

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ELETROTÉCNICA**

**LUIZ FRANCISCO BATISTA SAMPAIO**

**LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE: MÓDULO  
DIDÁTICO PARA CONTROLE DE TEMPERATURA E NÍVEL EM  
LÍQUIDOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CORNÉLIO PROCÓPIO**

**2014**

**LUIZ FRANCISCO BATISTA SAMPAIO**

**LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE: MÓDULO  
DIDÁTICO PARA CONTROLE DE TEMPERATURA E NÍVEL EM  
LÍQUIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Tecnólogo em Eletrotécnica, a Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Me. Rafael Rodrigues da  
Silva

Coorientador: Prof. Me. Miguel Angel  
Chincaro Bernuy.

**CORNÉLIO PROCÓPIO**

**2014**

**LUIZ FRANCISCO BATISTA SAMPAIO**

**LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE: MÓDULO DIDÁTICO  
PARA CONTROLE DE TEMPERATURA E NÍVEL EM LÍQUIDOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado às **15:00 hs** do dia **14/02/2014** como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Eletrotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Me. RAFAEL RODRIGUES DA SILVA**

Professor Orientador

UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

---

**Me. CLOVIS RONALDO DA COSTA BENTO**

Professor Convidado

UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

---

**Dr. LUIZ MARCELO CHIESSE DA SILVA**

Professor Convidado

UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho à minha família, pelos  
momentos de ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Me. Miguel Angel Chincaro Bernuy e Prof. Me. Rafael Rodrigues da Silva, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Ao coordenador do curso Prof. Wagner Fontes Godoy por acreditar em minhas capacidades a permitir que retornasse ao curso, passados oito anos.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Em especial a minha mãe pelos joelhos calejados pelas orações diárias e a minha querida Tatiana companheira em todos os momentos.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Você não pode ensinar nada a um homem;  
você pode apenas ajudá-lo a encontrar a  
resposta dentro dele mesmo.”

Galileu Galilei

## RESUMO

SAMPAIO, Luiz Francisco Batista. **Laboratório de Automação e Controle: Módulo Didático para Controle de Temperatura e Nível em Líquidos.** 2014. p.68. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Eletrotécnica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2014.

O presente trabalho apresenta uma proposta envolvendo um módulo didático para práticas envolvendo estudos na área de Automação Industrial na UTFPR. A proposta modifica uma bancada didática existente no Laboratório de Automação e Controle, para um módulo didático que permita sua utilização sem a utilização de um CLP específico e sem a necessidade de uma instalação hidráulica de suporte.

A importância didática nas disciplinas dos cursos a nível técnico e de tecnologia justifica a pesquisa envolvendo mudanças em equipamentos didáticos existentes nos laboratórios. Após uma análise do módulo didático existente, descrita neste trabalho, constatou-se que havia várias oportunidades de melhoria que justificava um novo projeto.

**Palavras-chave:** Módulo Didático. Controle. Temperatura. Nível. Arco de Maguerez.

## **ABSTRACT**

Sampaio , Luiz Francisco Batista . **Laboratory Automation and Control** : Didactic Module to control temperature and level in liquids . 2014. p.68 . Completion of course work in Electrotechnical Technology - Federal Technological University of Paraná . Cornelius , 2014.

This work presented a proposal involving a didactic module for practices involving studies in Industrial Automation in UTFPR. The proposal modifies an existing didactic module in the Automation and Control laboratory, to a module which allows using without a specific PLC and without a hydraulic installation support.

The didactic importance in academic courses at the technical level and technology justify research involving changes in existing educational equipment in laboratories. After an analysis of existing educational module, which will be described in this work, it was found that there were several opportunities for improvement that warranted a new project.

**Keywords** : Didactic Module . Control. Temperature. Level . Arch Maguerez .



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Módulo Didático de Controle de Temperatura. ....	13
Figura 2 - Etapas do Arco de Maguerez. ....	19
Figura 3 – Protótipo.....	30
Figura 4 – <i>Graficet</i> do Controle de Nível em Malha Aberta.....	30
Figura 5 – Fluxograma do P&ID do Módulo Didático. ....	31
Figura 6 – Croqui do Módulo Didático. ....	32
Figura 7 – TQ-01: conexões de entrada e saída.....	33
Figura 8 – TQ-02: conexões de entrada e saída – Vista Superior. ....	34
Figura 9 – TQ-02: conexões de entrada e saída – Vista Frontal.....	34
Figura 10 – Painel de Controle do Módulo Didático.....	35
Figura 11 – Conexão do Circuito de Controle de Agitação. ....	36
Figura 12 – Conexão do Circuito do sensor de Nível. ....	37
Figura 13 – Conexão do Circuito do Sensor de Temperatura. ....	37
Figura 14 – Conexão do Circuito de Aquecimento. ....	38
Figura 15 – Vista Superior.....	38
Figura 16 – Vista Lateral. ....	39

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 PROBLEMA .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA .....	14
1.3 OBJETIVOS.....	15
1.3.1 Objetivo Geral.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 ATRIBUIÇÕES DE UM TECNÓLOGO .....	17
2.2 METODOLOGIA DE PESQUISA .....	18
2.3 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL .....	20
2.4 CONTROLE DE TEMPERATURA E CONTROLE DE NÍVEL.....	21
2.5 MÓDULO DIDÁTICO DE CONTROLE DE TEMPERATURA EM LÍQUIDO .....	22
<b>3 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>26</b>
3.1 OBSERVAÇÃO DA REALIDADE .....	26
3.2 PONTOS-CHAVES .....	26
3.3 TEORIZAÇÃO.....	27
3.4 HIPOTHESES DE SOLUÇÕES .....	28
3.4.1 Corrosão das Hastes do Sensor de Nível.....	28
3.4.2 Circuito de Aquecimento do Líquido.....	28
3.4.3 Vazamentos de Líquido.....	28
3.5 APLICAÇÃO À REALIDADE .....	29
3.5.1 Controle de Nível em Malha Aberta .....	29
3.5.2 Projeto do novo Leiaute .....	29
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
4.1 TRABALHOS FUTUROS.....	40
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO A - Manuais Técnicos.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO B - Características Físico-químicas da Vareta de Inox.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO C - Projeto Módulo Didático .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO D - Manual da Bomba d'água .....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde tempos antigos processos automatizados despertam o fascínio da humanidade. Segundo Nise (2004, p.4) e Dorf (2001 p. 3), o grego Tesibio (ou Ktesibios), por volta de 300 a.C. inventou um dispositivo para medir o tempo que utilizava um sistema de controle de nível de líquido com bóia para manter constante o escoamento da água. Dorf (2001, p. 21) apresenta uma simulação do relógio de Tesibio. Pouco tempo depois da época grega, Filón (ou Philon) de Bizancio, por volta de 250 a.C., utilizou um sistema de controle de nível de líquido para controlar o fluxo de azeite em sua lamparina. Herón de Alexandria, no século I, publicou um livro com título de Pneumática onde descreve vários sistemas de controle de líquidos.

No século XVII, Cornelis Drebbel, na Holanda, desenvolveu um sistema de controle de temperatura mecânico para sua incubadora de ovos. O aparato era formado por um frasco de álcool e com mercúrio juntamente com uma boia ligada a um regulador de chama, parte do aparato estava dentro da incubadora, conforme a variação da temperatura os líquidos expandiam e contraíam variando-se a posição da boia que controlava a intensidade da chama, realizando o controle da chama (Nise 2004, p.4).

Na segunda metade com século XVIII, surgiram os primeiros dispositivos de controle com realimentação (malha fechada): o regulador de nível com boia do russo I. Polzunov, que controlava o nível de água em caldeiras; e o regulador centrífugo do escocês James Watt utilizado no controle de velocidade no motor a vapor, que se auto ajustavam conforme o processo se realizava, sem a necessidade da supervisão constante.

Nos últimos anos, automação e controle de processos evoluiu consideravelmente com a utilização de computadores e de novos dispositivos e componentes eletrônico, possibilitando automatizar processos cada vez mais complexos e que envolve múltiplas variáveis. Nas indústrias grandes parcelas dos investimentos são aplicadas no desenvolvimento, aperfeiçoamento e implantação de sistemas automatizados visando uma maior eficiência e por consequência uma maior competitividade no mercado globalizado.

Segundo Nise (2004, p. 3) desenvolvemos sistemas de controle por quatro razões básicas:

1º)Ampliação de potência (força): utilizando um sistema de controle podemos movimentar grandes cargas realizando pequenos esforços, por exemplo quando

usamos um conjunto de polia para levantar cargas pesadas, ou plataformas giratórias que posicionam precisamente antenas, painéis solares ou telescópios.

2º) Controle remoto: sistemas controlados podem substituir o homem em atividades insalubres ou em locais remotos e hostis para vida. Nas plataformas espaciais, em estudos oceanográficos, em operações militares de espionagens, em operações de desarme de bombas são utilizados os *ROV's* (do inglês *Remotely Operated Vehicle*, Veículos Operados Remotamente) que operados a distância realizam trabalhos que de outra forma arriscaria a vida de um ser humano.

3º) Comodidade na forma como os dados são inseridos no sistema: em sistemas de controle existe uma facilidade na alteração dos dados de entrada, que permite controlar e ajustar o sistema. No condicionador de ar, a entrada de dados é inserida no sistema pela posição do termostato e a saída do sistema é o aumento ou a diminuição da temperatura, portanto, ao ajustar a posição do termostato obtemos a temperatura desejada.

4º) Compensação das perturbações que ocorrem nos processos: controlamos, comumente, variáveis envolvendo temperatura nos sistemas térmicos; posição e velocidades nos sistemas mecânicos, e; voltagem, corrente elétrica ou frequência em sistemas elétricos; sendo que estes sistemas podem sofrer constantes perturbações provenientes do meio ambiente, ou que ocorrem devido ao próprio processo, sendo assim o sistema de controle deve ser capaz de detectar a perturbação e realizar correções necessárias para que não prejudique o correto funcionamento do sistema.

