que o aço carbono é proveniente da liga que define o seu nível de resistência, ou seja, quando o ferro está em seu primeiro estado de fabricação que é chamado “guso” ele ainda não contém os elementos de liga que definirão se será parte da família de aços rígidos ou estampáveis. O carbono é o principal elemento da liga aço carbono que resulta no aumento da resistência mecânica do material.

O aço carbono com baixo teor de carbono é propício em usinagens e em perfis de metalon que são utilizados em construção civil ou outros tipos de projetos onde este é viável a ser utilizado.

INFOMET (2012, p. 01) diz: Os aços-carbono constituem o mais importante grupo de materiais utilizados na engenharia e na indústria. De fato, as propriedades mecânicas desses aços simplesmente ao carbono, sem qualquer elemento de liga, e na maioria dos casos também sem qualquer tratamento térmico, são suficientes para atender à maioria das aplicações da prática.

De acordo com o tipo de aço carbono as suas propriedades de limite de resistência a tração variam conforme demonstrado na tabela 1:

Propriedade	Ferro comercialmente puro	carbono		
		Perlitico	Coalescido	Temperado e Revenido
Limite de escoamento, kgf/mm <sup>2</sup> (MPa)	18,2 (182)	59,5 (585)	28,0 (280)	-
Limite de resistência à tração, kgf/mm <sup>2</sup> (MPa)	29,4 (284)	105,0 (1030)	54,6 (536)	182,0 (1785)
Alongamento, %	40-44	10	31	33
Estricção, %	70-75	12-15	57	45
Dureza Brinell	80-85	300	156	540

Tabela 1 – Propriedades de tração do aço.

ZEEMANN (2010) observa que o aço carbono sem elementos de liga e baixo teor de carbono que vão até 0,25 % são classificados como aço “doce” tipo SAE 1020, a aço que contém médio teor de carbono que vai de 0,30 à 0,50% de teor de carbono é classificado como Tipo SAE 1045 e o aço com alto teor de carbono que pelo diagrama de fases vai até o eutetóide, é classificado como tipo SAE 1060.

A partir do momento que não há necessidade de um metal com alta resistência ou outras propriedades que afetarão a estrutura sustentada por este, o aço carbono comum é o mais utilizado, pois é facilmente encontrado e tem baixo custo.

### 3.1.9 Aço Inoxidável

TEBECHERANI (2012) observa que o aço inoxidável é um material que muitas vezes é confundido como indestrutível mesmo submetido a meios agressivos, na verdade, o que o diferencia de outros materiais é o seu alto poder de resistência a corrosão. Há uma situação em que o aço inoxidável pode ser chamado de aço refratário que é quando este fica exposto a altas temperaturas, então apresenta uma maior resistência à oxidação do que outros tipos de aço.

Esta resistência à corrosão que tanto se fala a respeito do aço inoxidável e que o tornou tanto utilizado industrialmente se dá pela camada de cromo presente na liga deste material, a porcentagem média de cromo na liga é de 11%. Quando o metal é

submetido a ambientes agressivos esta liga pode ser alterada, reduzindo assim a resistência a corrosão do material.

Através do gráfico demonstrado na Figura 1 podemos ver a taxa de corrosão referente à porcentagem de cromo presente no material.

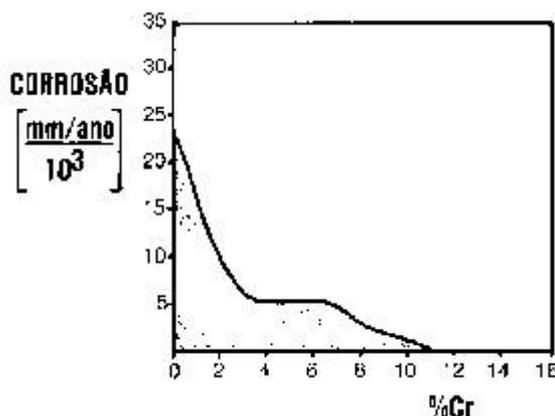


Figura 9 – Taxa de corrosão x porcentagem de cromo no Inox.

TEBECHERANI (2012) observa que aço inoxidável é classificado em 3 grupos onde são separados por série, elementos básicos de liga e capacidade de ser tratado termicamente como podemos ver na Tabela 2:

Microestrutura	Capacidade de ser tratado termicamente	Elementos de liga básicos	Série
Martensítica	Endurecível	Cromo	400
Ferrítica	Não endurecível	Cromo	400
Austenítica	Não endurecível	Cromo-Níquel	300

Tabela 2 – Classificação Aço Inoxidável.

O aço inoxidável por sua alta resistência a corrosão, oxidação e mecânica tem necessidade de utilização em vários campos da indústria como: indústrias farmacêuticas, alimentícias, tubulações de produtos químicos, trocadores de calor e vários outros onde há a necessidade de um produto limpo, sem contaminação e um equipamento com maior vida útil.

### 3.1.10 Mancais de Rolamento

Quando se buscou diminuir sensivelmente os problemas de atrito de resistência a alta velocidade, encontrados nos mancais de deslizamento, chegou-se aos mancais ou simplesmente rolamentos. Os rolamentos são simplesmente rolamentos de máquinas constituídos por dois anéis de aço (geralmente SAE 52 100) separados por uma ou mais fileiras de esferas ou rolos. SENAI (1996, p. 59)

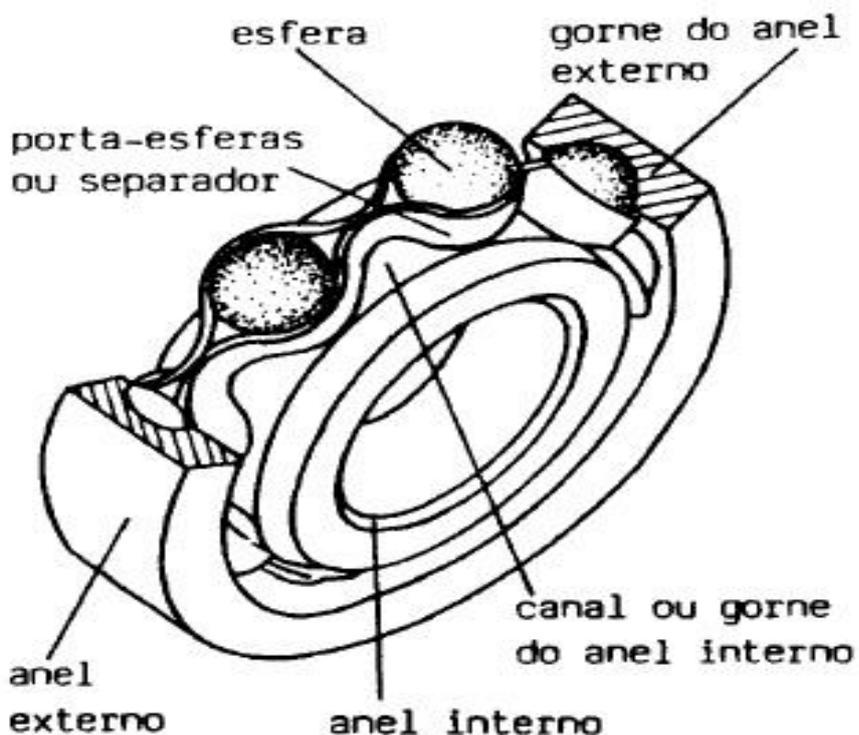


Figura 10 – Mancal de Rolamento

NSK (2010) observa que os mancais de rolamento ou rolamentos são em geral constituídos de anéis, corpos rolantes e gaiolas. A classificação de rolamentos é dividida em função da direção da carga que será exercida sobre o rolamento, sendo assim, são divididos em rolamentos axiais e rolamentos radiais.

Os rolamentos geralmente utilizados na ponta de eixos ficam alojados em uma estrutura fixa em seu anel externo e o elemento que rotaciona é o anel interno. É

comum serem utilizados mancais para alojar rolamentos, estes atendem a cada necessidade específica devido à grande variedade que se encontra no mercado.

Um exemplo de mancal de rolamento é o tipo pedestal, como mostra a Figura 3.



Figura 11 – Mancal Pedestal

### 3.1.11 Elementos de Máquinas

PEREIRA (2005) observa que o conhecimento referente a Elementos de Máquinas agrega a capacidade de elaboração de dimensionamento de órgãos de máquinas, avaliando todas as condições como cargas atuantes, concentrações de tensões, fadiga, temperatura, ambiente de trabalho e outros fatores.

### 3.1.12 Transmissão por Correntes

Um ou vários eixos podem ser acionados através de corrente. A transmissão de potência é feita através do engrenamento entre os dentes da engrenagem e os elos da corrente; não ocorre o deslizamento. SENAI (1996, p. 50)

Para o bom funcionamento de um sistema de correntes e engrenagens deve ser considerado e estar correto o passo da corrente em função da dimensão dos dentes das engrenagens, o alinhamento dos eixos e engrenagens e a quantidade de dentes relacionados ao ciclo do sistema.

Podemos exemplificar através da Figura 4 como são as engrenagens e correntes:



Figura 12 – Engrenagens e Corrente

SENAI (1996) observa que o tipo mais comumente utilizado de correntes são as correntes de rolos, esta é composta por componentes externos e internos, as talas são ligadas através de pinos e buchas e os rolos os quais denominam este tipo de corrente são colocados sobre as buchas.

### 3.1.13 Transmissão por Eixo Sem Fim

SHIGLEY (1984) observa-se que o ângulo que é comumente utilizado entre o eixo sem fim e o elemento atuante em sua rosca são de  $90^\circ$ , porém, podem ser utilizados outros valores dependendo de cada aplicação. O eixo sem fim é semelhante a um parafuso e possuem 5 ou 6 entradas, os sem fim que possuem somente uma entrada tem a rosca muito parecida a uma rosca ACME (*Military Aeronautical Pipe Thread Specification*).

Na Figura 5 temos um exemplo de um par sem fim demonstrado.



Figura 13 – Eixo Sem Fim

A coroa e o sem fim de um par têm o mesmo sentido de hélice como nas engrenagens helicoidais esconsas, porém os ângulos de hélice normalmente são muito diferentes. O ângulo de hélice do sem fim em geral é muito grande e o da coroa, muito pequeno. Devido a isso, é usual especificar-se a inclinação  $\gamma$  da hélice do sem fim e o ângulo da hélice  $\beta$  da coroa; os dois ângulos são iguais para um ângulo entre eixos

de 90°. A inclinação é o complemento do ângulo de hélice do sem fim. SHIGLEY (1984, P.513)

Existe também um tipo de sistema de eixo sem fim que é utilizado em elevadores de carga onde há a necessidade de precisão e torque, este sistema é denominado fuso rosca sem fim. Este é constituído de uma porca onde no sistema de rosca sem fim, o eixo é colocado a girar e a porca com um sistema acoplado em si sobe ou desce fazendo assim a elevação da carga. A seguir temos um exemplo de fuso de rosca sem fim na Figura 6.



Figura 14 – Fuso Rosca Sem Fim

#### 3.1.14 Força Centrípeta

HALLYDAY (2002) observa que a força centrípeta é a força que atua em um objeto levando-o para o centro quando submetido a um movimento circular. Como exemplo de utilização da força centrípeta citaremos o liquidificador, quando acionado o motor a força exercida sobre o conteúdo dentro do copo faz com que ele seja levado ao centro para a hélice.

Na Figura 12 demonstramos o efeito da força centrípeta ( $f_s$ ), onde ( $v$ ) é velocidade linear.

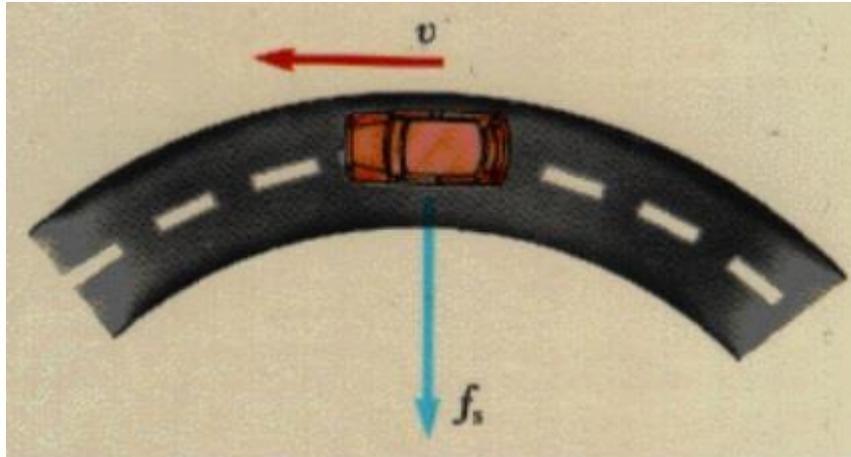


Figura 15 – Força Centrípeta

HALLYDAY (2002) observa que a força centrípeta é representada pela fórmula:

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad (1)$$

F = Força Centrípeta

m = massa do objeto

v = velocidade linear

r = raio da trajetória percorrida pelo corpo

### 3.1.15 Parte Elétrica e Eletrônica Autoasséptico

Já nesta parte temos algumas peculiaridades, esse protótipo pelo excesso de componentes eletroeletrônicos percebeu-se que o mesmo ficaria com um custo elevadíssimo, pois num total utilizaremos de uma bomba elétrica para aspersão de água e detergente enzimático, visto que poderemos modificar para mais uma bomba futuramente depois deste projeto para álcool 70% indicado para assepsia de instrumentos, mas não sendo tão prioritário assim, também temos um sistema específico de secagem, um motor para movimentação do elevador, um sistema de vibração mecânica da água e que futuramente adicionaremos os transdutores para melhor fazer a assepsia, uma eletroválvula solenoide simples ação para escoamento

dos dejetos (sujidade do material), o resistor elétrico para aquecimento da água e por último os sistemas de controle preciso via sensores de contato.

Através destes fatores pensamos em construir toda estrutura eletrônica artesanalmente (feita manualmente) como já foi também feito na Seladora PGC, evitando assim um custo elevadíssimo ao protótipo, já que os componentes acima citados são de altos valores, porém quando passamos a por em prática esta parte vimos que foi necessário alterar esta etapa para um controle mais robusto e que estava acessível na Universidade Paulista, que foi a utilização de um CLP da empresa Norte Americana Rockwell Automation, sendo assim substituiríamos todos os componentes eletrônicos externos ao microcontrolador, por apenas um CLP que facilitaria nosso projeto.

Para efetivação desta etapa utilizamos de diversos componentes eletrônicos comumente encontrados em lojas de eletrônica como, resistores, diodos, trimpots, potenciômetros, capacitores, leds para indicar as etapas do processo, ldr, transformadores diversos, entre outros. Todos eles formando diversos circuitos eletrônicos específicos para controle de velocidade de motores, sentido de giro de motores, acionamento de equipamento que necessita de uma alimentação 220 V via CLP, sendo assim como alguns equipamentos utilizamos desta alimentação nós colocamos relés para que eles pudessem ser acionados para ligar certo sistema sem que o CLP mandasse este sinal que 220 V e sim um sinal de 24 Vcc.. Todos os circuitos eletrônicos são feitos com ajuda dos softwares específicos, para conseguirmos esses sistemas com perfeição e já previamente testados na teoria dos mesmos.

### 3.1.16 Bomba de Injeção

Para o devido protótipo temos somente uma bomba de injeção de líquidos, com isso utilizamos água e detergente enzimático que utilizamos em quantidades pequenas para que não houvesse excesso de espumas dentro do tanque de assepsia. Para tanto os mesmos serão utilizados para efetuar a assepsia de forma rápida e com material próprio para limpeza dos instrumentais, pois o próprio manual de assepsia da ANVISA determina que se utilizem apenas duas destas substâncias sendo e existem diversas outras substâncias no mesmo manual que não iremos citar, porém para que não ocorra nenhum problema.

Contudo utilizaremos de uma bomba idêntica a esta abaixo, utilizamos de uma somente para injetar água e detergente enzimático porque quando fomos utilizar de duas vimos que não era preciso, porque iríamos acrescentar mais um sistema para ser controlado e que ocasionaria no mesmo se utilizássemos uma bomba e no tanque nós colocássemos a dose de 80% água e 20% de detergente manualmente, o que podemos modificar mais adiante depois deste projeto, que é o controle automático de dosagem de água e detergente, pois não o fazemos, porque em no caso deste projeto o foco foi outro que era fazer a assepsia perfeita dos equipamentos. A bomba no qual utilizamos consegue suportar da mesma maneira todos os dois líquidos passando por ela mesma sem que ocorra maiores danos, a diferença de viscosidade fica entre 0,3 e 0,5 para os dois líquidos, o que possibilita-nos a utilizarmos a mesma bomba, que contém uma vazão de 300 L/h, sendo 83,33 ml/s, para o enchimento de todo o reservatório de assepsia com água esta bomba seria muito adequada, preenchendo o mesmo em menos de 1 min. Logo abaixo temos a imagem da bomba utilizada por nós:



Figura 16 – Bombas para os líquidos utilizados ao projeto (LAGOSECIA, 2010).  
3.1.17 Motor que será Utilizado

Antes de falarmos de qual motor utilizamos iremos falar um pouco da história dos mesmos, hoje em dia os motores são amplamente utilizados nas indústrias, sendo destes, os motores elétricos são os mais comumente utilizados, por ser de fácil manuseio, manutenção e o principal fator predominante é que a mesma não afeta o meio ambiente como os motores a combustão. Os motores elétricos podem ser encontrados nos mais diversificados lugares, como em fábricas automobilísticas, robôs didáticos ou mesmo em um liquidificador.

Para que pudéssemos escolher um motor temos que verificar diversas opções como o ambiente em que ele estará atuando, os tipos de alimentação que teremos para fazer seu acionamento seja ela alterna ou contínua e também verificar quais seriam as condições de uso quanto ao torque, à potência que será exigida, alguns esforços mecânicos e por último sua precisão dentro do meio em que será empregado.

Voltando um pouco na história sobre os motores elétricos podemos destacar Tales de Mileto em 41 a.C onde o mesmo friccionou partes de fósfil animal e verificou que o mesmo atraía certos objetos menores e mais leves como fios de cabelo. Porém até chegarmos ao motor como visto hoje em dia diversos estudos foram feitos desde Tales de Mileto até o grande gênio da eletricidade, o grande descobridor da mesma que foi Benjamin Franklin, com isto veio Michel Faraday que descobriu as leis do eletromagnetismo e terminando no inventor do motor elétrico que foi Werner Von cientista alemão, porém à comprovações que na mesma época outros estudiosos apresentaram diversas máquinas que tinham a mesma similaridade com o motor elétrico descrito por Werner, como o inglês W. Ritchie que criou o comutador peça de suma importância ao motor elétrico e mesmo Michel Faraday que criou o gerador elétrico. Porém ainda assim diversos estudos foram realizados passando por vários pesquisadores até se criar o primeiro projeto que utilizava o motor para movimentação de uma lancha para transporte de 14 pessoas tudo feito em conjunto entre duas ideias de suma importância que foi de W. Pixii que construiu um gerador que tinha um ímã em forma de ferradura que girava a frente de duas bobinas de núcleo de ferro e de Moritz Hermann Von Jacobi que instalou pilhas galvânicas para esta lancha. (FRANCHI, 2008).

Abaixo temos o princípio de funcionamento dos motores elétricos mais comuns (Figura 18):

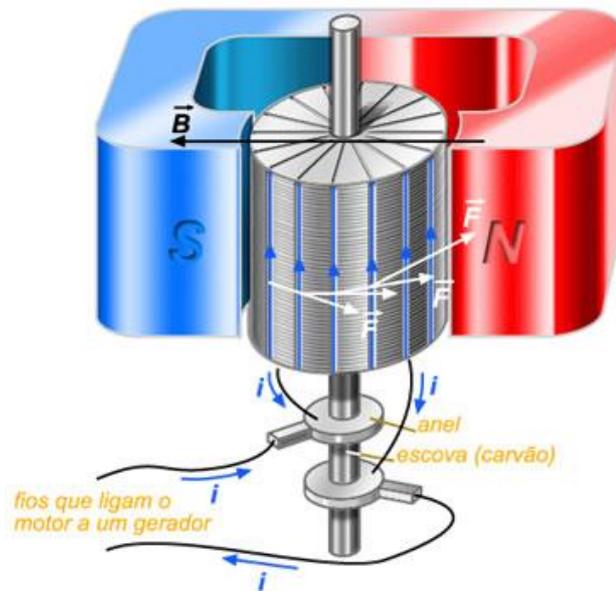


Figura 17 – Princípio de Funcionamento Motor elétrico.

O mesmo é um equipamento que transforma toda energia elétrica em mecânica utilizando o princípio de indução magnética entre dois indutores alojados dentro do mesmo. Os motores elétricos em geral podem ser divididos em três com relação a sua forma de acionamento e de trabalho que são eles, motores de corrente contínua, motores de indução ou assíncronos e por último os motores síncronos. Os motores assíncronos podem ser de duas formas, monofásicos e trifásicos, falaremos agora um pouco sobre os motores de corrente contínua, de corrente alternada e universais. (RIBEIRO, 2004). O mesmo é um equipamento que transforma toda energia elétrica em mecânica utilizando o princípio de indução magnética entre dois indutores alojados dentro do mesmo. Os motores elétricos em geral podem ser divididos em três com relação a sua forma de acionamento e de trabalho que são eles, motores de corrente contínua, motores de indução ou assíncronos e por último os motores síncronos. Os motores assíncronos podem ser de duas formas, monofásicos e trifásicos, falaremos agora um pouco sobre os motores de corrente contínua, de corrente alternada e universais. (RIBEIRO, 2004).

O protótipo em si possui um motor para o elevador, para a função de subir e descer do elevador que contém a placa de assepsia onde estarão os instrumentais cirúrgicos para ser assepsiados, utilizaremos aqui um motor da empresa Bosh de corrente contínua de 12 V por 7 A de corrente, o mesmo são amplamente utilizado em limpadores de para-brisas de carros, tendo um torque de 100 Nm, o que seria de grande valia, pois os mesmos giraram duas barras rosqueadas de 1 pol de diâmetro

maciço fabricados em aço inoxidável sendo a forma de transmissão por corrente e engrenagens, e por toda a estrutura das escovas terem um peso de aproximadamente 1,5 kg, este motor suportaria levantar a estrutura facilmente visto que o elevador não pesa mais que 600 g. Abaixo temos uma imagem do motor Bosh utilizado em para-brisas de carros:



Figura 18 – Motor bosh utilizado no projeto, motor de limpador de para-brisas de carros (NICERELAY, 2010).

Futuramente utilizaremos de dois motores destes para o sistema de vibração do reservatório que também serão os mesmos citados acima, porém como já fizemos alguns testes e iremos falar a alguns tópicos a frente não será necessário utiliza-los, somente o faremos depois de algum tempo que o projeto foi concluído para melhorias futuras.

### **3.1.17 Resistor Elétrico de Aquecimento da Água**

Este protótipo deve possuir de um resistor elétrico de assepsia, porque para se efetuar a mesma a água onde está o instrumental deve estar pré-aquecida para que a sujidade mais rígida seja melhor abstruída, pois quando não se aquece a água

esta sujidade pode não sair do instrumental, então para esta etapa utilizaremos de um resistor que pode chegar até 75° c, a mesma terá um termostato para controle prévio de temperatura, para que o resistor não passe da temperatura estabelecida.

O resistor ficará acoplado na lateral esquerda do recipiente ao fundo do tanque de assepsia, local de fundamental importância onde não irá prejudicar nenhum outro componente que estará também contido neste reservatório. Abaixo encontra-se a imagem do mesmo, porém não é o mesmo utilizado por nós, que tem o mesmo princípio deste:



Figura 19 – Resistor elétrico de aquecimento da água (SOLARFORTE, 2009).

### **3.1.18 Eletroválvula Solenoide de Escoamento**

Para a composição do projeto, precisávamos de um elemento de escoamento, visto que se preenchêssemos o recipiente por completo de água e detergente enzimático, deveríamos de alguma forma escoar essa substância porque quando acontecesse à assepsia do instrumento no recipiente, toda a sujidade do instrumental iria contaminar a água, e para que tivéssemos um sistema de escoamento dos dejetos pensamos em uma válvula solenoide de simples ação, somente para escoamento deste líquido contaminado.

Depois de algumas pesquisas, verificamos que a melhor forma de fazer o mesmo seria por meio de uma eletroválvula solenoide de simples ação comumente encontrada no mercado, a mesma funciona de forma simples, ela possui um



A secagem natural é feita através da exposição do material à luz solar, e tem como vantagens a redução de custos, não necessidade de utilização da energia elétrica e a facilidade de manipulação, porém, tem como desvantagens a exposição à contaminação, maior tempo de espera para a secagem completa e a necessidade de haver luz solar suficiente para uma secagem eficaz.

A secagem artificial pode ser feita através de um mecanismo que transporta ar em grande quantidade e velocidade, trabalhando em conjunto a uma resistência térmica, onde o ar de saída é aquecido, fazendo assim com que haja troca de calor entre o ar aquecido e o material a ser secado. Suas desvantagens são o custo maior que a secagem natural, e o consumo de energia. Suas vantagens são a rapidez do processo de secagem, e a maior confiabilidade na assepsia do material que ficará seco.

O protótipo em si necessita de um sistema próprio de secagem dos materiais assepsiados, então para que o mesmo possa se complementado ao projeto, utilizaremos de um sistema de secagem bem parecido com o de um secador de cabelos que são encontrados em lojas de cosméticos.

Para tanto utilizaremos de um motor de corrente contínua que funcionará apenas em uma velocidade e um sentido de giro que será acoplado em seu eixo uma hélice de cooler de computadores, para que o mesmo não se aqueça de forma rápida que possa queimar um elemento eletrônico, porém em nosso caso utilizaremos essa hélice para que ela possa ventilar um sistema de resistência elétrica no mesmo formato do chuveiro elétrico, para que o mesmo possa expulsar o ar quente, e com isso secar o instrumental que estará todo molhado. O mesmo trabalha com tensão de 220 Vca com corrente de 1 A, o que é ideal para o controle do nosso projeto visto que temos relés externos ao CLP para fazer a energização deste sistema facilmente. Abaixo temos uma imagem deste sistema de secagem que iremos introduzir ao protótipo:

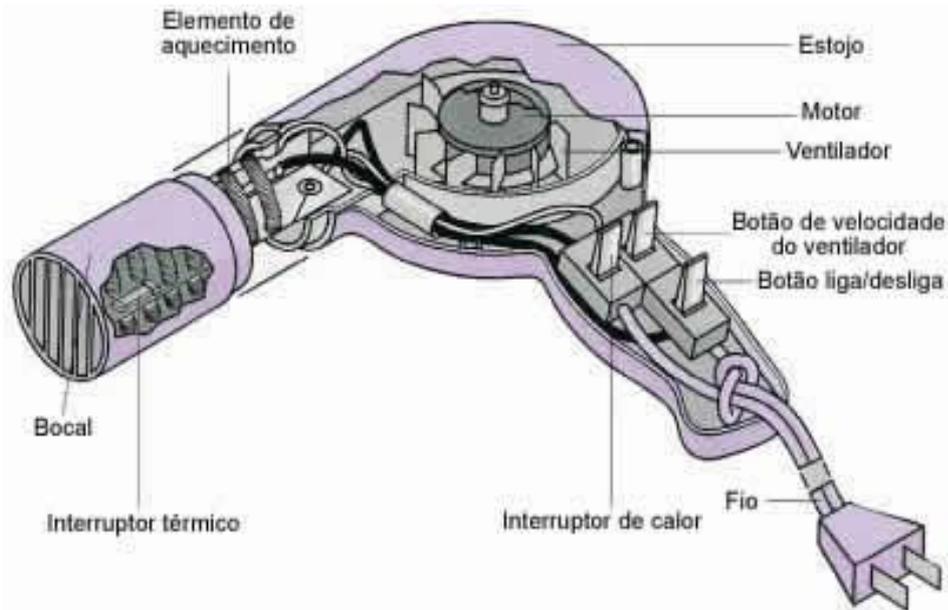


Figura 21 – Circuito para auxiliar na construção do sistema de secagem do material cirúrgico (USP, 2007).

### 3.1.20 Sensor Nível de Água

Para que pudéssemos ter uma forma de controle do nível de água que está contido no tanque de assepsia, utilizaremos de um sensor de nível, que nos indicará em algum momento que o recipiente está cheio até onde queremos e adequado para efetuar a assepsia, com isso podemos ligar as escovas para que aconteça esse processo.

O sensor que será utilizado para este processo é um do tipo nível vertical com chave magnética normalmente aberta, que manda sinal somente quando a boia de polipropileno fecha o contato, por termos vários outros tipo de sensores e nível no mercado, escolhemos o mesmo por ser de fácil acionamento e também por trabalhar com uma corrente de no máximo 500 mA e uma tensão contínua de no máximo 5 V, sendo assim este sensor seria totalmente apropriado para um controle por microcontrolador, pois os microcontroladores funcionam com 5 V e 500 mA. Abaixo temos uma imagem do mesmo:



Figura 22 – Sensor de nível tipo boia (WEBTRONICO, 2009).

#### 3.1.21 Relés

Relés são dispositivos ou componentes que comutam eletromecanicamente, internamente no relé existe um jogo de contatos que abrem ou fecham chamados de armadura, os mesmo só efetuam esses procedimentos se um eletroímã estiver energizado ou não. Se uma corrente elétrica estiver passando dentro da bobina interna do relé isso quer dizer que é criado um campo magnético perante o eletroímã fazendo assim que os contatos internos ficam no estado aberto ou fechado, e dependendo pode até mesmo comutar, o relé só volta ao seu estado natural quando a corrente que está passando nele deixa de passar, fazendo com que o eletroímã fique em seu estado natural, mas os contatos só voltam por ação da mola interna que os posicionam para uma corrente. Uma das aplicações mais simples de um relé seria para ligar ou desligar um circuito externo seja ele qual for um exemplo simples seria ligar e desligar um motor. (BRAGA, 1976).

Os relés são bastantes empregados nas indústrias, pois eles conseguem serem acionados com correntes pequenas se comparadas com dispositivos que devem ser acionados mediante os relés, tornando-o bem eficaz e além de tudo ele serve como um dispositivo de segurança para que um motor, lâmpada ou mesmo uma máquina industrial não seja afetada, com isso este relé recebe a corrente mais

alta queimando-o e não o dispositivo ligado diretamente a ele, por essas características os relés podem ser facilmente controlados por dispositivos que, digam-se de passagem, mais fracos como, transistores, circuitos integrados etc.

Esses componentes na maioria das vezes são feitos para as indústrias tornando-os mais caros para sua compra, porém empresas como Metaltex, Clion entre outras estão comercializando dos mesmos em forma de miniaturas para estudantes, técnicos, engenheiros ou pessoas curiosas da área de eletrônica possa trabalhar com esses componentes para controle de pequenos processos se comparados com os industriais. Abaixo (Figura 14) a foto de relés industriais e também em miniatura:

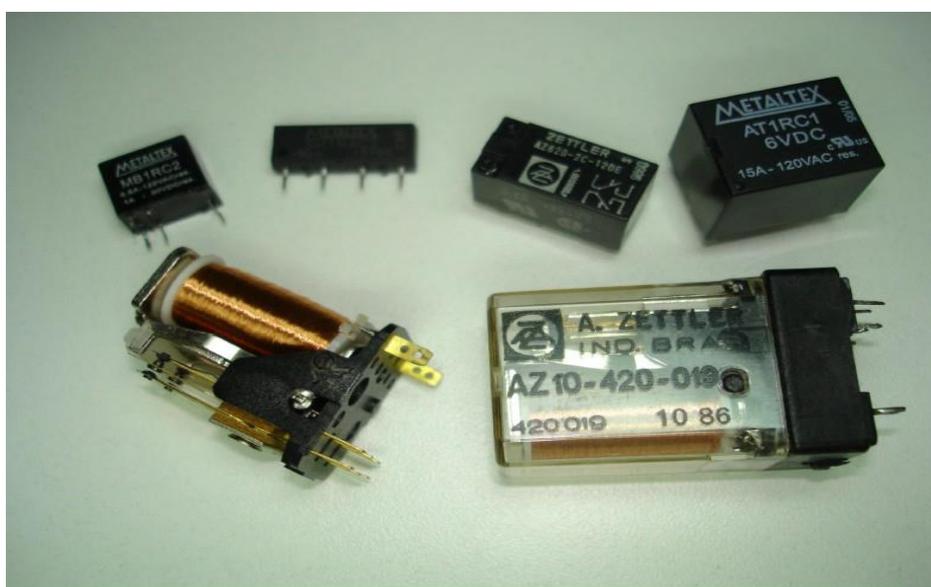


Figura 23 – Relés Industriais e Miniatura.

Os relés servem para as mais variadas funções desde uma simples ligação de lâmpadas ou motores até controle de ambientes bem estruturados um exemplo bastante difundido são os relés térmicos e relés temporizados, ambos fazem funções bem específicas como após o acionamento de um relé térmico o mesmo só oscilará internamente se pré-programarmos ele internamente para uma temperatura de 200°C, por exemplo, e o mesmo quando alcançado comutará para abrir uma válvula como exemplo o mesmo pode acontecer se pré-programarmos o relé temporizado para abrir a mesma válvula, sendo assim esses relés já não funcionam apenas como chave comutadora, mas também como uma lógica interna de contatos entrando em questão algumas possibilidades, com esses relés pode reduzir espaço de

programação em CLPs e PICs e também podemos ligar de forma fácil, pois eles são ajustados na maioria deles manualmente ou em alguns casos com uma interface de comunicação para os mesmo.

Em nosso projeto utilizamos de seis destes relés cada um para um função diferente, mas que basicamente são: Controle de Giro do motor de corrente contínua, ativação/desativação da bomba de escoamento, ativação/desativação bomba de injeção de líquidos, ativação/desativação do resistor elétrico para aquecimento da água, ativação/desativação do sistema de vibração da água e por último ativação/desativação do sistema de secagem do material.

### 3.1.22 Sensores Fim de Curso

O projeto do protótipo Autoasséptico contém diversos sensores fim de curso ou reed swichs todos encontrados em comércios de eletrônica, os mesmo funcionam com corrente de no máximo 500 mA e até 5 V de corrente contínua, sendo normalmente abertos ou normalmente fechados, porém para o nosso protótipo usaremos apenas os circuitos internos dos sensores fim de curso normalmente abertos e que quando acionados manda sinal ao microcontrolador para controle de um outro componente.

Utilizaremos estes sensores tanto na tampa que indicará que a mesma estará fechada, sendo um dispositivo de segurança, quanto também para o sistema do elevador para que o mesmo possa indicar a qual nível está à plataforma onde estão os instrumentais, se em nível alto ou baixo, e com isso podemos saber se a placa está ou não submersa na água no tanque de assepsia. Abaixo temos uma imagem do sensor fim de curso:



Figura 24 – Reed switches comumente utilizados em indústrias (DONGNAN, 2011).

### 3.1.23 Parte Automação Autoasséptico: 1º Microcontroladores depois CLP

Nesta etapa quando começamos a projetar o protótipo vimos que uma solução boa e ideal seria a utilização do microcontrolador comum que nada mais é que um circuito integrado. Os microcontroladores vieram ao mundo para garantir algum tipo de segurança em diversos sistemas não automatizados, os mesmo quando trabalhados detalhadamente pode ficar mais complexos, pois à medida que cresce o conhecimento sobre eles, os microcontroladores crescem com relação as suas funções, com isso os primeiros dispositivos contendo um similar destes, era programada em linguagem de máquina ou códigos de máquina que eram em código binário, toda informação era transmitido para teclados, fitas perfuradas e outros sistemas e adicionado ao dispositivo com forma de entrada de dados, porém com a grande evolução da informática os dispositivos e assim como sua linguagem de escritas foram surgindo dentre elas podemos destacar a linguagem *Assembly* que seria um código de maquina utilizando mnemônicos (abreviação de termos usuais para descrever operações), também temos a linguagem Pascal muito utilizada para atividades em universidades por ser de fácil compreensão e didática, depois vieram às linguagens C, C++, e também as linguagens de sistemas elétricos e eletrônicos como *Ladder* (bastante difundida em CLPs), porém usualmente utilizada para microcontroladores através do programa LDmicro e também a linguagem de contatos (contatos) utilizada para fazer painéis elétricos. (PEREIRA, 2003).