A importância e dependência da automação ocasionou a criação de cursos para capacitar profissionais especializados na análise, elaboração, execução e manutenção de projetos de automação e controle.

Docentes das instituições de ensino que oferecem curso técnico e no curso de tecnologia, voltados para o ensino de automação e controle de processos, dedicam horas de planejamento visando a constante melhoria nas abordagens de ensino.

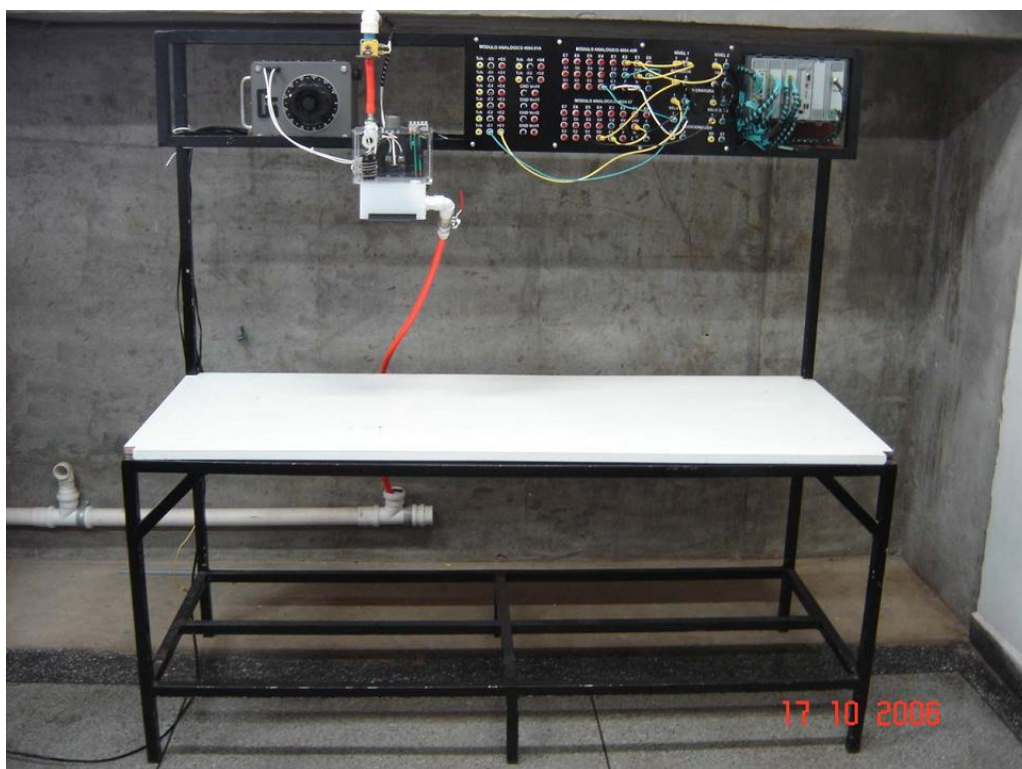
Os laboratórios didáticos apresentam uma importante função didática no ensino técnico e tecnológico, pois nestes locais que estão disponibilizados materiais, equipamentos, módulos e bancadas didáticas onde são realizados procedimentos práticos e construções de sistemas de controle. Nas aulas práticas o estudante aplica seus conhecimentos teóricos ao manusear equipamentos que simulam futuras experiências profissionais, além de realizar experimentos e coletar dados para posterior análise.

## 1.1 PROBLEMA

No contexto do ensino superior e profissional existe necessidade do docente planejar suas aulas e buscar novas metodologias de ensino visando o acúmulo de conhecimento teórico e prático. As atividades práticas nos laboratórios permitem apresentar aos estudantes um maior número de situações que represente as futuras atividades profissionais.

Aplicando a metodologia de pesquisa escolhido para este trabalho acadêmico, inicialmente realizou-se uma observação no Laboratório de Automação e Controle na Universidade Tecnológica Federal do Pará, unidade de Cornélio Procópio juntamente com uma conversa com o docente responsável pelo laboratório.

Realizado a análise do projeto original e relatos do docente obtemos algumas oportunidades de melhorias para a bancada, sendo considerado o estudo envolvendo o módulo didático de controle de temperatura em líquidos, desenvolvido pela tecnóloga Josiane de Souza (2006 e 2007) durante sua graduação e especialização, sendo que, atualmente, é utilizado como ferramenta didática nas aulas prática no laboratório. Na Figura 1 temos uma foto do módulo didático.



**Figura 1 - Módulo Didático de Controle de Temperatura.**  
Fonte: Bernuy e Souza (2.007, p.6)

Conforme relatado pelo docente, o módulo possui uma grande versatilidade didática onde pode ser utilizado em aulas envolvendo o controle de temperatura e de nível de líquidos, seja em práticas de controle de processos em malha aberta ou em processos em malha fechada, onde podem apresentar variáveis discretas e contínuas.

Entretanto apresenta algumas oportunidades de melhorias no aspecto operacional, como falta de dreno de segurança (popularmente chamado de “ladrão”) para caso ocorra

algum erro na leitura do nível o líquido não transborde sobre a bancada, e a corrosão das hastes de nível, ocasionado por eletrólise, prejudicando o controle do nível do líquido e que obriga o estudante a realizar uma limpeza nas hastes com material abrasivo antes de cada atividade.

O docente considera viável uma modificação no layout do módulo, com a troca de componentes, como por exemplo, o sistema de aquecimento (resistência elétrica) visando diminuir suas dimensões possibilitando sua utilização em outras bancadas didáticas.

Baseado nesta análise inicial observamos as seguintes oportunidades de melhorias para o projeto original:

- Construção de um protótipo para verificar a viabilidade na troca de componentes para diminuir as dimensões do módulo original.
- Incluir um dreno de segurança “ladrão” no reservatório;
- Estudo para corrigir ou amenizar a corrosão das hastes de controle de nível;
- Liberdade para realizar experimentos com diversos modelos de Controladores Lógicos (CLP's);
- Desenvolver um tanque reservatório e uma bomba para permitir a utilização do módulo em outros laboratórios, sem a necessidade do suporte de um sistema hidráulico;
- Execuções de teste para analisar se alterações realizadas afetam o desempenho do sistema de forma positiva ou de forma negativa.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O presente estudo propõe melhorias no aspecto operacional de um módulo didático, aplicando o conhecimento teórico e prático adquirido durante o curso de Tecnologia em Eletrotécnica, Modalidade de Automação e Controle de Processos Industriais.

O módulo apresenta uma considerável relevância para o contexto didático do curso por incluir experimentos de controle de nível e de temperatura, sendo estes controle comumente encontrado em diversos processos industriais.

A nova configuração do módulo não visa alterar as características e atividades didáticas desenvolvidas pela autora. A proposta é realizar algumas alterações no projeto original e inclui novas tecnologias que permite ao docente desenvolver e aplicar novas metodologias didáticas e expandir o número de experimentos.

A mobilidade da nova configuração do módulo não exige uma conexão com uma fonte de água, desta forma pode ser utilizado em diversos laboratórios sem que seja necessária uma instalação hidráulica específica ou a utilização de um determinado modelo de controlador lógico. No mesmo contexto temos uma comodidade em utilizar o módulo em feiras científicas onde os estudantes podem simular seus projetos de controle de uma forma diferenciada.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver, descrever e implementar alterações necessárias para atualizar a Bancada com Módulo Didático de Controle de Temperatura em Líquidos utilizado nas aulas práticas no Laboratório de Automação e Controle da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, unidade de Cornélio Procópio, para um Módulo de Controle de Temperatura e Nível de Líquidos que pode ser utilizado em outros laboratórios e com outros modelos de controlador lógico.

Observe que o trabalho acadêmico não tem como objetivo modificar a parte de instrumentação, mas sim a parte estrutural, de forma que se pode utilizar o módulo da mesma maneira que se utilizava anteriormente, utilizando as mesmas atividades com o mínimo de alterações.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

O presente trabalho acadêmico tem como objetivos:

- Aplicar o conhecimento adquiridos durante os estudos para contribuir com a Instituição de Ensino na melhoria dos equipamentos didáticos utilizados nas aulas práticas;
- Pesquisar circuitos visando melhorias para a bancada didática;
- Desenvolver os desenhos necessários para que as alterações propostas sejam reproduzidas posteriormente em outros módulos caso seja aprovado pelos docentes;
- Construção de um protótipo com as alterações para a avaliação dos docentes;
- Realizar alterações na lista de experimentos originais, conforme o novo layout;
- Analisar se as alterações realizadas afetam o desempenho do módulo didático;
- Analisar e avaliar sobre a viabilidade da utilização, pelo tecnólogo, da Metodologia do Arco de Maguerez nas atividades profissionais.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ATRIBUIÇÕES DE UM TECNÓLOGO

O trabalho acadêmico fundamenta-se nas atribuições de um tecnólogo. Segundo o parágrafo único do terceiro artigo da Resolução nº313 de 26 de setembro de 1986 do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea) o tecnólogo sobre a supervisão de um Engenheiro tem a possibilidade de realizar produções técnicas especializadas. O quarto artigo da mesma resolução permite que o tecnólogo exerça atividades nas áreas de ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaios e divulgação técnica.