Microcontroladores são sistemas computacionais bastante difundidos nos ramos de engenharia e ciências exatas, nele podemos encontrar diversas funções que nos auxiliaram para diversas tarefas tais como, CPU (Unidade Central de Processamento), memórias RAM (para DADOS), flash (para programação), e EEPROM, temos pinos de I/O (entradas e saídas) analógicas e digitais, podemos encontrar osciladores, canais USB, interface serial a mais conhecida a USART, módulos de temporização e conversores analógicos e digitais, dentre outra grande gama de aplicações podemos encontrar os mais diversos microcontroladores, atualmente os microcontroladores podem exercer as mesmas funções de um CLP (Controlador Lógicos Programáveis), porém a utilização do mesmo requer muito conhecimento, pois é um dispositivo apesar de barato muito complicado de trabalhar, e nas mais diversas vezes a programação dos mesmos são bem complicadas, mas a vantagem deles além do custo benefício é que os microcontroladores possuem diversas entrada e saída para os mais variados componentes que serão controlados. (JUCÁ, 2011).

Falamos um pouco sobre os microcontroladores porque em este projeto utilizamos do mesmo, porém dado alguns problemas no decorrer do projeto percebemos que os mesmos não modificaríamos muito o sistema visto que o CLP Rockwell que utilizamos da Universidade Paulista pode nos ajudar sem causar nenhum dano maior, então por isso agora iremos falar um pouco sobre os CLPs de modo geral. 2.9 CLP – Controlador Lógico Programável

O CLP é um componente eletrônico que opera em um sistema de automação como o cérebro opera no corpo humano. A comunicação do CLP com o equipamento é feita através de periféricos de I/O (entradas e saídas) analógicas e digitais. O CLP é utilizado em sistemas de automação para fazer a gestão de processos que é definida através da programação do mesmo.

MORAES (2001) observa que os CLPs começaram a serem desenvolvidos em 1968 com a grande necessidade da empresa americana General Motors de redução de custos na alteração dos sistemas de controle em mudanças de modelos de carros ou alterações nas linhas de produção, então foi desenvolvido um sistema de estado sólido que suportava poluição, vibração, ruídos elétricos, extremos de umidade e temperatura que tivesse a flexibilidade de um computador sendo programado e controlado por engenheiros e técnicos nas fábricas. A vantagem dos CLPs sobre os microcontroladores são: redução do custo de materiais, mão-de-obra,

facilidade de localização de falhas, redução da quantidade de fiação e erros relacionados a esta. Na programação a vantagem é a utilização de uma linguagem chamada *Ladder*, que é uma linguagem de símbolos que se assemelham muito com circuitos lógicos de relés.

Na Figura 13 podemos observar a representação do CLP Micrologix 1200 e logo após na Figura 14 temos a demonstração da interação do CLP com o processo industrial.



Figura 25 – Controlador Lógico Programável Micrologix 1200

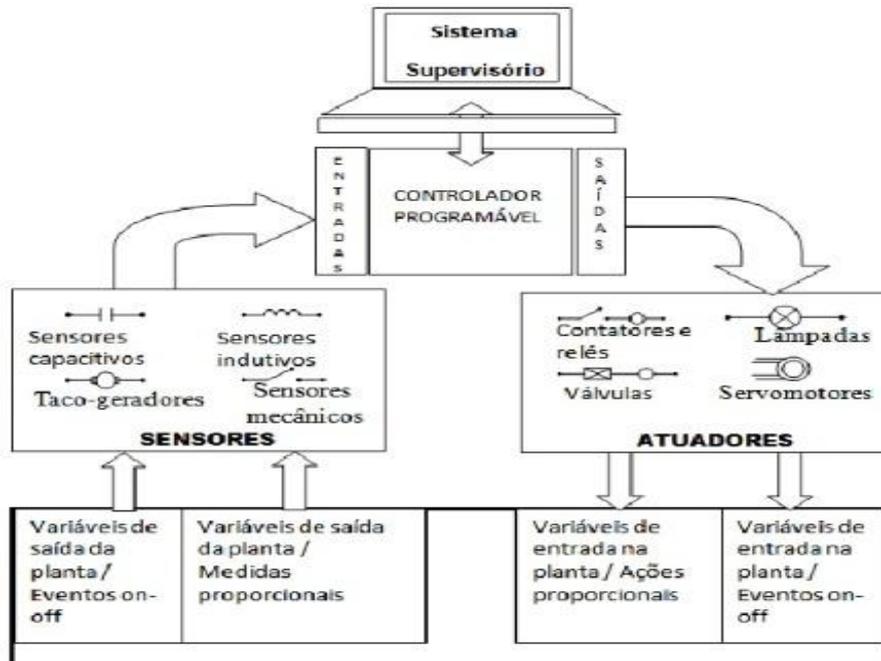


Figura 26 – CLP no Processo Industrial

### 3.1.24 Linguagem *Ladder*

O nome *Ladder* deve-se à representação da linguagem se parecer com uma escada (*ladder*) no qual duas barras verticais paralelas são interligadas pela Lógica de Controle, formando os degraus (*rungs*) da escada. Portanto, a cada lógica de controle existente no Programa de Aplicação dá-se o nome de rung, a qual é composta por Colunas e Linhas. FOXIT (2008)

A Figura 15 demonstra um trecho da linguagem de programação *ladder*.

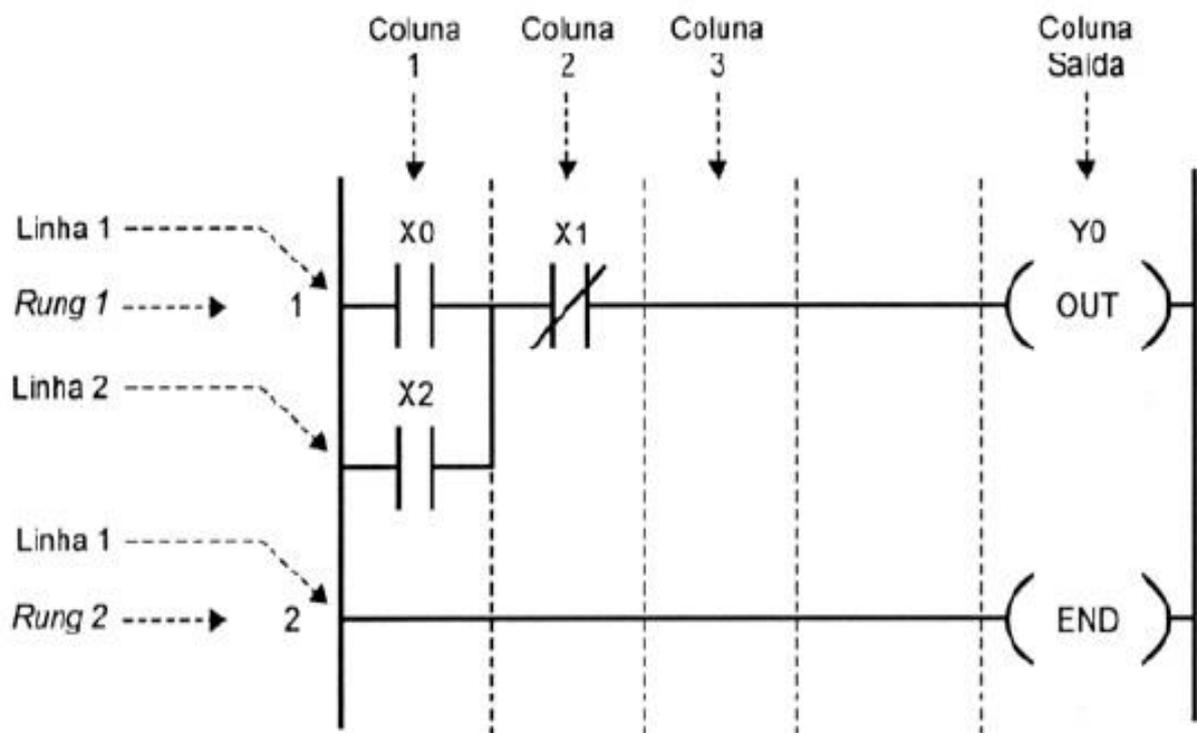


Figura 27 – Linguagem *Ladder* de Programação

Cada símbolo utilizado nas linhas de programação tem um significado e uma instrução que o CLP irá executar, para cada instrução há um endereço e este endereço consome determinada quantidade de memória. A tabela 4 demonstra os significados dos símbolos básicos de programação *Ladder*.

Tabela 3 – Significado de Símbolos de Linguagem *Ladder*.

Circuito simples		Onde uma entrada energiza uma saída.
Circuito em série		Onde duas ou mais condições tem que ser atendidas para energizar a saída.
Circuito em paralelo		Onde o atendimento de qualquer uma das condições em paralelo energiza a saída.
Circuitos série-paralelos		Onde deve ser satisfeita a condição A ou B e a condição C para energizar D.
		Onde deve ser satisfeita a condição A e B ou a condição C para energizar D.
Circuito de selo		Onde o acionamento da entrada A aciona a bobina B e o próprio sinal do acionamento da bobina mantém a bobina energizada.
		Note que circuito anterior manterá a bobina energizada após o primeiro acionamento, para corrigir este problema deve-se combinar com um circuito em série para desligar o circuito. Onde o acionamento de C desligaria o circuito.

Figura 28 - Linguagem Ladder.

### 3.1.25 Sistema de Segurança

Para segurança do operador do protótipo Autoasséptico, iremos construir um sistema que o mesmo só entrará em contato com o projeto somente para ligar, desligar ou mesmo efetivar uma manutenção corretiva ou preventiva quando houver necessidade.

Com isto utilizaremos de diversos dispositivos que irá propiciar isto, o protótipo terá um LED indicativo de quando a máquina está parada para manutenção ou tampa aberta, também teremos uma botoeira de emergência, que será um dispositivo que quando acionado parará o projeto naquele exato momento e só voltará quando desativado. O projeto foi todo pensado para que não houvesse

nenhum problema de falha e principalmente que ele não causasse danos maiores aos controladores do mesmo ou mantenedores, para a total garantia de segurança do sistema quanto as pessoas que iriam usufruir do mesmo. Abaixo teremos algumas imagens de diversos componentes que será utilizado para efetivação deste sistema de segurança:



Figura 29 – Botoeira de emergência (Nei, 2007).



Figura 30 – Reed switches (Fim de Curso) (CERNE TEC, 2010).

### 3.1.26 Sistema Pneumático

O projeto Autoasséptico também contará com basicamente de um sistema pneumático, uma para abrir e fechar a tampa de limpeza do sistema de assepsia.

Para efetivação do mesmo foi-se necessário a utilização de pistão pneumático de simples ação, um compressor e também de duas válvulas solenoide 5 por 2 vias, para que o ar que entre na mesma possa comutar o pistão de totalmente retraído até totalmente avançado, efetuando os dois movimentos citados a cima. Abaixo temos a foto do pistão pneumático acionado fechando à gaiola onde estará o material a ser assepsiado:

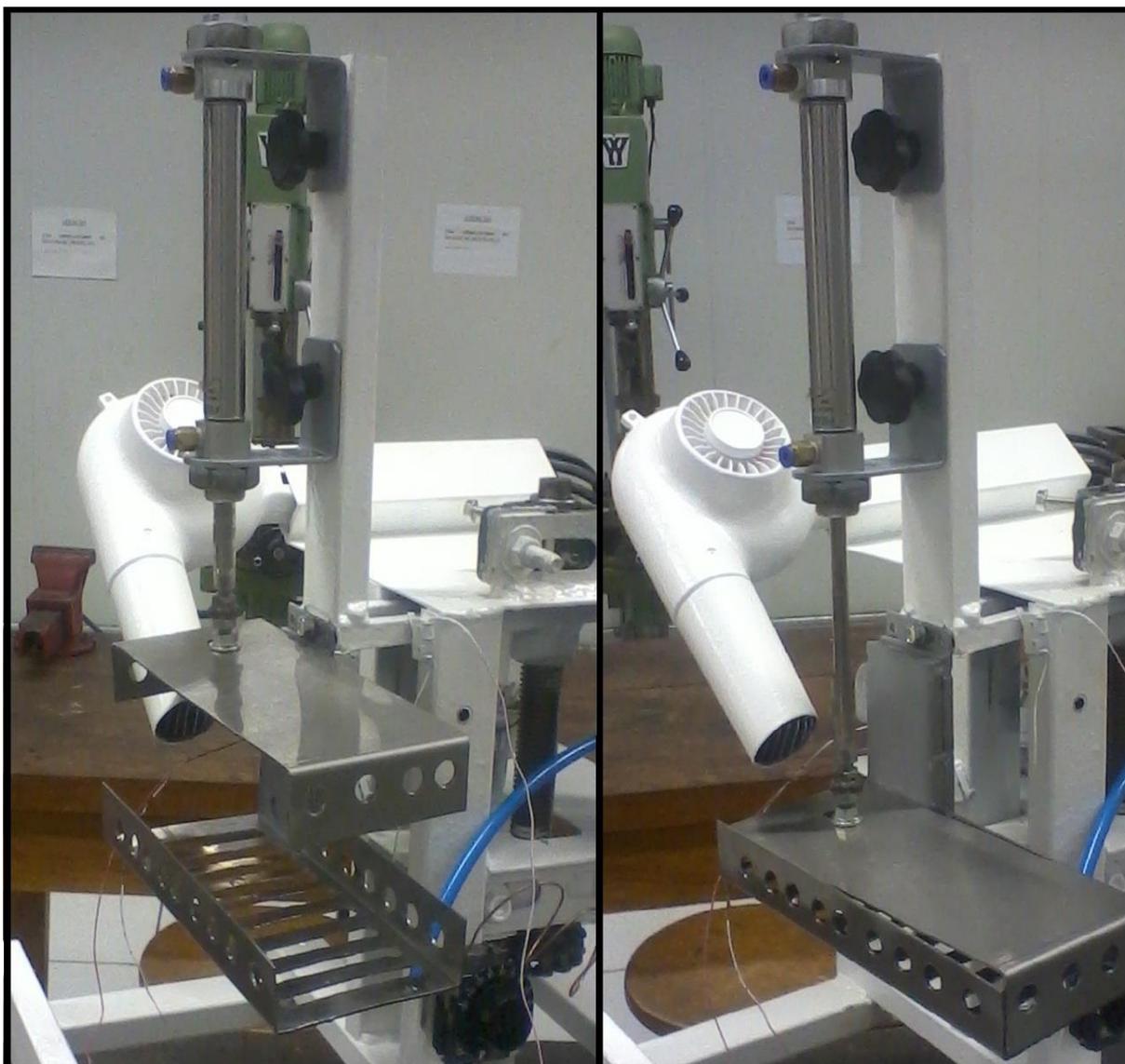


Figura 31 - Pistão pneumático instalado, 1° Aberto, 2° Fechado.

O cilindro de dupla ação tem como objetivo abrir ou fechar a tampa da bandeja de assepsia

À medida que utilizamos para o curso da haste é 115 mm avançado e recuada 45 mm. À medida que usamos de 70 mm entre a tampa e o fundo da bandeja serve para inserir o instrumento que será limpo, esta distância é adquirida através de um limitador de plástico colocado na haste do cilindro.

### 3.1.27 Válvulas 5/2 Vias

A válvula 5/2 vias tem como função comandar (comutar) o cilindro pneumático que atua sobre a tampa da bandeja. A válvula pneumática é acionada através do sinal elétrico de saída do CLP que é 24 V. A válvula 5/2 vias tem uma posição inicial em seu eixo interno, que guia o fluxo de ar, quando chega à solenoide o sinal elétrico de 24 V o eixo interno da válvula é movido fazendo assim então com que o pistão avance ou recue. O nome dado a válvula de 5/2 vias tem como significado de 5 vias de escoamento de ar e 2 posições para saída de ar. Abaixo temos a Figura 23 que representa o esquema pneumático do autoasséptico.

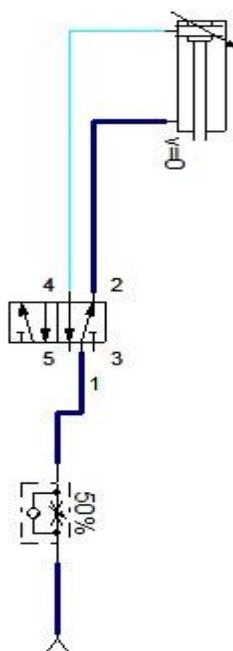


Figura 32 – Esquema Pneumático Autoasséptico.

Pode ser observado pelo esquema demonstrado na figura 23 que utilizamos uma válvula de controle de fluxo para que o cilindro não atue em alta velocidade no avanço para um encaixe correto da tampa ao fundo da bandeja. Não está

demonstrando na figura, porém está aplicada no projeto uma válvula com o piloto elétrico que é comumente chamado de válvula solenoide.