O estudo realizado por Zakon (2003, p.11) apresenta algumas funções que um tecnólogo:

- Habilitado a aplicar os métodos e os conhecimentos científicos e tecnológicos em combinação com sua destreza manual, para a solução de problemas de Engenharia;
- Sua atividade visará aplicar métodos e conhecimentos consagrados (conhecidos), normalmente não abrangendo o desenvolvimento de novos princípios e métodos;
- Sua formação deverá ter exercitado aptidões para o desempenho de tarefas técnicas, como por exemplo, o desenho;
- Sua atuação é de apoio à execução de dos projetos e à operação dos sistemas de engenharia, independentemente de desempenhar ou não suas atividades sob a supervisão imediata de profissional da área de Engenharia de outra categoria;
- Deverá ter adquirido conhecimento profundo das matérias de formação profissional específica e restritas a área bem delimitada de sua atuação.

Em outro estudo realizado por Zakon (2003, p.10) apresenta alguns trabalhos acadêmicos que um tecnólogo pode realizar para receber seu diploma:

O Parecer CNE/CES 436/2001 sugeriu que: para a concessão de diploma poderia ser opcional a apresentação de trabalho de conclusão de curso, podendo ser desenvolvido sob a forma de Monografia, Projeto, Análise de Casos, Performance, Produção Artística, Desenvolvimento de Instrumentos, Equipamentos, Protótipos, entre outros, de acordo com a natureza da área profissional e os fins do curso. (O item “Projeto” foi posteriormente retirado pelo CNE/CES).

## 2.2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Considerou-se a utilização da metodologia de pesquisa da Teoria do Arco de Maguerez, pelo fato de modificar algum aspecto na realidade estudada. Desta forma esta metodologia pode ser aplicada pelo tecnólogo na sua atuação profissional.

Segundo Bordenave e Pereira (1991, p.10):

Uma pessoa só conhece bem algo quando o transforma, transformando-se ela também no processo.

A solução de problemas implica na participação ativa e no diálogo constante entre alunos e professores. A aprendizagem é concebida como a resposta natural do aluno ao desafio de uma situação problema.

A aprendizagem torna-se uma pesquisa em que o aluno passa de uma visão “sincrética” ou global do problema a uma visão “analítica” do mesmo – através de sua teorização – para chegar a uma “síntese” provisória, que equivale à compreensão. Desta apreensão ampla e profunda da estrutura do problema e de suas consequências nascem “hipóteses de solução” que obrigam a uma seleção das soluções mais viáveis. A síntese tem continuidade na praxis, isto é, na atividade transformadora da realidade.

A metodologia diferencia das outras pelo fato de existir uma aplicação visando a mudança na realidade, possuindo assim um aspecto ativo, conforme Siqueira e Berbel (2006):

Essa metodologia converge para uma educação problematizadora ou libertadora, pois fustiga a passividade do aluno e propõe a transformação. Uma transformação mínima diz respeito à posição do aluno, porquanto ele se torna sujeito de sua aprendizagem. Isto poderá acarretar uma transformação social, visto que, o aluno, transformando-se, também pode influir sobre a realidade que o cerca.

O problema deve ser levantado da realidade próxima do indivíduo, por meio da observação, pela qual se ativa o potencial intelectual do aluno.

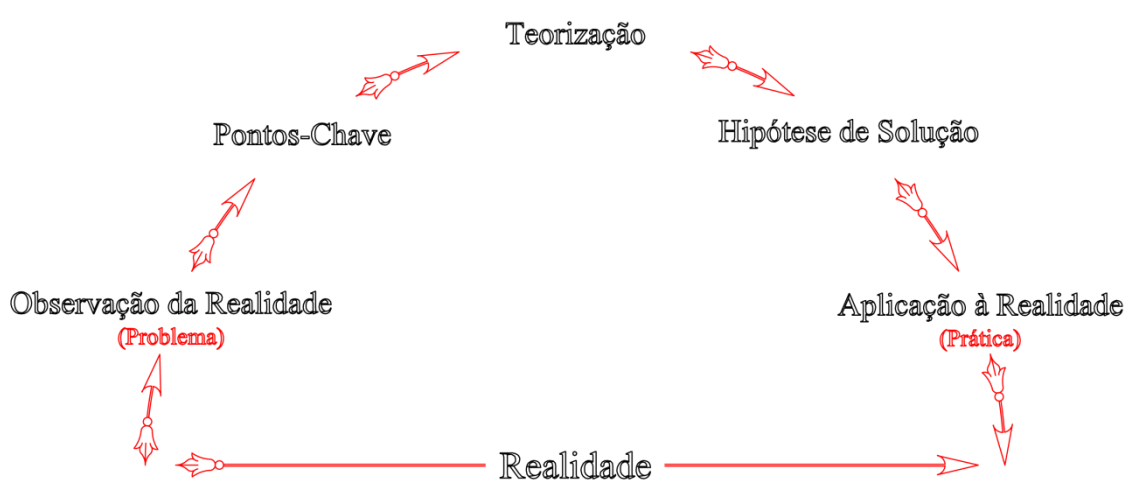
As pesquisadoras Colombo e Berbel, observaram a mesma característica desta metodologia em que o pesquisar atua ativamente na realidade do problema.

Sendo assim, a Metodologia da Problematização diferencia-se de outras metodologias de mesmo fim, e consiste em problematizar a realidade, em virtude da peculiaridade processual que possui, ou seja, seus pontos de partida e de chegada; efetiva-se através da aplicação à realidade na qual se observou o problema, ao retornar posteriormente a esta mesma realidade, mas com novas informações e conhecimentos, visando à transformação (Colombo e Berbel, 2.007).

Da mesma forma a aplicação da Metodologia do Arco do Magueréz (Metodologia da Problematização) orienta o tecnólogo na aquisição de novos conhecimentos para corrigir ou amenizar determinados problemas que possam ocorrer nas suas atividades cotidianas.

Segundo Betel (apud Santos (col.),2.012, p.3) “em síntese, trata-se de uma oportunidade de aprendizagem efetiva, no contato e no confronto o mais direto possível com a realidade, onde a ação humana ou os fenômenos da natureza ocorrem concretamente”.

A Teoria do Arco de Magueréz é composta por cinco etapas e podemos compreender melhor a sequencia de cada etapa visualizando a Figura 2.



**Figura 2 - Etapas do Arco de Magueréz.**  
**Fonte: Bordenave e Pereira, 1.991, p.10.**

Na primeira etapa, Observação da Realidade, o pesquisador analisa e observa a realidade na qual está pesquisando. A realidade refere-se às práticas realizadas no Laboratório de Automação e Controle. No local, a observação concentrou-se nos instrumentos didáticos, no *layout* do ambiente e com uma conversa com o docente que realiza a maioria das atividades no laboratório, tendo como intuito principal determinar detalhes ou problemas que prejudiquem de alguma maneira no funcionamento de equipamento, na execução das aulas práticas e/ou no processo de ensino-aprendizado.

Da observação inicial e com o consentimento do docente decidiu-se realizar um estudo propondo algumas alterações no módulo didático de controle de temperatura em líquidos, que, atualmente, apresenta alguns problemas de ordem operacional causando alguns transtornos na realização de experimentos durante as aulas práticas.

Na segunda etapa, Pontos-Chave, o pesquisador realiza uma reflexão a respeito do problema, identificando os fatores associados ou causadores do problema. Nesta fase do

estudo o docente relata que durante determinados procedimentos ocorrem determinados erros gerando atrasos e insatisfações e frustrações por parte de alguns alunos que não conseguem realizar os procedimentos conforme solicitado pela comanda da atividade..

Na terceira etapa, Teorização, o pesquisador determina a forma de estudo e coleta de dados de cada ponto-chave, por meio de procedimentos e instrumentos adequados. As informações e dados sofrem um processo de análise e discussão, visando uma conclusão que seja a solução ou parte da solução do problema.

Nesta etapa inicia-se o estudo consultando os trabalhos que originaram o módulo para compreender os princípios de funcionamento e assim detectar possíveis causas de problemas. Posteriormente a consulta de outros artigos e literatura técnica sobre sistemas similares permite ampliar a compreensão do problema e identificar alternativas de solução. A consulta de docentes e técnicos visa complementar e orientar a pesquisa teórica.

Na quarta etapa, Hipótese de Solução, as análises e discussões da Teorização possibilitam uma nova reflexão do problema que possibilitam que o pesquisador determine hipóteses para solução do problema. As hipóteses passam por um critério de seleção para se determinar sua viabilidade na prática. O pesquisador deve estar ciente de que as hipóteses geradas devem ser postas em prática, de forma que a realidade seja modificada de alguma forma.

Na quinta etapa, Aplicação à Realidade, o pesquisador planeja quais ações necessárias para a aplicação da hipótese escolhida como solução do problema, realizando uma análise criteriosa dos resultados obtidos, verificando a modificação ou ausência de modificação na realidade na qual o problema está inserido.

### 2.3 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

O durante o processo de modernização dos processos industriais surgiu o conceito de automação (que neste trabalho acadêmico está relacionada a instrumentação sendo um sinônimo de controle de processos), que está relacionado a mecanização de determinado processo, onde o papel de atuação física do homem em determinado processo passa a ser realizado por uma máquina, cabendo ao homem um papel de supervisão no processo.

Vemos que uma dos objetivos da automação é de controlar os materiais e os fenômenos naturais buscando o bem da humanidade. Ribeiro conceitua automação da seguinte forma:

Automação é a substituição do trabalho humano ou animal por máquina. Automação é a operação de máquina ou de sistema automaticamente ou por controle remoto, com a mínima interferência do operador humano. Automação é o controle de processos automáticos. Automático significa ter um mecanismo de atuação própria, que faça uma ação requerida em tempo determinado ou em resposta a certas condições. O conceito de automação varia com o ambiente e experiência da pessoa envolvida (Ribeiro, 2001, p.1.1)

Para controlar um processo utilizam-se diversos componentes interconectados com os quais se busca uma resposta desejada, temos então um sistema de controle. Na automação temos dois tipos de sistema de controle: sistema de controle em malha aberta e sistema de controle em malha fechada.