### 3.1.28 Elevador Bandeja

Na construção do elevador que irá imergir e emergir a bandeja no fluido asséptico utilizamos 250 mm de barra rosqueada  $\varnothing$  1 in. O cálculo da velocidade média de descida e subida é expresso da seguinte forma:

Cálculo da velocidade média de descida do elevador:

1. Distância percorrida pela haste do elevador = 0,25 metros
2. Tempo de descida do elevador = 60 segundos.

$$\begin{aligned}Vm &= \Delta s / \Delta t & (5) \\Vm &= (S - S^0) / (T - T^0) \\Vm &= (0,25 - 0) / (60 - 0) \\Vm(\text{descida}) &= 0,0041 \frac{m}{s}\end{aligned}$$

Cálculo da velocidade media de subida do elevador:

1. Distância percorrida pela haste do elevador = 0,25 metros
2. Tempo de subida do elevador = 90 segundos

$$\begin{aligned}Vm &= \Delta s / \Delta t & (6) \\Vm &= (S - S^0) / (T - T^0) \\Vm &= (0,25 - 0) / (90 - 0) \\Vm(\text{descida}) &= 0,0027 \frac{m}{s}\end{aligned}$$

Para os cálculos a seguir é levado em consideração que o tamanho e o número de dentes da engrenagem motora e movida são os mesmos como demonstrado na

Figura 24. O número de dentes de ambas é 17 dentes e a referência da corrente utilizada é Norma DIN 08 B-1.

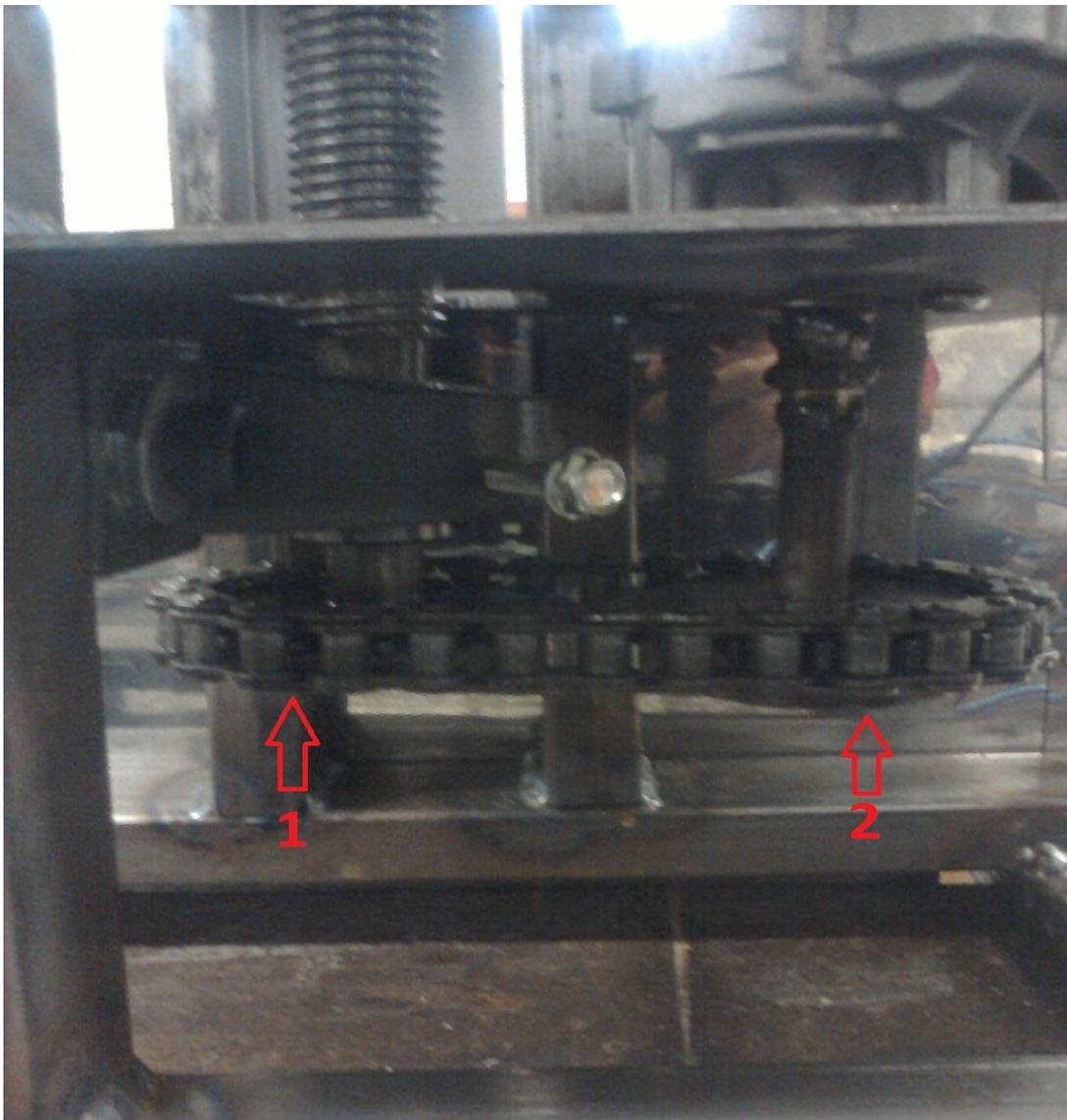


Figura 33 – Sistema de Transmissão do Elevador.

Cálculo de velocidade angular das engrenagens 1 e 2:

1.  $N$  = Número de revoluções por minuto (RPM)
2.  $N(1 \text{ e } 2) = 42 \text{ rpm}$

$$N = (30 * \omega) / \pi \quad (6)$$

$$(42 * \pi) / 30 = \omega$$

$$\omega(1 \text{ e } 2) = 4,39 \text{ rad/s}$$

Cálculo de frequência das engrenagens 1 e 2:

$$f = \omega / (2 * \pi) \quad (7)$$

$$f = 4,39 / (2 * \pi)$$

$$f = 0,69 \text{ Hz}$$

Cálculo de relação de transmissão entre as engrenagens 1 e 2:

$$Z1 = 17 \text{ dentes}$$

$$Z2 = 17 \text{ dentes}$$

$$\frac{Z2}{Z1} = \frac{17}{17} = 1:1$$

### 3.1.29 Circuitos Eletrônicos Auxiliares

Podemos falar que neste projeto, por o mesmo ter sido pensado, projetado e desenvolvido com ajuda de microcontroladores para efetuar o controle autônomo do protótipo, com isto para que o pudéssemos controlar todos os elementos constituintes deste protótipo, tivemos que confeccionar circuitos eletrônicos auxiliares.

Para construir estes circuitos eletrônicos, deve-se utilizar do software Protheus para construir e testar os componentes eletrônicos, para que depois possa ser construído, para tanto serão utilizados diversos circuitos eletrônico auxiliares, que são eles, placa de controle de velocidade dos motores de assepsia, placa de controle sentido de giro dos motores (se para o lado direito ou para o lado esquerdo), também temos placas que controla dispositivos que são ligados numa tensão de rede 220 V corrente alternada, e também placa de controle de acionamento de dispositivos que trabalham com corrente contínua. Todos os circuitos auxiliares serão confeccionados manualmente com ajuda de certos equipamentos para finalizar tal etapa.

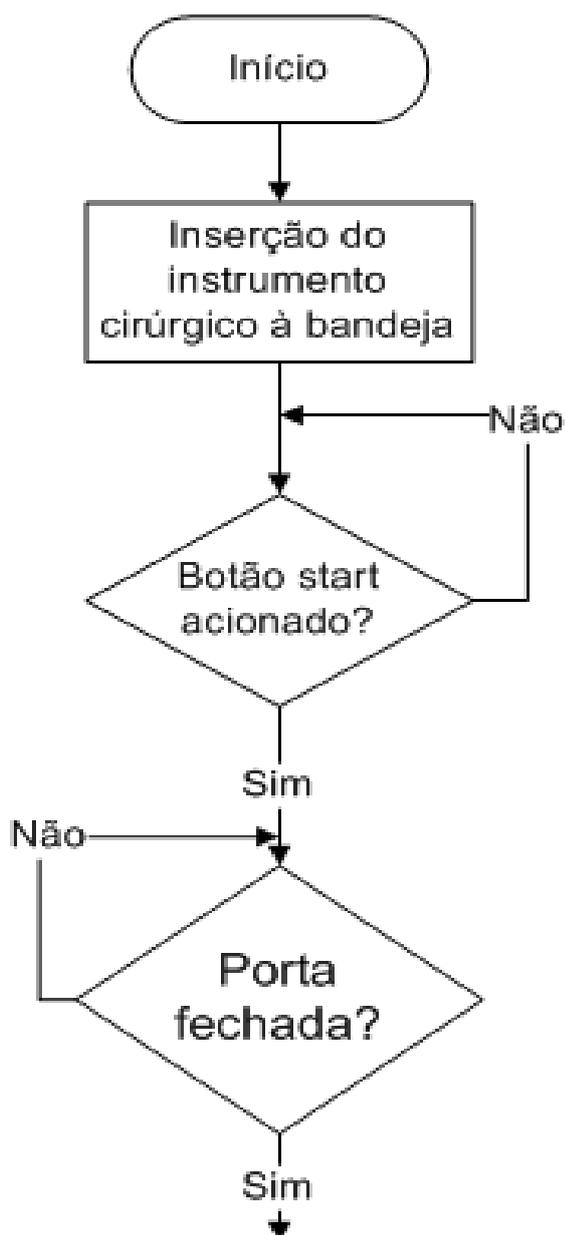
### 3.1.30 Automação

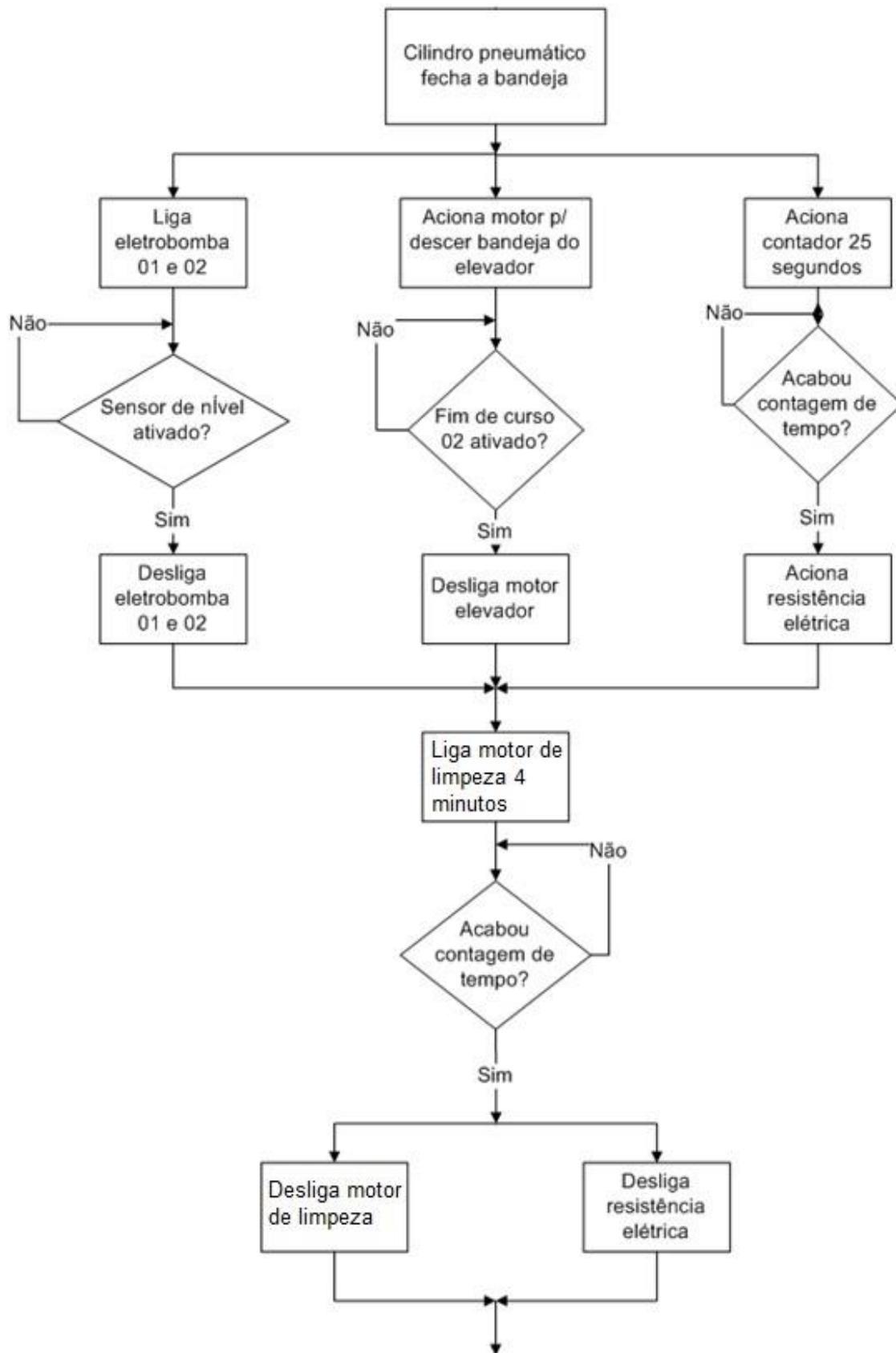
O foco deste projeto é a automatização total do processo de assepsia. Abaixo descreveremos os componentes fundamentais para a automação dos processos do equipamento e sua utilidade.

1. Sensores fim de curso: Utilizado para limitar o espaço de subida e descida da haste do elevador e também como dispositivo de segurança na porta do protótipo para que só haja funcionamento do equipamento se a porta estiver bem fechada.
2. Motor 12V: Utilizado para a movimentação da haste do elevador. Na ponta da haste está o cilindro que abre e fecha a bandeja que ao acionamento do motor é imersa ou emersa no reservatório de fluido asséptico.
3. Motor 420 W: Através de uma hélice o fluido asséptico exerce a força centrípeta, o atrito do fluido em movimento com o instrumento efetua a limpeza.
4. Sensor de Nível: Utilizado para limitar a quantidade máxima de fluido asséptico dentro do reservatório.
5. Resistência Elétrica: Utilizada para aquecer o fluido asséptico à 70 °C para facilitar a remoção de sujidade do instrumento cirúrgico.
6. Eletrobombas: Utilizadas para inserir o fluido asséptico de um reservatório externo ao reservatório interno do autoasséptico e também utilizado para remover com rapidez o fluido asséptico do reservatório após todos os processos de assepsia.
7. Secador: utilizado para retirar a umidade do instrumento cirúrgico após o processo de assepsia.

8. CLP: responsável por controlar o tempo de acionamento, e quais periféricos serão ligados ou não em determinado momento.

### 3.1.31 Processos de Execução







1. A troca do fluido asséptico é feita manualmente
2. O instrumento cirúrgico é retirado manualmente da bandeja

### 3.1.32 Melhoria Seladora PGC

Na Seladora PGC temos diversos problemas que devem ser reparados para que a mesma funcione de forma correta, pois alguns componentes da mesma estão em

grande falha, o que futuramente pode ocasionar falhas maiores a outros sistemas deste protótipo. Abaixo iremos enumerá-los para que adiante possamos explica-los melhor:

- Sistema de Selagem;
- Sensor Entrada do Protótipo;
- Motor Rolete de Selagem;
- Programação Detalhada do Protótipo;
- Sensor Fim de Curso Parado Rolete de Selagem;
- Redimensionar a Faca de Corte da Embalagem.

Um dos problemas recorrentes do protótipo da Seladora PGC foi o fato do sistema de selagem não estar propriamente adaptado ao mesmo, os roletes de selagem foi dimensionado com exatidão para selar equipamentos de até 23 cm de comprimento por 12 cm de largura, porém o resistor que aquecera a embalagem de papel grau cirúrgico foi utilizado um do tipo fita, que tem uma resistência de aquecimento muito baixa se comparado a outras resistências no mercado e também é de difícil acionamento via microcontrolador, e foi utilizado uma fita somente totalizando em uma borda de soldagem de 3 mm de espessura não totalizando os 6 mm aceitos pela ANVISA visto que para efetuar o mesmo acionamento é um pouco mais complexo se comparado ao que foi anteriormente utilizado, e o tipo de cola que detalhar a forma de modificação e melhoria deste sistema. Mudaremos também o tipo de isolamento do resistor de selagem com o rolete de selagem, pois devido a alguns testes verificamos que o rolete aquecia de forma geral e impossibilitando a selagem do papel grau cirúrgico, o material necessita de 190°C, porém que deve alcançar esta temperatura é o resistor e não o rolete de selagem, e para isto utilizamos de papelão de amianto para evitar a transferência de calor do resistor com o rolete, porém o mesmo deve ser verificado para uma nova forma de isolamento.

O sensor utilizado na entrada o protótipo é um sensor do tipo foto elétrico, o mesmo deve ser reposicionado para que não ocorra nenhum tipo de erro com relação à detecção do material a ser selado, pois com o mesmo posicionado da forma que está pode possibilitar a não detecção do instrumento o que não seria agradável neste momento.

Um problema bastante complexo nesta etapa do projeto seria a remontagem de um novo motor para efetuar o giro dos roletes de selagem, pois os mesmos pesam algo em torno de 5 kg juntos, o que exigiria um motor com maior torque o que não ocorreu no protótipo, depois de vários testes efetuados durante dois meses o mesmo apresentou certas falhas devidas ao desgaste das escovas internas do motor, ocasionando a parada do mesmo e impossibilitando o giro dos roletes, utilizamos de um motor de vidro elétrico de carros que contém um torque de aproximadamente 60 Nm, e o mesmo não suportou o trabalho em larga escala, e por isso a ideia é substituí-lo por um com mais torque que seria um de para-brisas de carros, que contém um torque de aproximadamente 100 Nm.

Devido a uma série de fatores o protótipo não pôde sofrer uma automação mais detalhada de cada componente constituinte do protótipo, e que basicamente anulou algum destes, como sensores fim de curso, algumas mensagens que indicavam cada etapa do protótipo, então a ideia aqui é solucionar esses problemas deixando um projeto mais rico em automação e com mais clareza ao operador do protótipo Seladora PGC.

O mesmo sensor citado logo acima, ele foi retirado do protótipo devido a falhas de ajuste do mesmo para a detecção do momento exato de corte da embalagem, porém a possibilidade que vemos aqui é uma nova reformulação da posição do sensor para que o mesmo possa detectar o momento certo de corte da embalagem.