Segundo Ogata (2010, p.3), Nise (2004, p.11), Gaviño (2010, p.5), no sistema de controle em malha aberta utiliza-se um dispositivo de atuação para controlar o processo diretamente sem que se utilize uma realimentação, desta forma o ação de controle independe da saída do sistema de controle, no geral utiliza-se um regulador ou um atuador para obter-se a resposta desejada, sendo que a sensibilidade do sistema é condicionada aos ajustes realizados no regulador ou no atuador.

Segundo Dorf (2005, p.2) e Gaviño (2010, p.5), no sistema de controle em malha fechada temos o controle influenciado por um sinal enviado pela saída do sistema. O sistema utiliza um sensor na saída para que se possa realizar uma comparação durante o processo visando uma estabilidade.

## 2.4 CONTROLE DE TEMPERATURA E CONTROLE DE NÍVEL

Atualmente o controle de temperatura e de nível de líquidos é algo corriqueiro nas indústrias. Segundo Ordaz (2006), o controle de temperatura é importante para indústria por permitir o controle do estado físico da substância que se encontra no processo. A temperatura é uma variável de grande importância na indústria, esta é empregada para detectar as mudanças no estado físico (fases) que apresentam as substâncias que interagem em um processo. Esta mudança ocorre mediante o ganho ou perda de calor e se mede, registra e

principalmente controla-se para obter o resultado desejado no final do processo (Ordaz, 2006 p.63).

Segundo os autores Smith (1991, p.663) e Creus (2009, p.110), a temperatura é utilizada no controle devido ao fato de que quase todos os fenômenos físicos sofrem alterações devido a variações térmicas.

O controle de nível tem sua importância em diversas etapas do processo industrial, como cita Ordaz (2006). A aferição da medida de nível é importante nas indústrias sendo indispensáveis em alguns casos. O sensor de nível pode em alguns casos atuar como regulador, indicador ou mesmo como controladores (Ordaz, 2006 p.241).

Segundo Silva (2002, p.43), o controle de nível requer algumas considerações:

A medição de nível, embora tenha conceituação simples, requer por vezes artifícios e técnicas apuradas.

O nível é uma variável importante na indústria não somente para a operação do próprio processo, mas também para fins de cálculo de custo e de inventário. Os sistemas de medição de nível variam em complexidade desde simples visores para leituras locais até indicação remota, registro ou controle automático.

As considerações destes autores demonstram a importância do estudo deste tipo de processo, nos cursos que envolvem controle de processos industriais.

## 2.5 MÓDULO DIDÁTICO DE CONTROLE DE TEMPERATURA EM LÍQUIDO

A utilização de módulos, de plantas e de bancada didáticas tem uma importante função no ensino profissional voltado para a automação e controle de processos. A abordagem de ensino permite ao estudante colocar em prática, de forma supervisionada, seus conhecimentos teóricos, uma pesquisa nos artigos do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia(COBENGE) observa-se diversos estudos envolvendo a construção e utilização de variados equipamentos didáticos voltados para o ensino, e mesmo pesquisas propondo novos processos de ensino-aprendizagem por meio de laboratórios.

A importância da utilização de módulos didáticos é citada no artigo de Rothe-Neves (2004):

(...) quando atividades laboratoriais são desenvolvidas apenas na forma de simulações, impossibilitam que o aluno tenha acesso ou que tome conhecimento de

problemas inerentes a sistemas reais. Em ambos os casos, o uso de protótipos didáticos facilita o processo de aprendizagem, pois o conceito teórico é aplicado a uma situação prática real, visível aos alunos, permitindo que estes façam associações entre a teoria e a prática, conforme argumenta CUNHA et al (2000).

O estudo inicia-se efetivamente consultando as monografias: “*Módulo Didático de Controle de Temperatura em Líquidos*” e “*Bancada Didática com CLP ATOS e Supervisório E3*”, respectivamente, trabalhos acadêmicos de graduação e de especialização da tecnóloga Josiane de Souza. O estudo de Souza gerou uma bancada didática que atualmente é utilizada no Laboratório de Automação e Controle.

Segundo Bernuy e Souza (2007, p.3) a parte física do módulo didático apresenta as seguintes características:

A Bancada Didática possui um CLP ATOS da série modular MPC4004R. Deste CLP foram utilizados apenas o módulo digital 4004.57, o módulo digital e CPU 4004.09R, o módulo analógico 4004.61/A e o módulo de alimentação 4004.40R. Além destes módulos foi construído um reservatório de 10cm x 10cm x 15 cm para abrigar o processo, que é um reservatório com sensores de nível e temperatura, um agitador e um resistência de aquecimento.

Para realizar as conexões dos módulos do CLP e do processo, foi confeccionada uma placa de contatos em acrílico. Nesta placa estão distribuídos os contatos dos módulos do CLP necessários para execução do processo, que são: módulo analógico 4004.61/A, módulo digital 4004.57 e módulo digital e CPU 4004.09R.

Além destes também estão na placa os contatos dos sensores de nível e temperatura, agitador, TRIAC e válvula solenoide. O Módulo também possui um variador de tensão, utilizado para acionar a chave estática com uma tensão de 35V.

Na parte de softwares, Bernuy e Souza (2007, p.3) utilizou a versão demo do software Elipse SCADA para construção da tela de monitoramento e o software WinSUP2 para a edição de diagramas *ladder* e configuração do Controlador Lógico Programável (CLP).

O software realiza a interface homem - máquina, conforme Souza (2006, p.77) “a supervisão das aplicações do CLP é feita através do programa Elipse SCADA, isto permite que o usuário supervisione e acompanhe todo o desenvolvimento do processo proposto.”

Em seu trabalho, Souza (2006, p.80) fornece uma lista com cinco experimentos didáticos: Experimento 1 – Controle de Nível em Malha Aberta; Experimento 2: Controle de Temperatura em Malha Aberta; Experimento 3: Controle de Nível em Malha Fechada; Experimento 4: Controle de Temperatura em Malha Fechada, e Experimento 5: Controle de Sistema Híbrido. Os primeiros experimentos abordam, separadamente, conceitos de malha aberta e malha fechada no controle de temperatura e de nível. O quinto experimento coloca o aluno a frente de um controle em malha fechada envolvendo simultaneamente controle de nível e temperatura.

A metodologia aplicada nesta sequência de experimentos visa permitir ao estudante reforçar seu conhecimento adquiridos nas aulas teóricas por meio de atividades laboratoriais. Conforme Sousa:

O aspecto mais interessante na utilização da metodologia está na organização das práticas que permite uma maior flexibilidade de conteúdo. Ou seja, é possível trabalhar com conteúdos de Lógica Combinacional, Lógica Sequencial, Identificação de Sistemas, Projeto de Controladores PID e Controle Híbrido (variáveis contínuas e discretas).

(...)

A metodologia determina a conduta especificados alunos e do professor. No caso deste trabalho foi possível visualizar uma gama de opções que podem ser trabalhadas posteriormente nas disciplinas, tais como elaboração de projetos abertos (fora do Módulo) e integrados (que se conectem com outros sistemas)(Sousa ,2.006, p. 83).

Na pesquisa de graduação, Souza (2006, p.84) em suas considerações finais, indica algumas alterações no projeto:

A quantidade de experimentos que podem ser criados depende de poucas adaptações de sensores e atuadores, a seguir são relacionados algumas sugestões que podem ser realizadas neste sentido:

- Substituir a Válvula de Saída (Manual), por uma Eletro-válvula;
- Instalação de um Posicionador de Válvula acoplado à Válvula de Entrada, para permitir a abertura intermediária deste válvula;
- Medição e controle contínua de nível, utilizando um sensor apropriado para tal medição;
- Medição de vazão;
- Substituir o variador de tensão por um transformador de 24V/2A;
- Implementar a comunicação Profibus.

Na pesquisa da especialização, Souza descreve sobre a causa e sugere uma possível solução para o melhoria na corrosão do sensor de nível:

Atualmente os sensores de nível são varetas de metal e seu principio de funcionamento se baseia na condução iônica de liquido, a corrente elétrica que circula por eles causa um efeito de eletrólise, conseqüentemente ocorre a oxidação imediata das varetas prejudicando o seu correto funcionamento ao longo do tempo.

A melhoria sugerida para este problema é a inserção de um circuito eletrônico comparador, a fim de reduzir a corrente elétrica que circula nos sensores de nível. (Souza, 2.007, p. 89)

Segundo Júnior (2.003, p. 99) “*em muitas situações práticas surge a necessidade de se comparar dois sinais entre si, de tal sorte que um desses sinais seja uma referência preestabelecida pelo projetista*”, sendo nestes casos utilizados circuitos eletrônicos denominados comparadores. O mesmo autor cita que estes circuitos são aplicados em controle



de nível, atuando no ajuste de tensão para o sistema de controle, conforme o nível do líquido no reservatório.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Seguindo as etapas da metodologia de pesquisa do Arco de Maguerez, obtemos o desenvolvimento da pesquisa.

#### 3.1 OBSERVAÇÃO DA REALIDADE

A realidade observada neste trabalho é a que se encontra inserida nas atividades realizada no Laboratório de Automação e Controle. A etapa iniciou-se como uma conversa, nos moldes de uma visita técnica, como o professor responsável pelo laboratório, que na época tratava-se do professor Me. Miguel Angel Chincaro Bernuy.

A visita técnica possibilitou conhecer a rotina do laboratório, os equipamentos didáticos e as ferramentas disponíveis para os alunos e identificar possíveis oportunidades para pesquisa de melhorias. O docente mostrou interesse na pesquisa de melhorias envolvendo a bancada didática que possui um módulo didático de controle de temperatura em líquido, portanto, neste primeiro momento considerou-se uma proposta para uma pesquisa visando melhorias no processo e na estrutura da bancada didática utilizada no laboratório.

Uma segunda conversa envolveu o professor Me. Rafael Rodrigues da Silva, que utiliza regularmente o laboratório em suas aulas. Da mesma forma houve um interesse por parte do docente em propor um estudo com o propósito de utilizar o módulo em outros laboratórios, acrescentando um reservatório para o líquido que é utilizado durante as práticas.

Encerrando esta etapa considerando, se possível, pesquisar e propor melhorias e atualizações para a bancada didática, obtendo dados importantes para iniciar-se o estudo, como a identificação dos setores da bancada ou do processo de utilização que possibilite realizar melhorias.

#### 3.2 PONTOS-CHAVES

A realidade observada, obtemos alguns oportunidades para estudos visando melhorias relacionados à utilização da bancada didática:

- Corrosão dos eletrodos do controle de nível;
- O módulo é fixo a bancada, no qual existe um modelo de controlador lógico programável da mesma forma fixo em um painel volumoso, que causa dificuldade em se utilizar outros modelos de controladores.
- A resistência elétrica de aquecimento, que atualmente é constituído por uma resistência de chuveiro elétrico, apresenta constantes avarias;
- O variador de tensão é volumoso;
- Utilização do módulo em outros laboratórios, com outros modelos de controladores lógicos.

### 3.3 TEORIZAÇÃO

Refletindo sobre o que se observou na etapa anterior e com o auxílio dos orientadores identifica-se as possíveis causas:

- A corrosão dos eletrodos do sensor de nível está relacionada com a eletrólise, sendo uma reação química;
- Para possibilitar a utilização do módulo em conjunto com outros modelos de controladores lógicos e em outros laboratórios é necessária uma reestruturação física do módulo didático, com o acréscimo de um tanque reservatório e uma bomba d'água para impulsionar o líquido pelo sistema;
- Os demais problemas apresentados solucionam-se modificando algum equipamento por outro, e realizando testes para verificar a melhoria para o sistema.

A pesquisa então busca meios para obter melhorias para o sistema. Inicialmente a busca se concentra nos trabalhos acadêmicos que geram a atual configuração da bancada, visando obter considerações e análises realizados durante a pesquisa pelo próprio autor do

projeto. No acervo da instituição apresenta algumas pesquisas relacionadas ao modulo, sendo consultadas visando o mesmo objetivo.

### 3.4 HIPOTHESES DE SOLUÇÕES

A análise dos dados obtidos da pesquisa até o presente momento permite considerar algumas soluções.

#### 3.4.1 Corrosão das Hastes do Sensor de Nível

A solução proposta para solucionar a corrosão do sensor de nível é a troca dos atuais eletrodos de cobre recobertos com uma camada de solda estanho para eletrodos de inox. Na pesquisa consideramos a utilização de uma vareta de inox para solda tipo TIG construída de AISI 316L de diâmetro de 2,0 mm para atuar como eletrodo no sensor de nível, devido a sua alta resistência a corrosão.

No Anexo A (p.44) temos os manuais técnico de um modelo de chave de nível condutiva e de um sensor de nível condutivo cujos eletrodos são de inox e apresentam características de funcionamento semelhantes ao funcionamento do sensor de nível do módulo didático, justificando a escolha deste material para a construção dos novos eletrodos, e no Anexo B (p.48) temos as características de uma vareta de inox AISI 316L.

#### 3.4.2 Circuito de Aquecimento do Líquido

A solução proposta para solucionar as avarias na resistência utilizada no aquecimento do liquido no tanque é o da troca da resistência do chuveiro, por um aquecedor de água elétrico, popularmente chamado de “rabo quente”, com a potência de 500 W e tensão de 220 V.

O variador de tensão é parte do circuito de aquecimento e apresentar dimensões que tornam seu manuseio incomodo, considera-se a troca por um transformador de 70 V.

#### 3.4.3 Vazamentos de Líquido

A solução proposta para solucionar possíveis vazamentos durante os procedimentos ocasionados por erros no processo de controle de nível ou por erros na programação é o acréscimo de um dreno de segurança localizado na mesma altura da entrada de líquido, em caso de erros a água excedente é direcionada diretamente ao sistema de esgoto evitando os vazamentos.

O dreno é composto por conexões de PVC roscadas de diâmetro de 1/2", sendo um niple, uma luva, um joelho de 90° e um espigão (*vide* Anexo C p.52).

### 3.5 APLICAÇÃO À REALIDADE

A hipótese de solução gerou um protótipo (*vide* Figura 3) utilizando como base um dos módulos didáticos presente no Laboratório de Automação e Controle. A disposição dos componentes que formam o protótipo segue as dimensões próximas daquelas indicadas no projeto, buscando verificar possíveis erros.

Mesmo considerando-se o fato de que o sistema de controle apresenta apenas algumas alterações em relação ao projeto inicial, existe a necessidade de um experimento para observar as modificações proposta.

O experimento constituiu-se de um controle de nível em malha aberta, utilizando como suporte o Kit Didático XC-103 que utiliza o CLP S7-300.

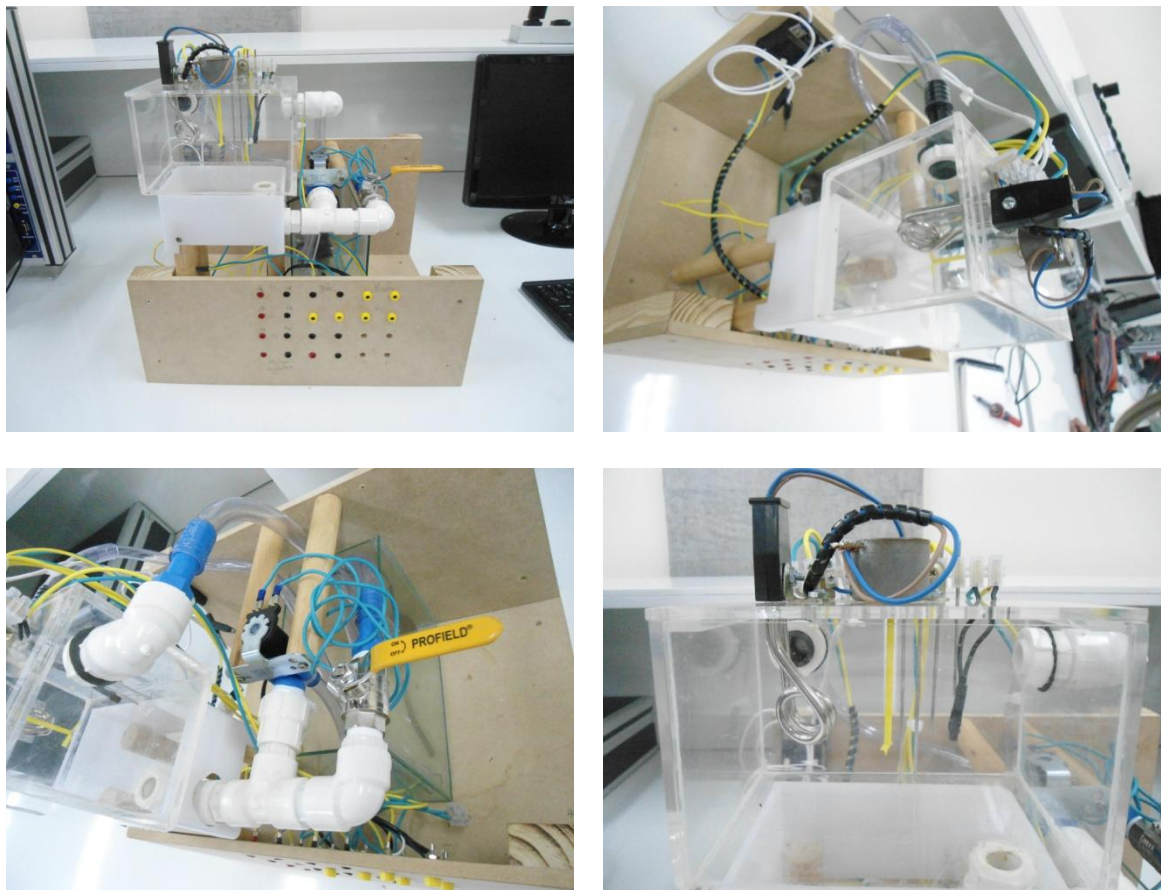
#### 3.5.1 Controle de Nível em Malha Aberta

O experimento tem como o objetivo se simular a seguinte situação: ao apertar uma botoeira (B1) o controle verifica se o tanque está vazio, ou seja, se o sensor de nível baixo N0 não está indicando a presença de líquido no tanque, em caso afirmativo, o a válvula V2 é acionada, para drenar o líquido.

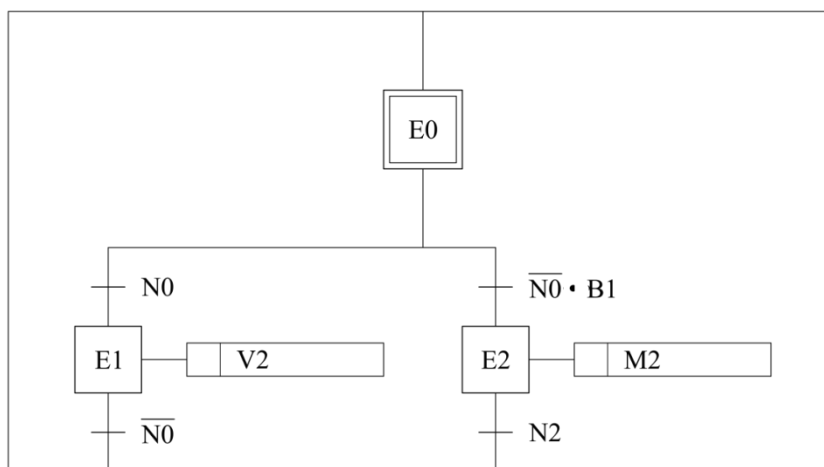
Quando o controle tiver receber o sinal de tanque vazio, a bomba d'água (M2) é acionada, enchendo o tanque até o nível N2. O *graficet* deste processo pode ser observado na Figura 4.