Com relação à faca de corte da embalagem a mesma deve ser redimensionada para que ela efetue um corte perfeito, porém através de testes detectamos que seria muito difícil redimensionar a mesma, e a ideia aqui seria verificar uma nova forma de corte sem que pudéssemos substituir a mesma, pois ela efetua um corte não muito preciso, mas já ajuda bastante a destacar a embalagem, então pensamos num sistema de guilhotina, ou mesmo utilizar de o mesmo tipo de resistor elétrico utilizado para selagem, porém de espessura de 0,1 mm para que o mesmo possa aquecer de forma rápida e que fique a ponto de destacar a embalagem sem que a mesma queime.

#### 4. RESULTADOS

Após todas as tarefas de planejamento, montagem e testes, concluímos que o resultado satisfaz ao que foi proposto desde o início do projeto, um equipamento de baixo custo, que atendesse a necessidade de assepsia de instrumentos cirúrgicos. Pesquisamos valores de máquinas compatíveis com ao protótipo desenvolvido e recebemos o orçamento de uma máquina de limpeza por ultrassom em que o valor é de R\$ 10.500,00, comparando com o valor do autoasséptico que é R\$ 2560,40 chegamos ao nosso objetivo.

Até o presente momento temos todas as etapas prontamente concluídas, o mesmo foi perfeitamente finalizado com grande êxito, tudo seguindo o cronograma do protótipo, porém em grande parte dessas etapas estamos em fase de pesquisas bibliográficas e de mercado para eventuais mudanças que vem acontecendo de acordo com o andamento do projeto, que serão todas catalogadas para que num futuro próximo possamos melhorar o protótipo.

Uma destas partes prontas seria a parte mecânica do projeto que está totalmente dimensionada e concluída com êxito, tudo devidamente posicionado nos seus devidos lugares. Sendo assim motores, sensores, bombas, válvulas dentre outros já estão sendo posicionados nos seus respectivos lugares para que os mesmos possam ser controlados via CLP, porque como dito anteriormente, tivemos que alterar para este tipo de sistema pensando no tempo que tinham disponíveis. Abaixo podemos ver algumas imagens do protótipo com sua parte estrutural toda pronta, a principal delas é a parte do reservatório de assepsia:

A relação do protótipo com o meio ambiente é regular, pois para o funcionamento do protótipo só é necessário água, detergente enzimático, energia elétrica e ar comprimido. Após o processo de limpeza o fluido asséptico (água e detergente enzimático) pode ser jogado na rede de esgoto, pois a concentração de detergente enzimático é muito pequena e logo será diluído em contato com razoável quantidade de água.



Figura 34 - Reservatório concluído com êxito (Vista Frontal).



Figura 35 - Reservatório (Vista Superior), com sensor de nível e eletroválvula instalados, e vedação completa do recipiente em silicone.

Temos montado por completo a estrutura sistema de secagem juntamente com o elevador da placa de assepsia totalmente finalizados, outra etapa prontamente finalizada é o tanque de assepsia com todos os furos feitos para podermos colocar todos os dispositivos que serão controlados dentro deste como, sensor de nível, resistor elétrico de aquecimento de água, válvula solenoide etc. Abaixo podemos ver com mais detalhes cada parte do protótipo devidamente dimensionada como dito anteriormente:

Devido a diversos problemas no projeto, algumas partes foram modificadas, a principal delas foi o reservatório de assepsia, que mudamos de um metal aço 1020 de 0,1 mm de espessura para um de 0,3 mm de espessura para que o projeto ficasse mais consistente, a foto abaixo sinaliza para esta etapa que foi modificada.



Figura 36 – Reservatório alterado sua estrutura, porém foi concluído com êxito dentro do tempo, e tudo devidamente instalado.



Figura 37 - Elevador de assepsia finalizado.

Para o sistema de vibração (homogeneização), temos todo ele prontamente montado, com seus dois motores em seus devidos locais e devidamente testados, faltando apenas automatiza-los, porém a automação só acontecerá quando toda a estrutura estiver montada e quando todos os sistemas de eletrônica e componente estiverem devidamente testados e acoplados ao protótipo. E de acordo com alguns problemas tivemos que alterar o modo de assepsia desta etapa também.

A eletroeletrônica esta devidamente projetada até o momento também, temos todos os componentes que serão controlados estão devidamente comprados e prontos para serem posicionados como dito anteriormente, juntamente com seus respectivos circuitos de controle auxiliares para cada componente, todos os circuitos confeccionados manualmente, porém dimensionados e testados via software Proteus, sendo assim temos também prontamente concluído todos os circuitos auxiliares, a seguir temos algumas imagens destes componentes e também das placas devidamente concluídas prontas para serem ligadas diretamente ao microcontrolador:

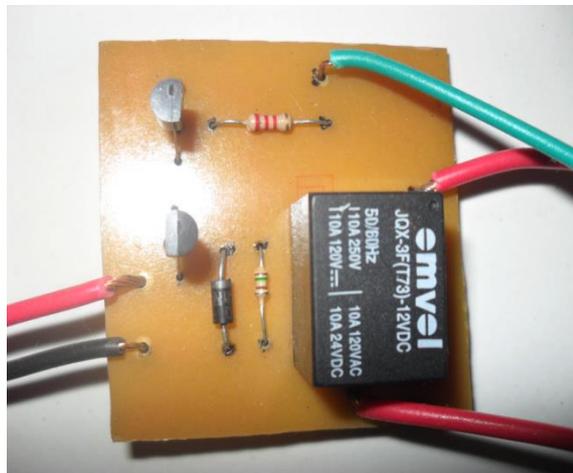


Figura 38 – Circuito eletrônico para Controle de Dispositivos Acionados através da Tensão de Rede 220 Vca.

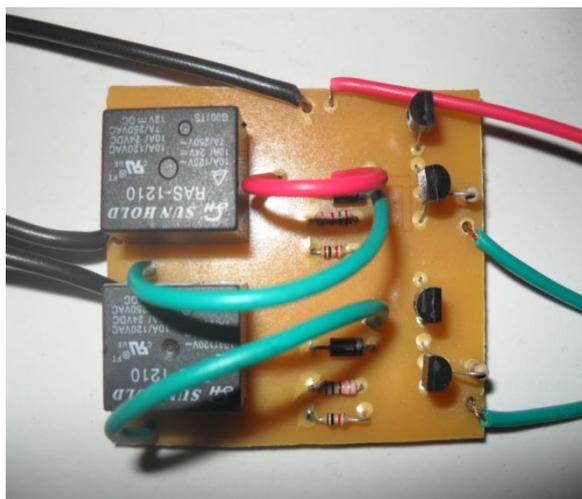


Figura 39 – Circuito Eletrônico para Controle Rotação Motores 12 Vcc.

Como dito anteriormente a parte eletrônica juntamente com a elétrica está totalmente dimensionada, o painel foi montado como será mostrado mais adiante, também concluímos todas as estruturas externas do projeto no qual o protótipo foi totalmente envolto para que nada pudesse ser observado a não ser com autorização prévia dos integrantes do mesmo para que qualquer pessoa pudesse vê-lo.

Para melhoria da seladora PGC, conseguimos algumas ideias, são elas:

- Sistema de Corte Embalagem: Já esta sendo adquiridas as facas para os roletes de selagem, as mesmas são feitas para mordentes especiais em sistemas de selagem diversos, então pelo o nosso protótipo a mesma funcionará muito bem.
- Sensor de Entrada: Para o sensor de entrada para detecção do material que irá ser selado, mudamos a posição do mesmo para que a detecção fosse a melhor o possível.
- Fim de Curso: Os fins de cursos foram todos posicionados em seus devidos lugares.
- Programação Detalhada: Para a programação do protótipo foi modificado toda ela, para que a mesma pudesse efetuar a selagem da melhor forma possível em seu tempo pré-determinado.

Sobrepondo tudo que foi dito anteriormente, nosso projeto foi concluído com perfeição e todos os resultados estão mostrados logo abaixo nas fotos.

Os resultados obtidos após todas as etapas de execução do autoasséptico foram satisfatórios como demonstrados na figura 25. Podemos observar que o instrumento cirúrgico esteve limpo e seco. Para o funcionamento do protótipo é necessário ar comprimido, energia elétrica, água e detergente enzimático que são misturados no reservatório externo ao protótipo. O protótipo finalizado ficou da forma como está na Figura 41.

Já na imagem de número 40 temos o principal resultado deste projeto, que foi a melhoria perfeita de uma assepsia que hoje em dia é feita manualmente pelos estudantes da área da saúde da Universidade Paulista, a assepsia foi feita com total segurança e garantiu assim uma boa limpeza do material sem que o operador precisa-se colocar a mão para efetivar o processo de assepsia, sendo assim, vemos que na imagem antes temos um instrumento (bisturi) sujo de sangue e gordura

animal, mas já na foto ao lado da mesma temos o mesmo bisturi limpo, seco, e pronto para ser reutilizado, com isto podemos garantir que o protótipo funcionou de acordo com o esperado, sem maiores problemas, e que o mesmo já está pronto para ser patenteado em Brasília junto a UNIP de Goiânia para que o mesmo possa ser futuramente disponível para qualquer pessoa que queria fazer ou melhorar o protótipo.

Utilizamos de um CLP para controle de todo o processo, e podemos dizer que alteramos a parte de controle por microcontrolador, porque o mesmo seria muito demorado para por para funcionar de acordo com o que queríamos, mas podemos dizer que com a mudança, percebemos que a garantia da qualidade do protótipo ficou muito melhor, visto que a confiabilidade de um CLP é muito maior que de um microcontrolador, e sendo assim o protótipo pode ser utilizado em uma indústria normalmente, sem que aconteçam maiores problemas ao protótipo.

Na figura 42 podemos ver o painel totalmente concluído, e sendo assim, quando o protótipo for iniciado todas as etapas descritas na programação irão acontecer em definitivo.

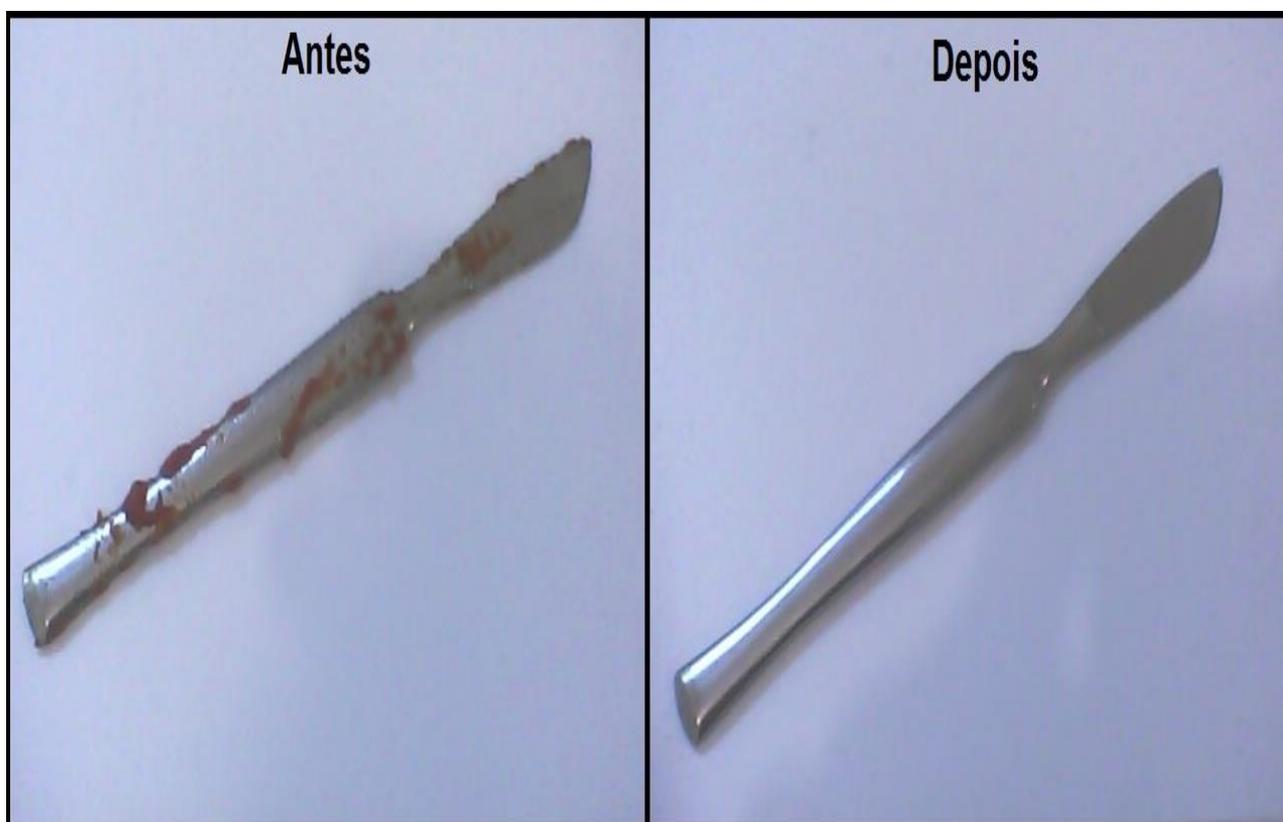


Figura 40 – Resultados (Antes e Depois)



Figura 41 - Projeto já terminado pronto para testes.



Figura 42 - Quadro elétrico do projeto perfeitamente elaborado.

## 5. CUSTOS

Tabela 3 – Custo da Base Estrutural.

<b>Base Estrutural</b>				
<b>Descrição</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Un.</b>	<b>V. Unitário</b>	<b>V. Total</b>
Aço Inoxidável 404	10	Kg	R\$ 9,50	R\$ 95,00
Metalon Aço SAE 1020 20 X 40 X 6000	2	Pç	R\$ 18,00	R\$ 26,00
Aço Fina Frio GSC 14, espessura 1,9 mm	1	Kg	R\$ 16,30	R\$ 16,30
Parafuso Allen Ø 3/8 x 2" c/ porca e arruela	4	Pç	R\$ 0,70	R\$ 2,80

Tabela 4 – Custo do Elevador.

<b>Elevador</b>				
<b>Descrição</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Un.</b>	<b>V. Unitário</b>	<b>V. Total</b>
Barra Roscada Ø 1 in x 1000	11	Pç	R\$ 12,00	R\$ 12,00
Porca Sextavada Ø 1 in	11	Pç	R\$ 2,50	R\$ 2,50
Barra Quadrada Aço SAE 1020	0,5	Kg	R\$ 30,00	R\$ 15,00
Motor Universal 12V de Para-Brisas de Automóveis	1	Pç	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Corrente de Transmissão DIN 08 B-1	0,5	m	R\$ 35,00	R\$ 17,50
Engrenagem de Transmissão DIN 08 B-1	2	Pç	R\$ 14,35	R\$ 28,70
Aço Inoxidável 404	1	Kg	R\$ 9,50	R\$ 9,50
Mancal tipo Pedestal UC 204 c/rolamento	2	Pç	R\$ 25,00	R\$ 50,00
Cilindro de Dupla Ação Festo Didactic, cod. 13022463	1	Pç	R\$ 190,00	R\$ 190,00
Valvula 5/2 vias Festo, piloto solenóide simples, cod. 6420	1	Pç	R\$ 150,00	R\$ 150,00

Tabela 5 – Custo do Secador.

<b>Secador</b>				
<b>Descrição</b>	<b>Qtde</b>	<b>Un.</b>	<b>V. Unitário</b>	<b>V. Total</b>
Secador Capelli 1400 W - Taiff	1	Pç	R\$ 100,00	R\$ 100,00

Tabela 6 – Custo do Reservatório.

<b>Reservatório</b>				
<b>Descrição</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Un.</b>	<b>V. Unitário</b>	<b>V. Total</b>
Balde plástico 12 Litros - Giplás	1	Pç	R\$ 6,70	R\$ 6,70
Eletrobomba Universal p/ Limpador de Pára-brisas	2	Pç	R\$ 9,35	R\$ 18,70
Eletrobomba Brastemp p/ lavadora de roupa	1	Pç	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Resistência elétrica 100 W c/ Termostato	1	Pç	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Sensor Boia Horizontal de Nivel para Líquidos	1	Pç	R\$ 35,00	R\$ 35,00
Motor Skil 420 W, 220 V	1	Pç	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Mangueira cristal flexível Ø 56 mm	1	m	R\$ 3,50	R\$ 3,50
Mangueira cristal flexível Ø 20 mm	2	m	R\$ 1,80	R\$ 3,60

Tabela 7 – Custo de componentes eletrônicos e valor total do protótipo.

<b>Eletrônica e Automação</b>				
<b>Descrição</b>	<b>Qtde.</b>	<b>Un.</b>	<b>V. Unitário</b>	<b>V. Total</b>
Quadro de Comando Elétrico 200 x 700 x 500	1	Pç	R\$ 75,00	R\$ 75,00
CLP Micrologix 1200	1	Pç	R\$ 1.400,00	R\$ 13,50
Placa Cobreada de Circuito Impresso	12	Pç	R\$ 2,50	R\$ 30,00
Relé 24 V 7/28 A	1	Pç	R\$ 2,20	R\$ 2,20
Botoeira de Emergência	1	Pç	R\$ 5,00	R\$ 5,00
Lâmpada LED 220 V, 12 V e 24 V	8	Pç	R\$ 5,00	R\$ 40,00
Cabo Elétrico Flexível Ø 2mm	5	m	R\$ 0,80	R\$ 4,00
Conector Borne 2 Pinos	14	Pç	R\$ 0,70	R\$ 9,80
Relé 12 V 7/28 A	10	Pç	R\$ 1,50	R\$ 15,00
Fim de curso NA	3	Pç	R\$ 1,30	R\$ 3,90
<b>Valor Total do Protótipo:</b>			<b>R\$ 2.560,40</b>	

## 6. DISCUSSÃO

O protótipo já está totalmente pronto, sempre fundamentado de pesquisas bibliográficas e questionários elaborados para que pudéssemos tomar as melhores decisões sobre o que podemos modificar melhorar ou acrescentar, o protótipo foi programado e totalmente concluído como foi previsto, já está concluído as partes de eletrônica e elétrica juntamente com automação, sendo assim a parte principal deste protótipo que são os testes já foram feitos e está devidamente funcionando, digamos que é o coração do protótipo para que ele venha a ser uma inovação e referência para em um futuro bem próximo e que irá ao mercado, lembrando que é um protótipo e esta sujeita a novas possibilidades de melhora em um futuro bem próximo.