#### 3.5.2 Projeto do novo Leiaute

A montagem do protótipo e execução do teste permitiu obter dados para o desenvolvimento de um projeto propondo um novo leiaute para o módulo didático.



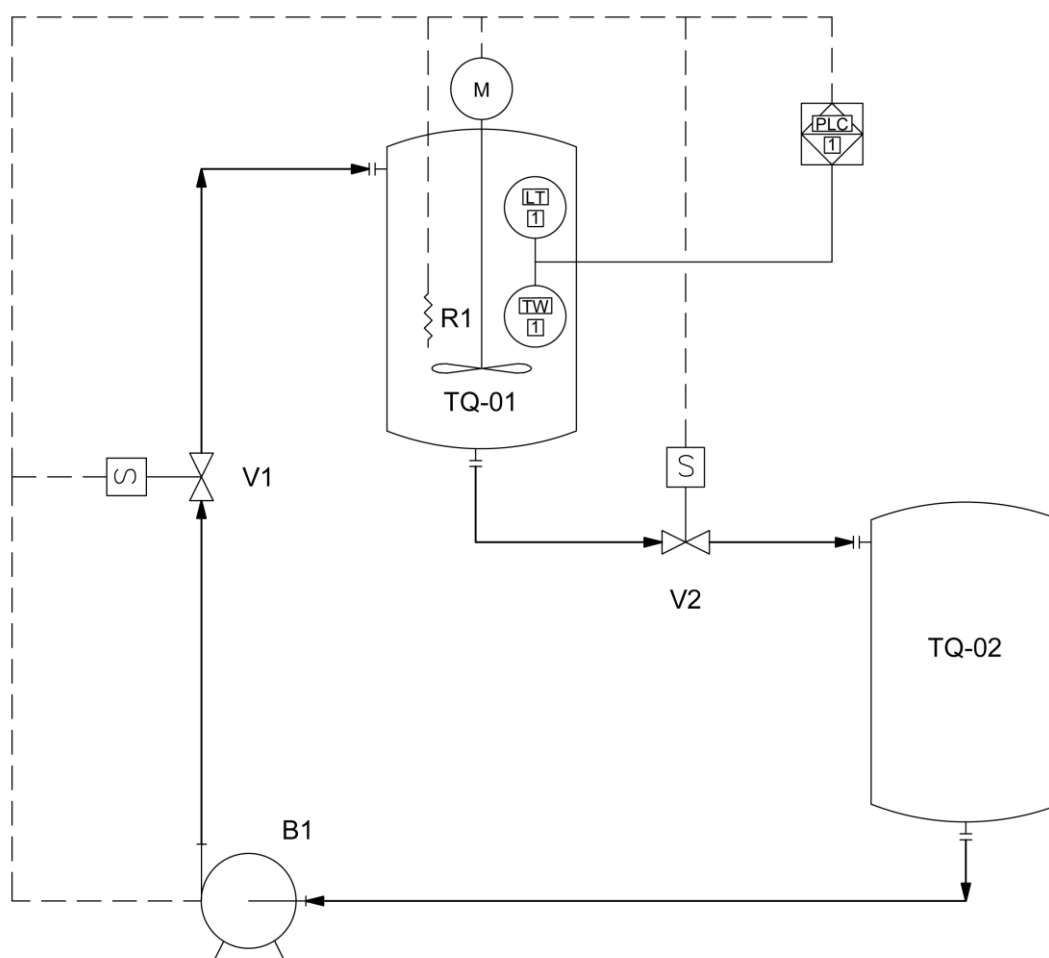
**Figura 3 – Protótipo.**  
Fonte: Autoria Própria.



**Figura 4 – Gráficet do Controle de Nível em Malha Aberta.**  
Fonte: Autoria Própria.

O projeto apresenta como principal característica a de permitir sua utilização do módulo didático em outros laboratórios sem depender de um modelo de CLP específico e sem a necessidade da instalação de um sistema hidráulico de suporte.

O módulo didático permite simular os processos envolvendo o controle de nível de líquido e o controle de aquecimento em líquido em um tanque. Na Figura 5 temos um fluxograma do processo.

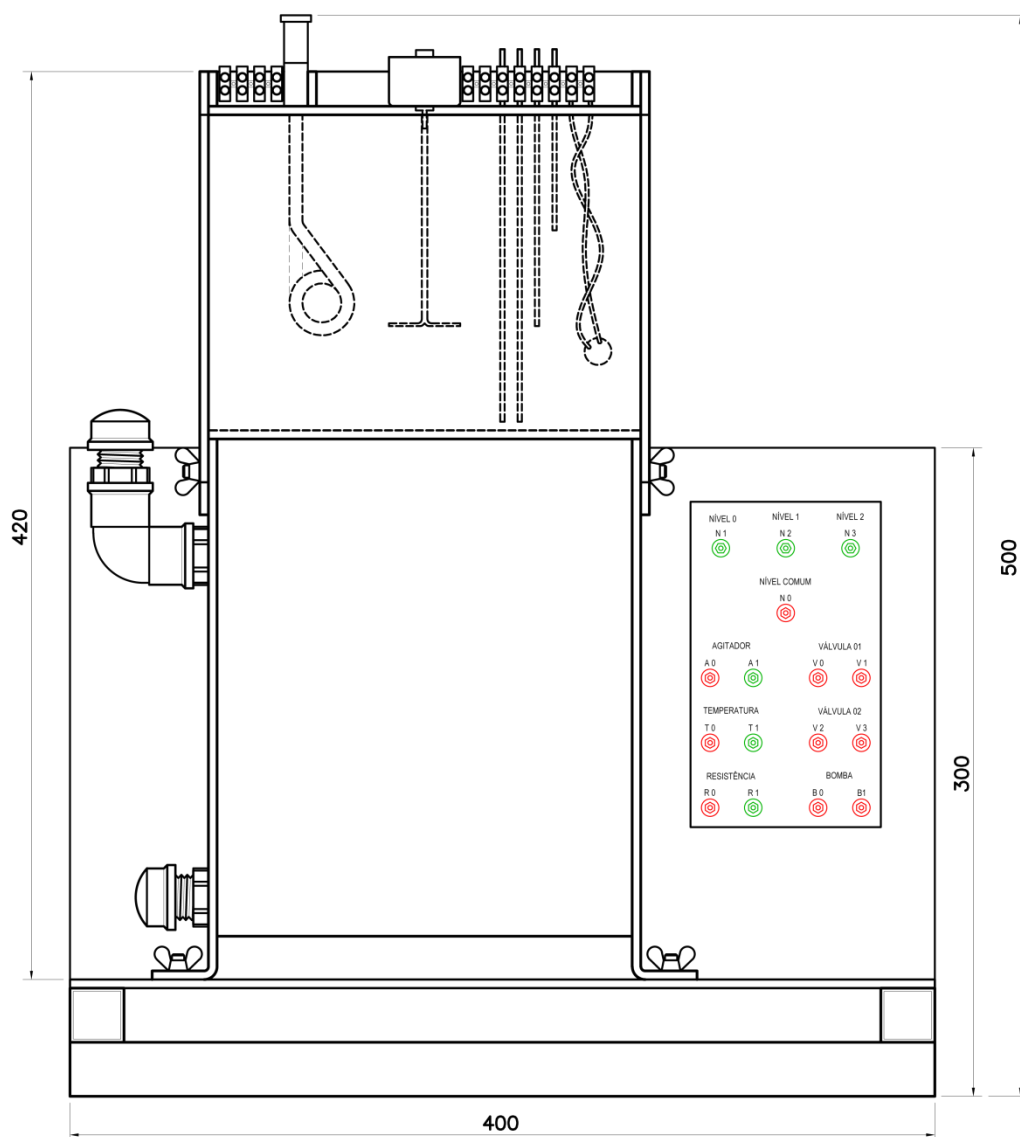


**Figura 5 – Fluxograma do P&ID do Módulo Didático.  
Norma ISA 5.1. Fonte: Autoria Própria.**

A instalação hidráulica de suporte foi substituída por um reservatório (TQ-02) para armazenar o líquido utilizado no processo e por uma bomba d'água (B1) para impulsionar o líquido pelo sistema. Na Figura 6 apresenta um croqui do projeto.

O Tanque TQ-01 (*vide* Anexo C p.50 e p.51), onde são visualizados os processos, apresenta uma forma retangular, com volume de 0,00268 m<sup>3</sup> (2,68 litros), entretanto o processo utiliza cerca de 0,00165 m<sup>3</sup> (1,65 litros), confeccionado totalmente em acrílico

transparente. No costado do tanque apresenta as conexões para a entrada, para a saída e para o sistema de segurança (para evitar que o tanque transborde), na saída do líquido temos uma válvula solenoide que drena o líquido para o reservatório. Na Figura 7, podemos observar detalhes construtivos das conexões.

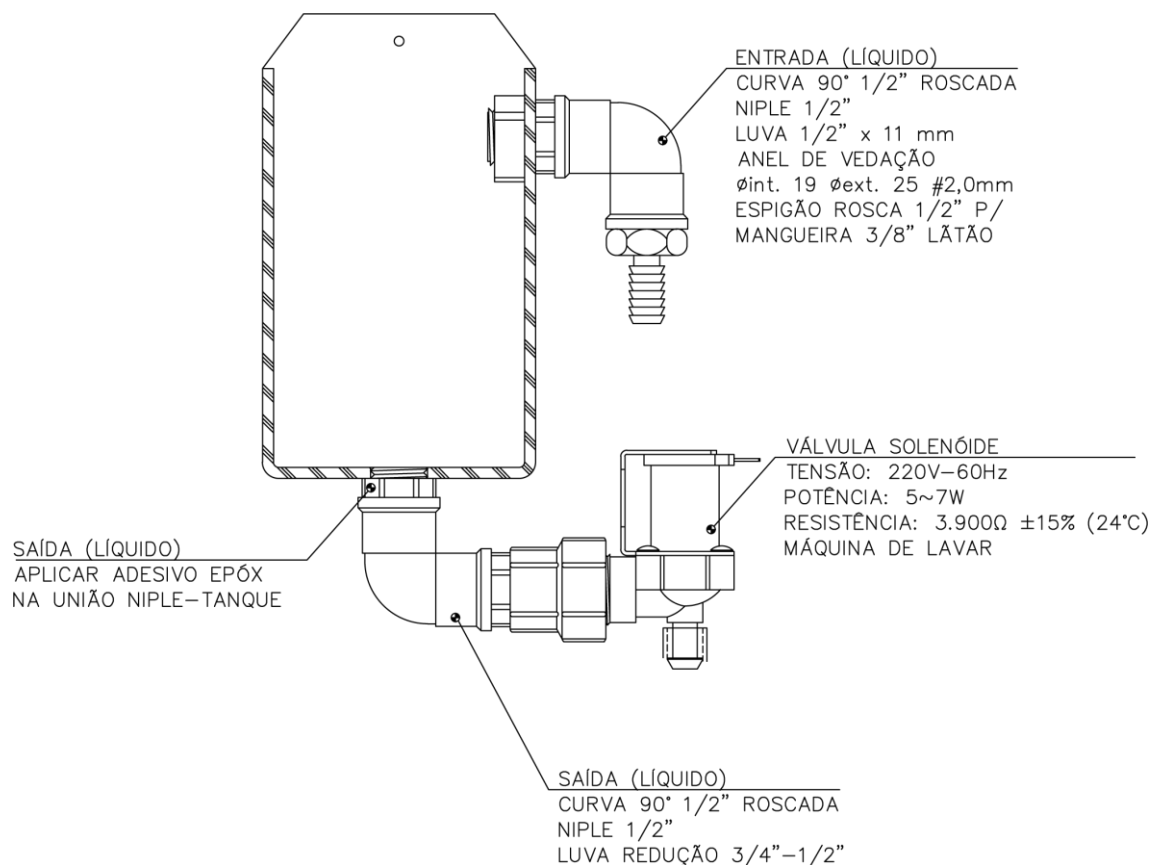


**Figura 6 – Croqui do Módulo Didático.**  
Fonte: Autoria Própria.

No tanque TQ-01 é colocado um tampo (*vide* Anexo C p.53 e p.54) no qual são posicionados e fixados os sensores de temperatura e de nível, além do elemento responsável pelo aquecimento do líquido no tanque. O tampo é fixado por meio de parafusos com sextavado interno (“tipo allen”) sem cabeça M4x10 de inox para evitar a corrosão.



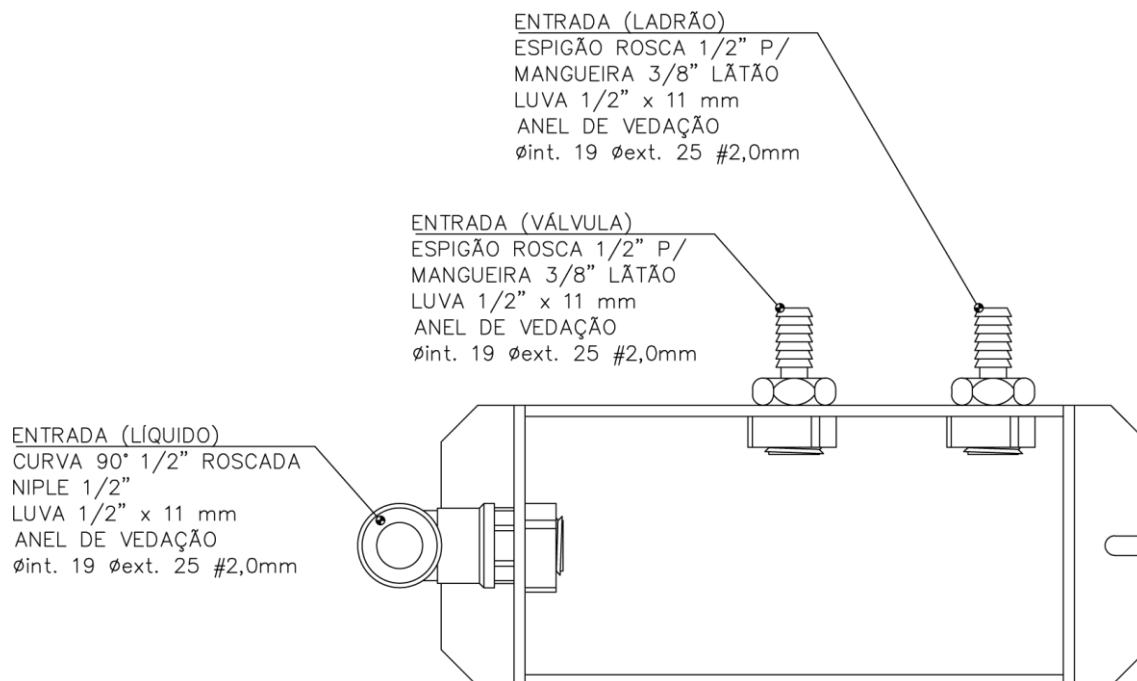
O Tanque TQ-02 (*vide* Anexo C p.55 a p.58), utilizado como reservatório apresenta uma forma retangular, com volume de 0,00345m<sup>3</sup> (3,46 litros), o volume maior é necessário para correto funcionamento da bomba d'água B1, que permanece submersa neste tanque. Na Figura 8 e na Figura 9 apresentamos detalhes construtivos do TQ-02.



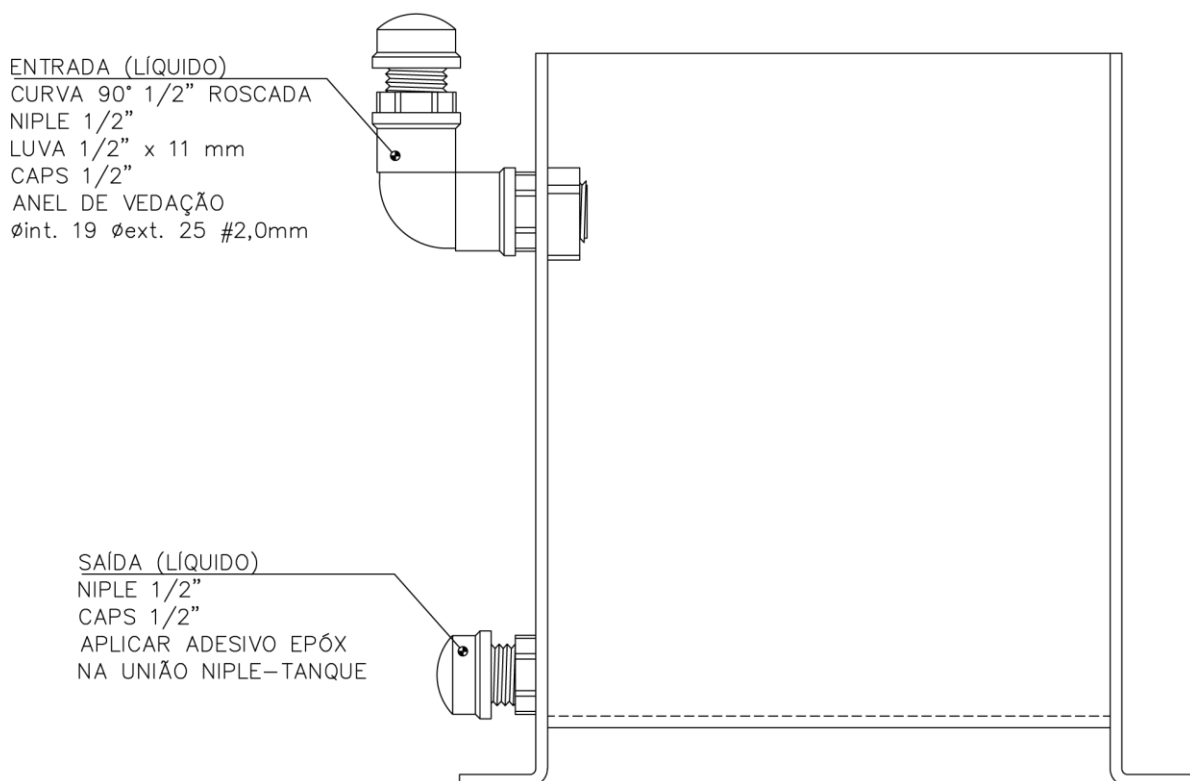
**Figura 7 – TQ-01: conexões de entrada e saída.  
 Fonte: Aatoria Própria.**

O Tanque TQ-01 permanece fixado sobre o Tanque TQ-02, e este conjunto é fixado em uma base de acrílico que serve como suporte do sistema completo e onde se localiza o painel com os bornes para conexão do módulo a um CLP. A fixação é realizada por meio de parafuso sextavado M6x12 com porca “tipo borboleta” M6, ambos de inox para evitar corrosão.