Percebemos que depois de longos estudos, que o sistema de vibração do reservatório é sim um sistema fundamental para nos dar total segurança de uma assepsia bem feita, porém não utilizamos do mesmo visto que o sistema de vibração mecânica feita pelo o sistema de rotação e agitação da água foi sem sombra de dúvida um grande avanço para nosso processo, visto que funcionou perfeitamente e garantiu uma assepsia boa e confiável, mas para um futuro próximo a sistema de vibração externa com motores poderá ser acoplado ajudando ainda mais na assepsia, e mesmo com essa confiança toda ainda podemos utilizar dos transdutores para fazer a cavitação da água e garantir ainda mais a assepsia do equipamento, já com relação a falhas de limpeza, todo o sistema foi testado perante as condições de trabalhos que teremos e tudo funcionou de acordo com o esperado, porém com alguns erros de teste para a finalização perfeita do sistema de asspesia. Agora já falando das melhorias da Seladora PGC, podemos dizer que a mesma esta sendo pensada e melhorada aos poucos, porque melhorar um projeto já pronto é bem mais complicado do que projetar um novo, então até o seguinte momento temos todas as melhorias já concluídas que seria a etapa de automação, colocando todo o sistema a funcionar de forma detalhada e também posicionamos os sensores que não estavam ao fim do projeto.

Devido a vários fatores, o projeto no presente momento está caminhando um pouco lento, porém mesmo ele estando assim, as ideias sempre veem surgindo, o mesmo se apresenta caminhando lentamente devido à despesa do mesmo, pois no

decorre do tempo e depois de concluir a compra de quase todos os componentes a verba está pouca para efetivar outras etapas, porém tudo está sendo solucionadas devidas algumas ajudas externas, sendo que elas veem de algumas empresas e também de algumas pessoas que se mostraram interessadas ao projeto.

Um dos sistemas a ser modificado seria o de corte da embalagem, pois anteriormente a faca que adquirimos foi uma faca normal que se encontra em supermercados, porém a mesma não obteve tanto sucesso, então a ideia de uma nova faca veio para solucionar este problema, então pensamos em orçar o custo da mesma em uma empresa especializada para esse tipo de faca, e encontramos uma empresa em São Paulo que consegue efetuar a confecção da mesma, e além do mais também nos garante total sucesso para o corte da embalagem visto que esta empresa trabalha somente com máquinas e componentes para as mesmas, no ramo de selagem.

Contudo o protótipo esta sendo construído e o mesmo se apresenta dentro do prazo predeterminado, e já visando um futuro próximo, podemos dizer que outros processos para conclusão e todo o protótipo com a adição de outro protótipo ao mesmo pode ser feita, podemos efetivar a adição de um sistema de esterilização do instrumental já selado, sendo podemos automatizar uma autoclave visando redução de tempo e de custo, com isto podemos prever um tempo de entrada do instrumental cirúrgico para a assepsia até o mesmo chegar à autoclave, e por fim podemos concluir que seria uma máquina totalmente em serie algo que não se encontra no mercado.

Podemos encontrar no mercado várias máquinas que fazem cada um destes processos separados, porém nada que faça tudo com tempo todo calculado desde a assepsia até a esterilização, por isso o projeto em etapas é inovador e quando o mesmo está todo unido com um protótipo sendo influenciado pelo o outro pode ser ainda mais inovador, e como dimensionamos tudo desde o início pensando já na autoclave (equipamento próprio para esterilização) podemos garantir então que a esterilização acontecerá com grande efetivação e para o protótipo ficar ainda mais completa basta apenas automatiza uma autoclave para o tempo padrão de acordo com o início de nosso protótipo.

Como o foco do projeto não foi tanto às melhorias da Seladora PGC, algumas delas ficaram somente para que possamos trabalhar essas melhorias num futuro,

então focamos totalmente em elaborar o melhor trabalho no sistema de assepsia que é o Autoasséptico, as melhorias em si são tarefas mais longas e árduas.

Sobrepondo as ideias passadas, nós estamos com o protótipo finalizado, pronto para já ser patenteado devido a conclusão do mesmo com sucesso, sendo assim temos a Seladora PGC também modificada. Porém depois de longos estudos conseguimos concluir o projeto, então neste presente momento o projeto está concluído perfeitamente, porém vários fatores podem ou devem ser modificados como será apresentado logo abaixo.

## 7. MELHORIAS GERAIS

### 7.1 Transdutores e Bomba para Assepsia

Para efetuar a assepsia dos instrumentais cirúrgicos podemos utilizar cerca de 3 até 6 transdutores de formato cônico que são utilizados submersos ao recipiente nosso quando estiver cheio de água e substâncias de limpeza, o que facilitará e muito nossa limpeza dos instrumentais, os transdutores funcionam como ressonantes que irá efetuar a cavitação na água, com a cavitação a criação de bolhas de ar serão inevitáveis, e quando essas bolhas alcançar o instrumental ela irá se explodir e com isso a sujidade contida no material irá sair com sucesso. Abaixo temos uma imagem deste transdutor que será utilizado no processo de assepsia:



Figura 43 – Transdutores submerso tipo cone, limpeza ultrassônica dos instrumentos (ULTRA-PIEZO, 2011).

E já pensando em outro sistema que será adicionado, para nos garantir ainda mais a segurança desta assepsia utilizará uma bomba d'água que irá criar mais bolhas a água em nosso recipiente, e sendo assim garantiremos ao operador e a pessoa que irá trabalhar com este material que o mesmo estará praticamente assepsiado com segurança, pronto para ser selado e esterilizado.

## 7.2 Parte Automação Autoasséptico

Pensando também para um futuro focando na redução de custos, o Autoasséptico pode ser construído para a sua automação de dois microcontroladores PIC 16F877A, um dos microcontroladores mais utilizados no mercado de eletrônica em geral, como em máquinas de lavar roupas, micro-ondas etc. Podemos escolher este tipo de componente eletrônico devido seu custo que é cerca de R\$ 13,00, e o mesmo pode oferecer uma gama de possibilidades de controle de diversos sistemas simultaneamente, praticamente fazendo a mesma função de um CLP que é uma boa opção de controle, porém como vimos anteriormente é viável devido ao número de entradas e saídas do nosso sistema, visto que um CLP que faça o controle de todos os nossos elementos eletroeletrônicos seria custeado algo em torno de R\$ 2000,00, inviável ao nosso protótipo.

Pelo o número de elementos eletroeletrônicos que temos que controlar neste protótipo precisaria de um elemento de controle bastante difundido e útil ao nosso projeto, e ao mesmo tempo barato e de tamanho reduzido, pois o protótipo já é bastante grande.

Como já havíamos dito anteriormente, o cérebro de comando deste protótipo é o CLP, porém poderíamos utilizar neste mesmo protótipo de dois microcontroladores, um para controle de todo o processo de assepsia e outro apenas para demonstrar ao operador em um display de cristal líquido ou em interface homem máquina as etapas do processo do mesmo, se o projeto foi iniciado, esta em andamento ou finalizado.

Para a programação do projeto caso iremos utilizar de microcontroladores poderíamos efetuar a automação com ajuda de dois softwares específicos o Mikro C

para efetuar a escrita das mensagens no microcontrolador que irá ser conectada ao LCD (display de cristal líquido), escreveremos num total de 10 mensagens para que o operador possa acompanhar em qual etapa está sendo desenvolvido em determinados momentos, utilizaremos também o LDmicro para a programação em Ladder para facilitar a automação do protótipo, e para a gravação dos microcontroladores iremos utilizar do software ICprog. Logo abaixo temos as imagens do display Lcd e também o gravador de microcontroladores juntamente com o microcontrolador PIC 16F877A, os mesmo já foi utilizado anteriormente porém substituído por um sistema mais simples e robusto que é o CLP industrial:



Figura 44 – Microcontrolador pic 16f877a usado para ambos os protótipos. MUDAR PARA CLP

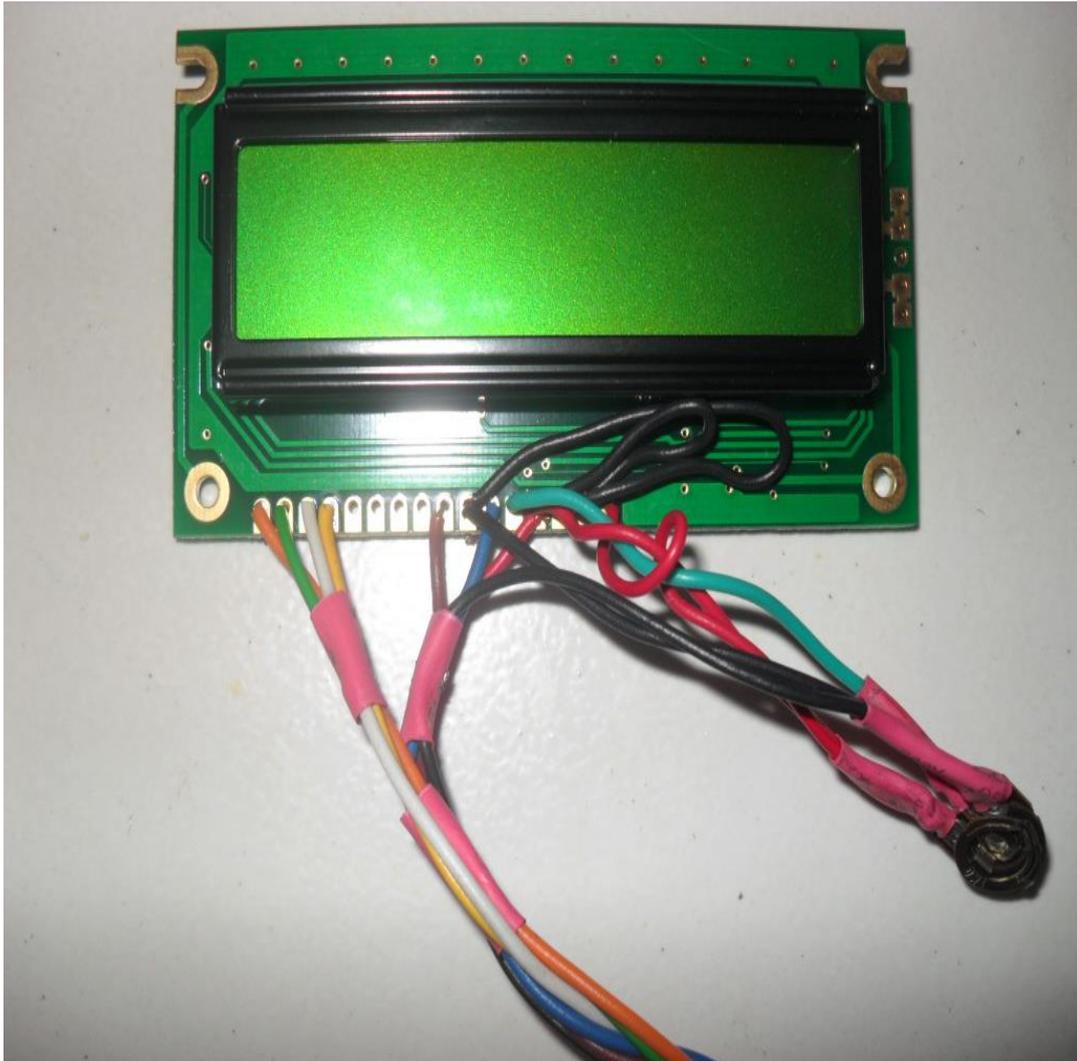


Figura 45 - Display para análise de etapas do processo de assepsia.

Mas caso quiséssemos continuar com o CLP deveríamos prontamente adicionar a IHM (Interface Homem Máquina), para que o operador pudesse controlar todo o processo de assepsia e de secagem, juntamente com tudo que precisaria ser controlado, da mesma forma como se o display acima funcionasse como a IHM de forma mais simples no sistema de assepsia, e já aproveitando também, poderia ser adicionado um sistema supervisor caso optasse pela continuação do CLP, para fazer o controle dos gráficos de rendimento de cada componente do sistema a serem controladas, como motores, sensores, válvulas e bombas dentre outros, porém com a vantagem de que os relatórios possam aperfeiçoar ainda mais o processo de assepsia e principalmente de manutenção do protótipo, sabendo aonde esta ocorrendo certa falha.

### 7.3 Pistões Pneumáticos

Para termos um bom rendimento quanto a tempo e controle de processo faz-se necessário de mais um pistão pneumático de dupla ação, que irá facilitar na saída do instrumental cirúrgico do Autoasséptico para a Seladora PGC, sendo assim podemos ter um controle de tempo quanto aos dois protótipos unidos.

### Sistema de Reposição de Água para o Autoasséptico

Acrescentar bomba para injeção de água, não sendo manual do balde para máquina praticamente, sendo automático puxando água direto da rede para o sistema.

### 7.5 Bomba Álcool

Acrescentar bombas separadas para Álcool, detergente enzimático e uma auxiliar para outros componentes, caso queiramos utilizar a máquina para fazer a assepsia de outros tipos de componentes, como colares de prata e ouro, fazer corrosão de placas de circuito impresso que são utilizados na eletrônica geral.

### 7.6 Tampa Processo Assepsia

Tampa para fechar processo do Autoasséptico (automático), esta tampa iria entrar no momento em que fosse começar o processo de assepsia, para que parte interna fosse protegida, quando a hélice entrasse em trabalho, espalhando assim água e outros produtos para todos os lados, e principalmente para que pudesse assim, colocar detergente enzimático no protótipo sem nenhuma restrição.

### 7.7 Sensor para Sistema de Enchimento

Sensor baixo para caso de falha no tempo de programação para enchimento do sistema, sendo assim a resistência elétrica não iria queimar de forma alguma, garantindo um processo final perfeitamente bom.

## 7.8 Sistema de Secagem

Remodelar o sistema de secagem para que o mesmo possa ser perfeitamente linear tanto embaixo com a cima do instrumental, ou mesmo modelar um novo sistema que aqueça toda área de processo do tanque.

## 7.9 Tempo de Processo para Diversos Instrumentais

Tempo para os diversos instrumentais variando de acordo com o material no qual é feito (vidro, plástico, pano, aço etc.). Cálculo estes para secagem e para assepsia e também para tamanhos diversos do instrumental. Fazer alguns para o caso de ferrugem em alguns materiais, para que não ocorra novamente em outros materiais e calcular tempo para limpeza exata com a quantidade certa de água para detergente.

## 7.10 Tanque para Sujidades

Acrescentar tanque de sujidade, porque devido ao tempo para fazer o projeto, não conseguimos projetar um tanque adequado para ser coletado as sujidades.

## 7.11 Novo Sistema de Vibração Mecânica da Água

Tirar a furadeira e posicionar outro sistema de limpeza por agitação molecular da água (Mecânica). Como cames ou outro sistema que possa fazer o mesmo. Acrescentar também para o caso anterior uma hélice melhor para essa vibração mecânica.

## 7.12 Patentear o Projeto

Patentear o sistema num todo, sendo o mesmo todo inovador, sendo assim o mesmo deve ser feito com os devidos cuidados e também pagando uma taxa no

valor de R\$200,00 para que o projeto possa ficar anexo na cidade de Brasília disponível para todos da comunidade, não somente aos engenheiros.

#### 7.13 Redimensionamento do Projeto

Redimensionar máquina para que se abranjam todos os instrumentais de diversos tamanhos, sendo feito através de desenho em solid Works ou solid edge, com todo o dimensionamento feito para todos os sistemas (bombas, sensores, motores, válvulas etc).

#### 7.14 Braço Robótico de Transporte

Para um futuro não tão distante podemos fazer um braço robótico para o transporte do instrumental cirúrgico já selado para ser levado a uma autoclave ao fim da linha toda, sendo assim nós teríamos um controle do processo muito maior, e com isto o tempo do processo seria administrado de acordo com todas as linhas de assepsia.

## 8. REFERÊNCIAS

PADOVEZE, M. C.; DEL MONTE, M. C. C. **Esterilização de Artigos em Unidades de Saúde**. São Paulo: APECIH, 1998.

MORIYA, T.; Módena J. L. P. **Assepsia e Antissepsia: Técnicas de Esterilização**. In: FUNDAMENTOS EM CLINICA CIRÚRGICA, 9., 2008, Ribeirão Preto. Anais. Ribeirão Preto, Universidade São Paulo, 2008. p.265-273.

SOBRASILRJ, **Reprocessamento de Artigos**. BBS (sobrasilrj), 2007. Disponível em: <<http://www.sobrasilrj.com.br>>. Acesso em: 20 de junho de 2011, 22:20:00.

UNIQUE, **O que é Ultra-Som**. BBS (unique), 2011. Disponível em: <<http://www.unique.ind.br/ultrasom.html>>. Acesso em: 22 de junho de 2011, 10:50:00.

HOSPITALAR. Distribuidora: **Bobina de Papel Grau Cirúrgico – Hospflex**. Disponível em: <<http://www.hospitalardistribuidora.com.br>>. Acesso em 10 dezembro 2011, 14:06:23.

LAGOS E CIA. Shopping: **Bomba Submersa para Aquários e Lagos**. Disponível em: <<http://www.lagosecia.com.br>>. Acesso em: 12 dezembro 2011, 16:32:15.

CHINA SUPPLIERS. Made in China: **Bosch Wiper Motor**. Disponível em: <<http://nicerelay.en.made-in-china.com>>. Acesso em: 13 dezembro, 2011, 14:30:11

SOLAR FORTE. Aquecedores: **Resistência Elétrica Bivolt**. Disponível em: <<http://www.solarforte.com.br>>. Acesso em: 15 dezembro 2011, 16:54:04.

PRECIOLANDIA. Mejores Preços: **Válvula Solenoide ¾ para Água 110/220V**. Disponível em: <<http://www.preciolandia.com>>. Acesso em: 16 dezembro 2011, 15:34:43.

USP. Universidade de São Paulo: **Faculdade de Educação Metodologia do Ensino de Física 1**. Disponível em: <<http://paje.fe.usp.br>>. Acesso em: 19 dezembro 2011, 17:55:23.

WEBTRONICO. **Sensor Nível Água**. Disponível em: <<http://www.webtronico.com>>. Acesso em: 20 dezembro 2011, 14:32:10.

DOGNAN. Switches of. **Snap Action Micro Switch Kw4a Series**. Disponível em: <<http://dongnan.diytrade.com>>. Acesso em: 5 janeiro 2012, 14:40:36.

ULTRASONIC. Uce. **Immersible Ultrasonic Transducer 50W/60W**. Disponível em: <<http://www.ultra-piezo.com>>. Acesso em: 7 janeiro 2012, 16:32:20.

NEI. Informação 100% Industrial. **Botoeira GL Eletro Eletrônico**. Disponível em: <<http://www.nei.com.br>>. Acesso em: 8 janeiro 2012, 18:45:02.

LASER TV. Segurança. **Sirene**. Disponível em: <<http://lasertv-seguranca.blogspot.com>>. Acesso em: 11 janeiro 2012, 15:10:26.

CERME TECNOLOGIA. Conhecimento para o Desenvolvimento. **Chaves Microswitch**. Disponível em: <<http://www.cerne-tec.com.br>>. Acesso em: 15 janeiro 2012, 16:24:54.

MATERIAIS ESTRUTURAIS. Disponível em: <<http://www.metlica.com.br/o-que-e-aco-carbono>>. Acesso em: 04 mar. 2012. <[http://www.infomet.com.br/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?cod\\_tema=9&cod\\_secao=10&cod\\_assunto=36&cod\\_conteudo=7](http://www.infomet.com.br/acos-e-ligas-conteudo-ler.php?cod_tema=9&cod_secao=10&cod_assunto=36&cod_conteudo=7)>. Acesso em: 04 mar. 2012.

ZEEMANN, Annelise. **Aços ao Carbono e Baixa Liga: Aço Carbono**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA9TkAH/aco-ao-carbono-baixa-liga>>. Acesso em: 05 mar. 2012.

TEBECHERANI, Ciro de Toledo Piza.. **Aço Inoxidáveis: Aço Inoxidável.** Disponível em: <[http://www.pipesystem.com.br/Artigos\\_Tecnicos/Aco\\_Inox/body\\_aco\\_inox.html](http://www.pipesystem.com.br/Artigos_Tecnicos/Aco_Inox/body_aco_inox.html)>. Acesso em: 05 mar. 2012.

LORDES, Francisco, et al. Noções Básicas de Elementos de Máquinas. SENAI, Espírito Santo, 1996.

PEREIRA, Alvaro Henrique. Apostila de Elementos de Máquinas. São Paulo. Disponível em: <<http://perdiamateria.eng.br/Elemacl/APOSTILA%201%20-%20REVIS%C3%83O%20DE%20RESIST%C3%8ANCIA.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2012.

ZAIONS, Douglas Roberto. Apostila de Elementos de Maquinas III. Santa Catarina 2008.

SHIGLEY, Joseph Edward. **Elementos de Máquinas**, São Paulo, v 2, nº 2, 1984.

NSK. Catálogo de Rolamentos. São Paulo. Disponível em: <[http://www.nsk.com.br/7\\_catalogo.asp](http://www.nsk.com.br/7_catalogo.asp)>. Acesso em: 08 mar. 2012.  
<<http://www.transoni.com.br/bba.html>>. Acesso em: 11 mar. 2012.

KILIAN, Christopher. **Modern Control Technology: Components & Systems**, Capítulo 6. Delmar, 2a Ed., 2004.

MORAES, Cicero Couto e Castrucci. Engenharia de Automação Industrial. Editora LTC, 2001

NATALE, Ferdinando. Automação Industrial (S. Brasileira de Tecnologia). Editora Erica, 2000.

<[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/seguranca\\_hosp.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/seguranca_hosp.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2012.

<[http://www.fmrp.usp.br/revista/2008/VOL41N3/SIMP\\_3Assepsia\\_e\\_antissepsia.pdf](http://www.fmrp.usp.br/revista/2008/VOL41N3/SIMP_3Assepsia_e_antissepsia.pdf)>  
. Acesso em: 13 mar. 2012.  
< <http://www.lenzafarm.com.br/enzima.htm>>. Acesso em: 13 mar. 2012.

RITA, Luciano S. Apostila Ultra-Sonografia. São Paulo, 2004.

FOXIT SOFTWARE COMPANY. **Foxit**: Linguagem Ladder. São Paulo, 2008.

DAVID Halliday, ROBERT Resnick e JEARL Walker. *Fundamentos de Física*, vol.1: Mecânica, 6ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, Rio de Janeiro (2002).

## 9. ANEXOS

### Cronograma Protótipo

Cronograma Autoasséptico e Seladora PGC - Ano 2011/2012		
Datas Importantes	Descrição de Etapa para Finalização do Protótipo	Executado ou Não
Mês: Fevereiro/Ano: 2011	Ideia de Projeto para Iniciação Científica / Debate e Finalização de Ideia para Início de Projeto	EXECUTADO
Mês: Março/Ano: 2011	Início de Pesquisas do Protótipo (Bibliografia e Profissionais da Saúde) / Entrega do Pré-projeto Iniciação Científica	EXECUTADO
Mês: Abril/Ano: 2011	Início de Pesquisas do Protótipo (Bibliografia e Profissionais da Saúde) Tanto para Projeto Final como para Iniciação Científica	EXECUTADO
Mês: Maio/Ano: 2011	Início de Pesquisas do Protótipo (Bibliografia e Profissionais da Saúde) Tanto para Projeto Final como para Iniciação Científica	EXECUTADO
Mês: Junho/Ano: 2011	Início de Pesquisas do Protótipo (Bibliografia e Profissionais da Saúde) Tanto para Projeto Final como para Iniciação Científica	EXECUTADO
Mês: Julho/Ano: 2011	Início Projeto Seladora PGC (Trabalho Conclusão Curso/Iniciação Científica (Desenho Solid Edge) / Relatório Sendo Preenchido	EXECUTADO
Mês: Agosto/Ano: 2011	Início/Construção Parte Mecânica Seladora PGC e Iniciação Científica Autoasséptico com Base no Desenho Solid Edge / Relatório Sendo Preenchido	EXECUTADO
Mês: Setembro/Ano: 2011	Início/Instalação dos Componentes de Aacionamento, e Componentes a serem Automatizados Projeto Final de Curso (TCC) / Relatório Sendo Preenchido	EXECUTADO
Mês: Outubro/Ano: 2011	Início/Instalação dos Componentes Eletrônico Auxiliares para Automaização da Selagem Projeto Final de Curso (TCC) / Relatório Sendo Preenchido	EXECUTADO
Mês: Novembro/Ano: 2011	Automação do Processo de Selagem por Microcontrolador PIC 16F877A (via Software Ld Micro e Mikro C) (TCC) / Relatório Sendo Preenchido	EXECUTADO
Mês: Dezembro/Ano: 2011	Apresentação Protótipo Seladora PGC (Trabalho de Conclusão de Curso) / Relatório Sendo Preenchido	EXECUTADO
Mês: Janeiro/Ano: 2012	Finalização Parte Estrutural Mecânica (Protótipo Autoasséptico) e Fixação Componentes Principais / Pesquisas para Melhorias Seladora PGC / Relatório Sendo Preenchido	EXECUTADO
Mês: Fevereiro/Ano: 2012	Entrega Relatório Iniciação Científica com Base em Dados e Pesquisas e Demonstração de Etapas Finalizadas / Relatório Sendo Desenvolvido / Melhorias Iniciadas	PARCIALMENTE
Mês: Março/Ano: 2012	Início Etapa Eletrônica (Instalação de Circuitos Auxiliares e Testes) / Melhorias Sendo Trabalhadas Seladora PGC / Relatório Parcial Sendo Preenchido e Projeto Final Início / Construção Banner	NÃO EXECUTADO
Mês: Abril/Ano: 2012	Início Etapa Eletrônica (Instalação de Circuitos Auxiliares e Testes) / Melhorias Sendo Trabalhadas Seladora PGC / Relatório Parcial Sendo Preenchido e Edição Projeto Final / Construção Banner	NÃO EXECUTADO
Mês: Maio/Ano: 2012	Início Etapa Automação Protótipo Autoasséptico / Melhorias Sendo Trabalhadas Seladora PGC / Relatório Sendo Preenchido / Finalização Banner	NÃO EXECUTADO
Mês: Junho/Ano: 2012	Início Etapa Automação Protótipo Autoasséptico / Melhorias Sendo Trabalhadas Seladora PGC / Encaminhamento Banner e Resumo	NÃO EXECUTADO
Mês: Julho/Ano: 2012	Fase de Testes do Protótipo Autoasséptico / Fase de Teste Seladora PGC com Melhorias / Construção Banner	NÃO EXECUTADO
Mês: Agosto/Ano: 2012	Fase de Testes do Protótipo Autoasséptico / Fase de Teste Seladora PGC com Melhorias / Entrega Relatório e Projeto Final	NÃO EXECUTADO
Mês: Setembro/Ano: 2012	Fase de Testes do Protótipo Autoasséptico / Fase de Teste Seladora PGC com Melhorias / Entrega Banner Impresso Setor de Pesquisa	NÃO EXECUTADO
Mês: Outubro/Ano: 2012	Finalização Teste, Protótipos todos Finalizados / Melhorias e Teste Finalizados / Encontro de Iniciação Científica e Exposição Banner	NÃO EXECUTADO



Figura 46 - Elevador de Assepsia.



Figura 47 - Vista superior elevador.

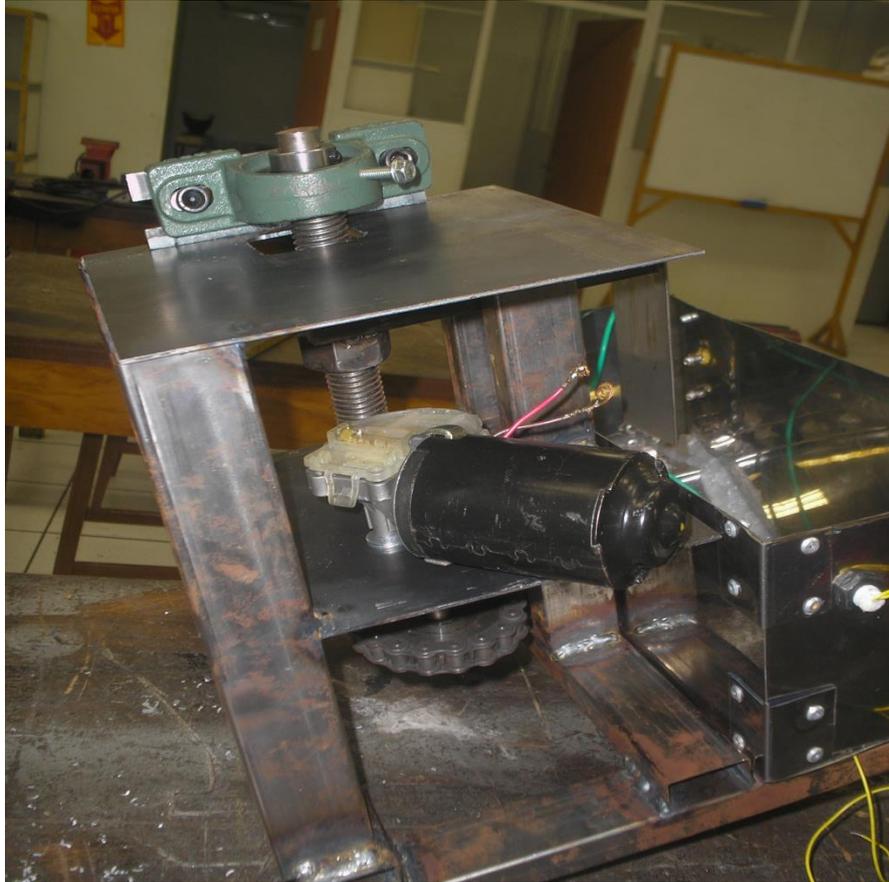


Figura 48 - Motor para giro barra rosqueada.

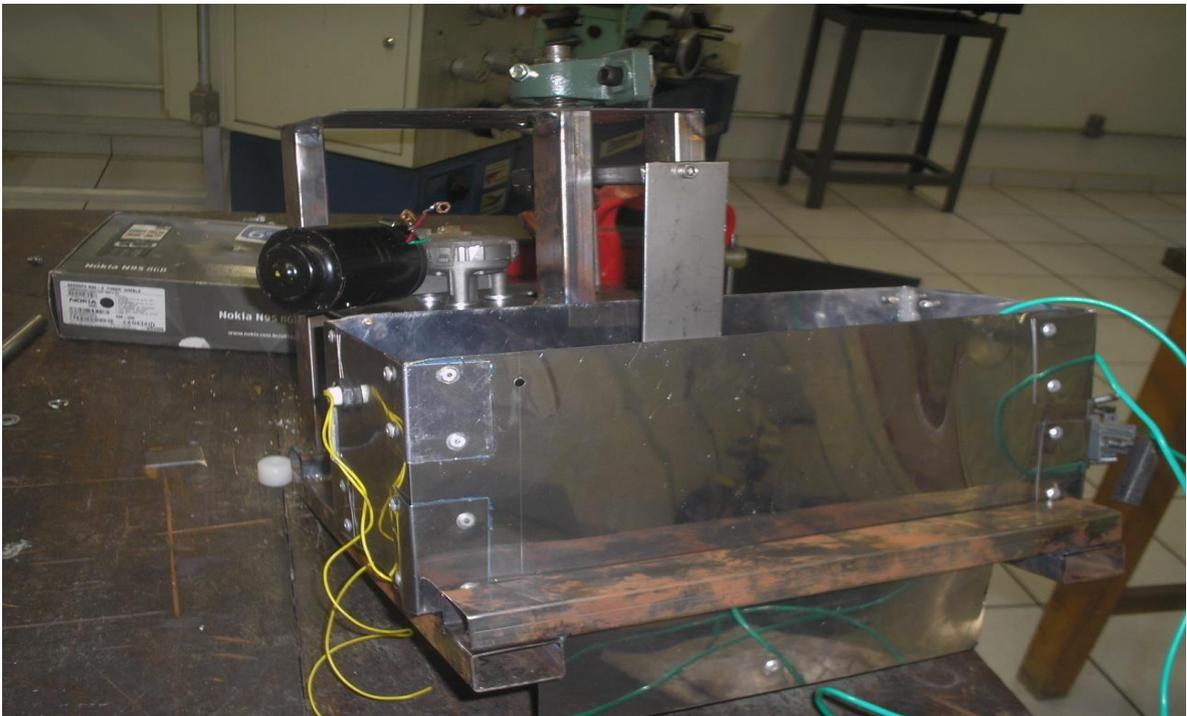


Figura 49 - Vista frontal elevador.

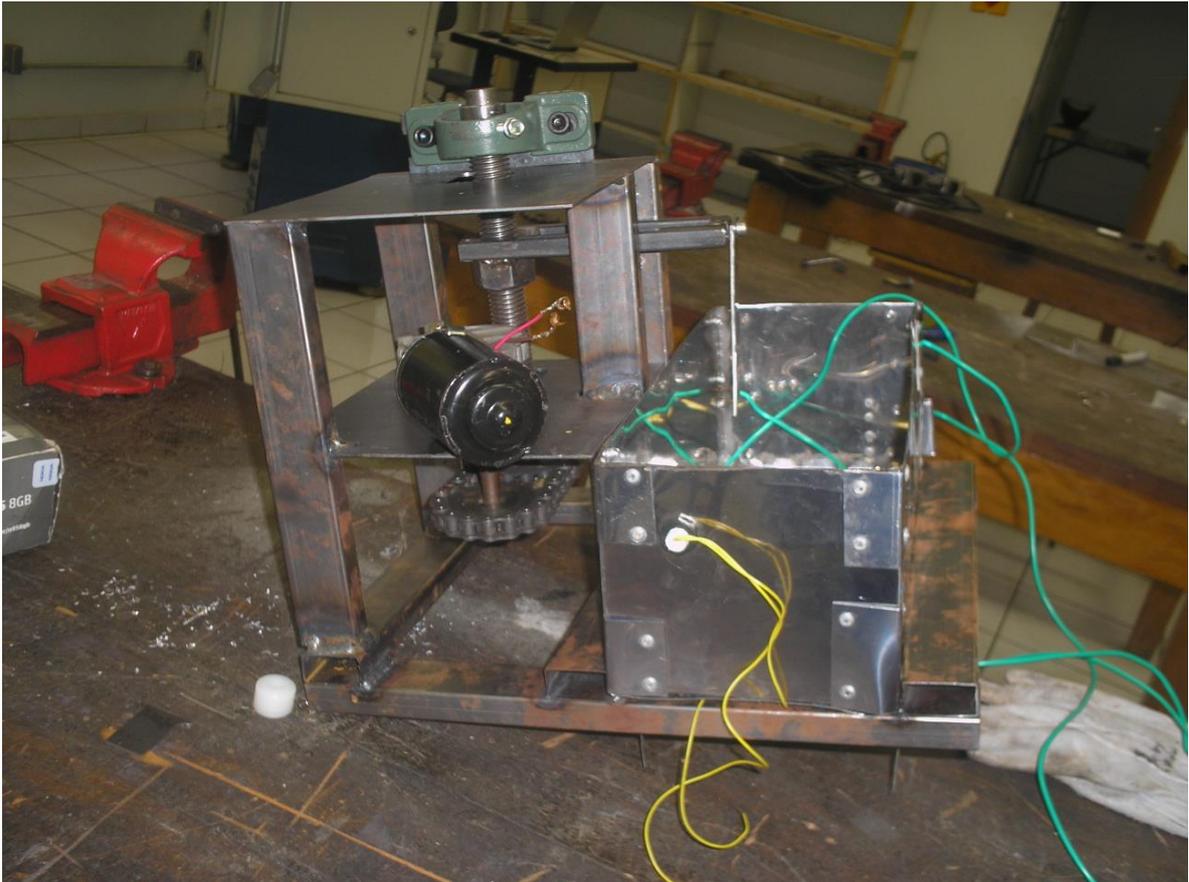


Figura 50 - Vista Lateral direita.

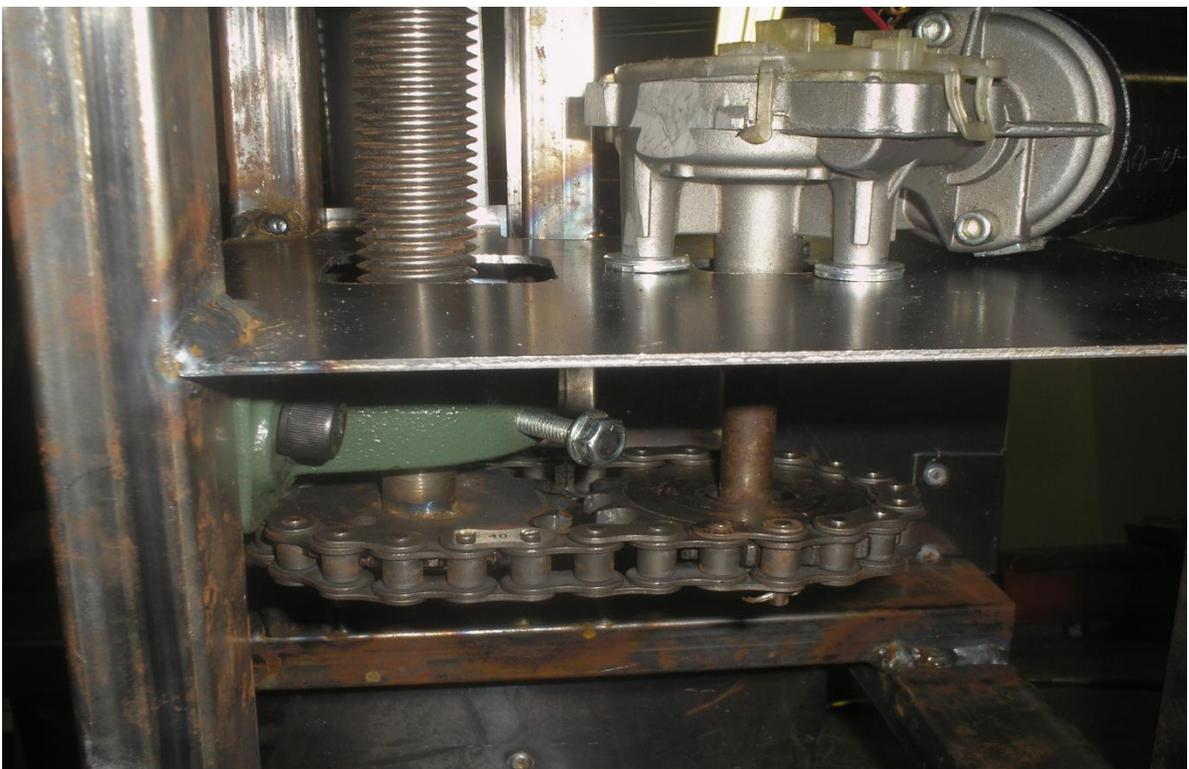


Figura 51 - Detalhe sistema de transmissão via corrente e engrenagem e motor para efetuar o giro da barra.

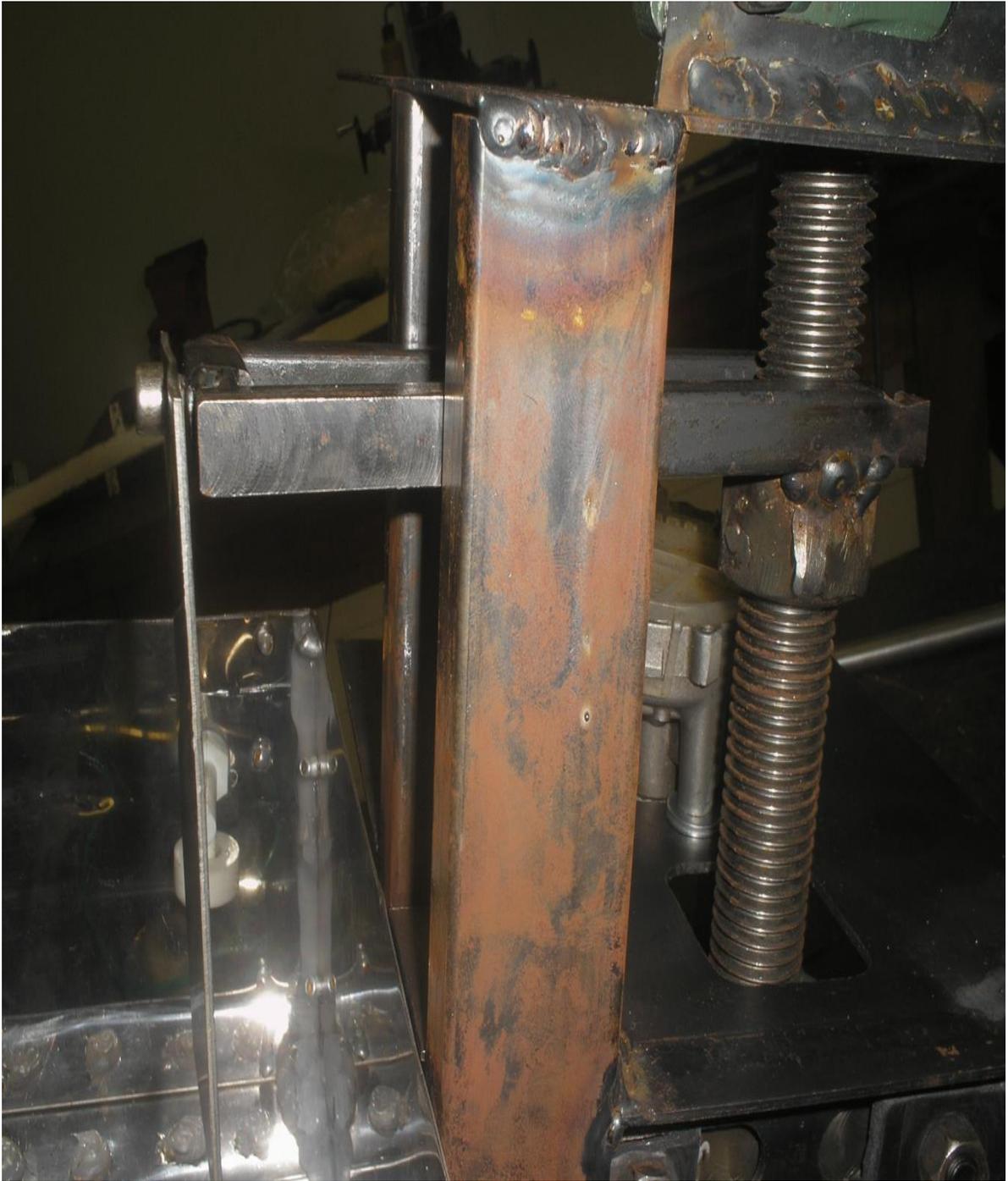


Figura 52 - Em detalhe o elevador pronto para subir e descer com perfeição.

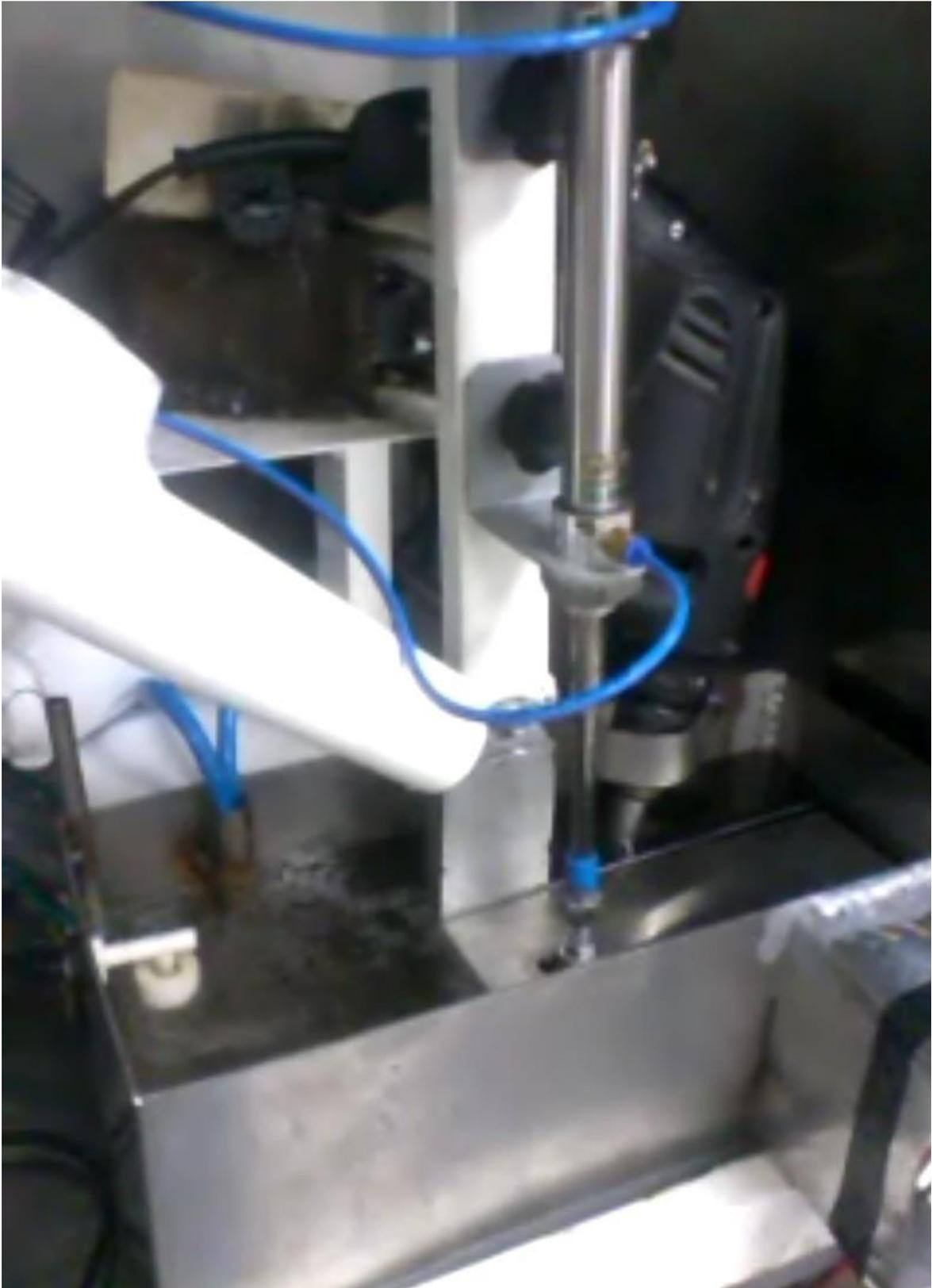


Figura 53 - Máquina furadeira instalada, com a hélice já dentro do sistema.



Figura 54 - Sistema pronto.

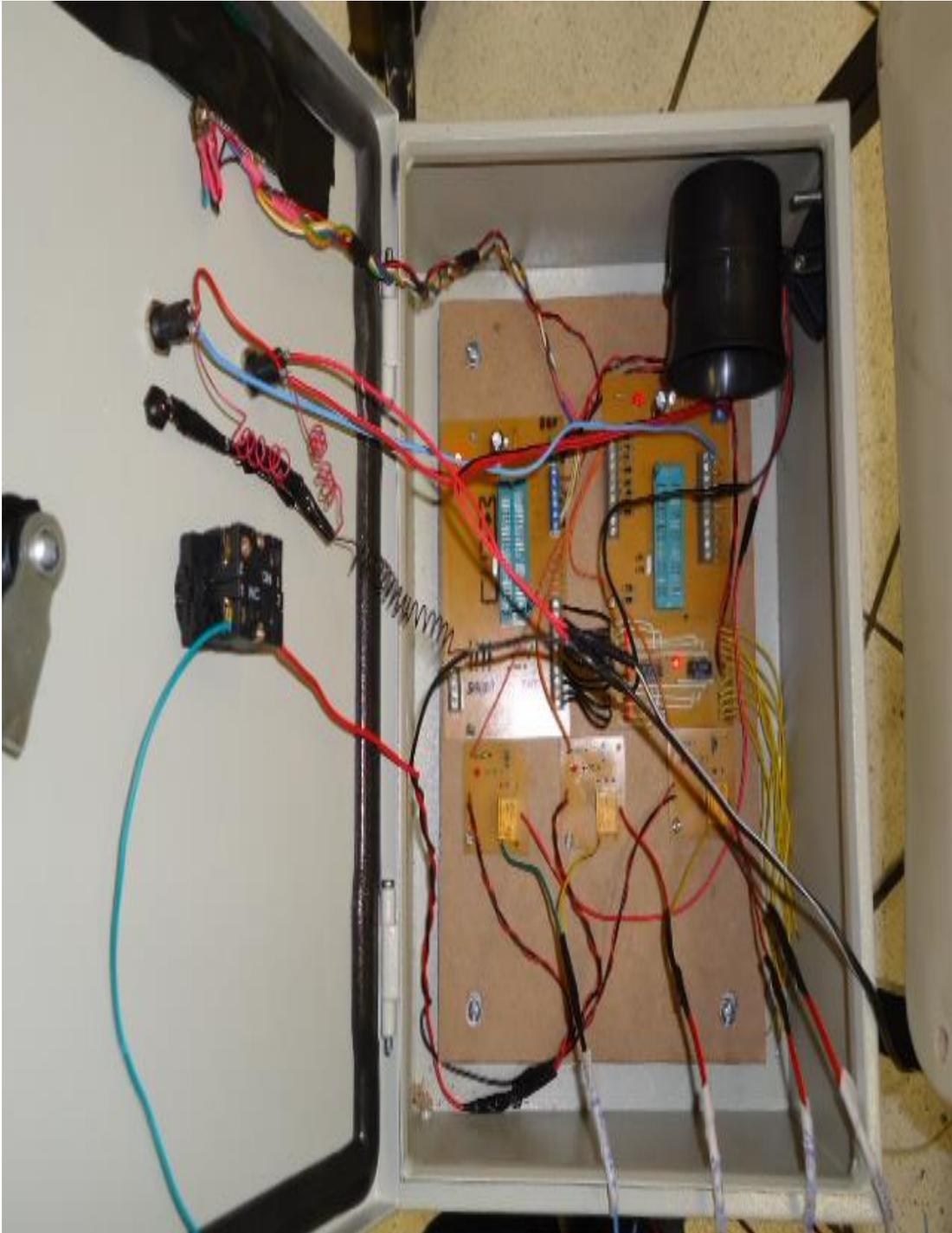


Figura 55 - Painel elétrico Seladora PGC.



Figura 56 - Painel fechado, vista externa.

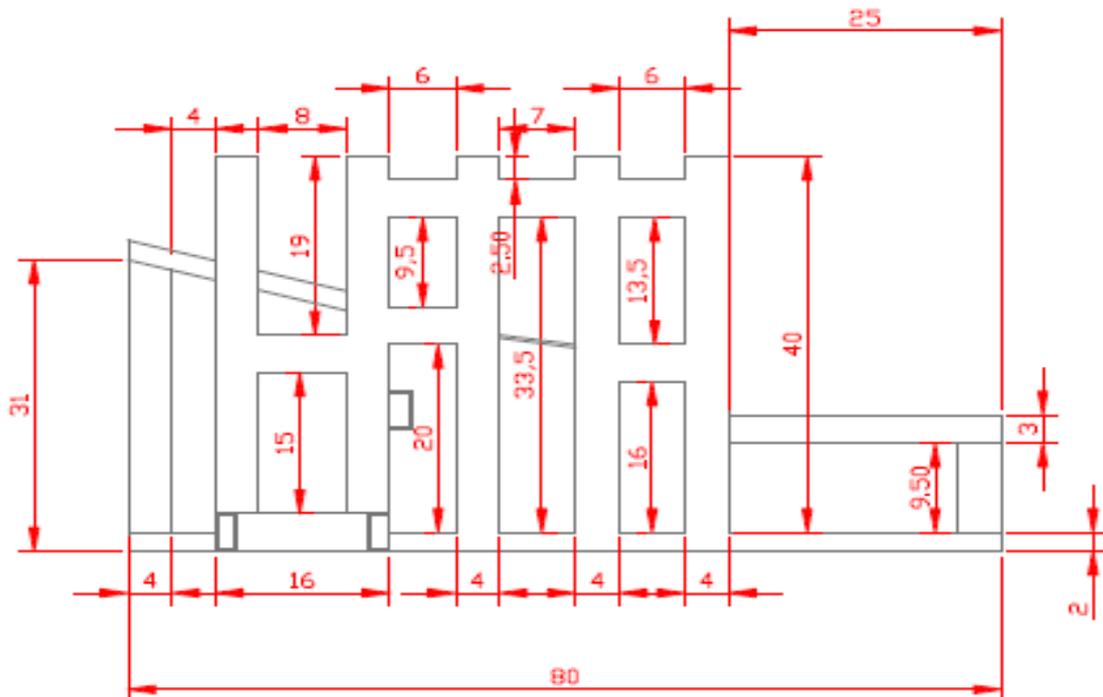


Figura 57 - Vista lateral da Seladora PGC.

APÊNDICE A – Trecho de Programação