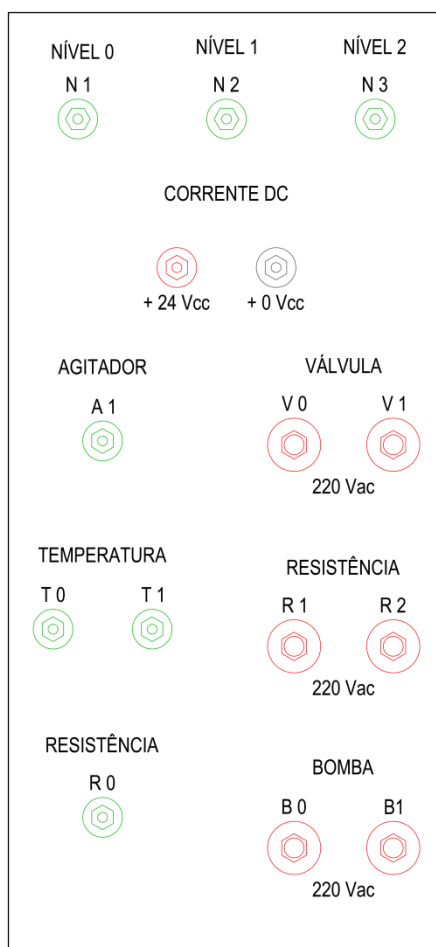
Na Figura 10 apresentamos o leiaute do painel de controle do módulo didático. Os bornes para os acionamentos de controle e alimentação de corrente contínua são para ponteiros de 2,0 mm (modelo B67), os bornes para alimentação de corrente alternada são para ponteiros de 4,0 mm (modelo B17). As demais dimensões e detalhes da construção podem ser analisados nos desenhos do Apêndice C.



**Figura 8 – TQ-02: conexões de entrada e saída – Vista Superior.**  
**Fonte: Autoria Própria.**



**Figura 9 – TQ-02: conexões de entrada e saída – Vista Frontal.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

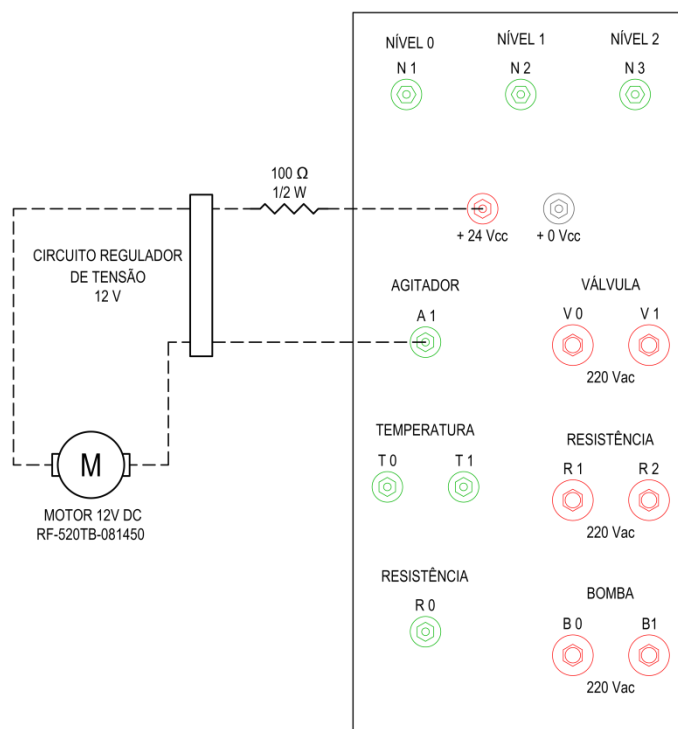


**Figura 10 – Painel de Controle do Módulo Didático.**  
**Fonte: Autoria Própria**

O motor M, modelo RF-520TB-081450 com tensão 12 Vcc controla a agitação do líquido no processo e a conexão do circuito ao painel é conforme a Figura 11.

O circuito do sensor de nível apresenta uma modificação do original com o acréscimo de um eletrodo para um nível intermediário. Na Figura 12 apresenta o esquema de ligação ao painel. O sensor de nível é composto de um eletrodo comum que serve de parâmetro de referência com os demais eletrodos, sendo seu comprimento de 170,00 mm, o eletrodo do Nível 0, o nível baixo, possui a mesma medida de 170,00 mm, controlando do sistema. O eletrodo do Nível 1, o nível intermediário possui a medida de 125,00 mm e o eletrodo do Nível 2, o nível alto, possui a medida de 80,00 mm.

Os eletrodos são fixados ao tampo do tanque por meio de um bloco de terminais para fios de 2,50 mm, o que permite a troca por eletrodos de outros materiais ou por eletrodos de outros comprimentos.



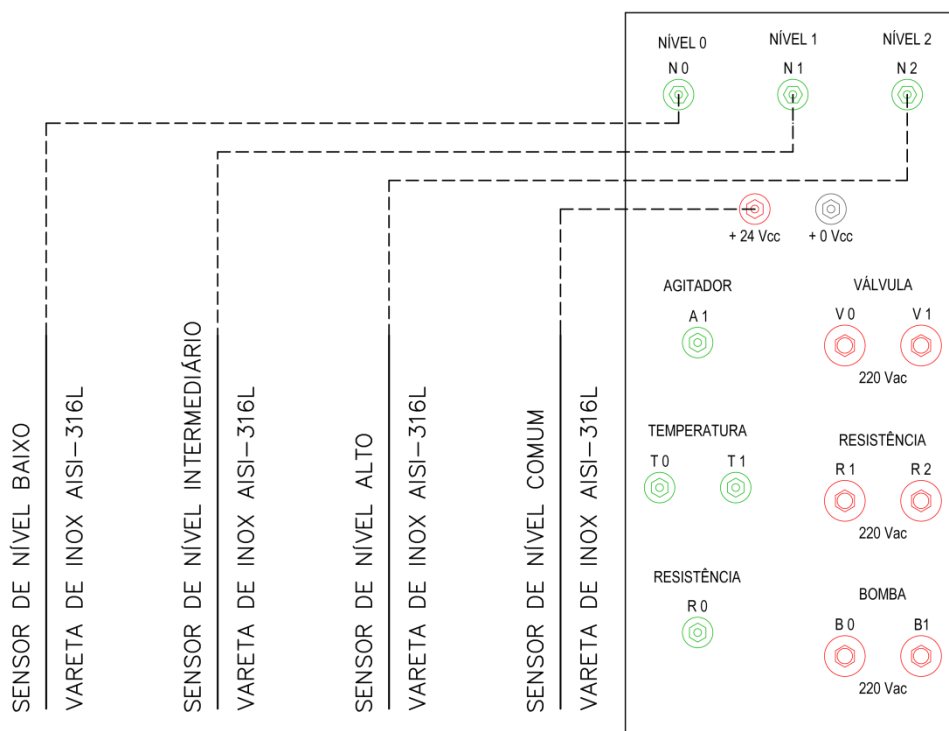
**Figura 11 – Conexão do Circuito de Controle de Agitação.**  
**Fonte: Autoria Própria (baseado em Souza, 2.006, p. 97)**

O sensor de temperatura é composto por um resistor NTC (*Negative Temperature Coefficient*), temos, portanto um resistor diminui sua resistência conforme a variação de temperatura para mais detalhes *vide* Figura 13.

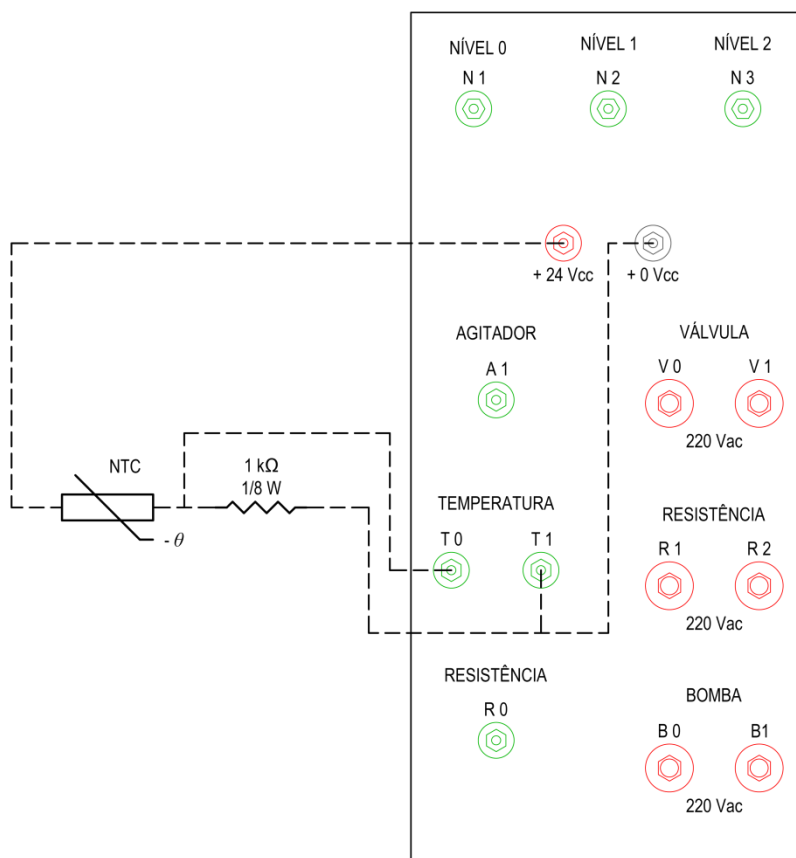
O aquecimento é realizado por meio de uma resistência R, o circuito que aciona esta resistência apresenta uma chave estática (TRIAC) e um transformador de 70 V. Na Figura 9 apresentamos a conexão do circuito ao painel. A Válvula controla a saída de líquido sendo sua conexão direta aos bornes correspondentes no painel. A Válvula V1 (*vide* fluxograma p.3) que controla a entrada de líquido é opcional, não sendo utilizada no projeto.

A bomba d'água B1, consiste uma bomba de aquário com capacidade de mover 90 litros/hora, a uma altura de 0,40m, caso existe a necessidade esta bomba pode ser substituída por uma bomba de maior capacidade. No Anexo D apresenta o manual da bomba, com o gráfico de Coluna x Vazão.

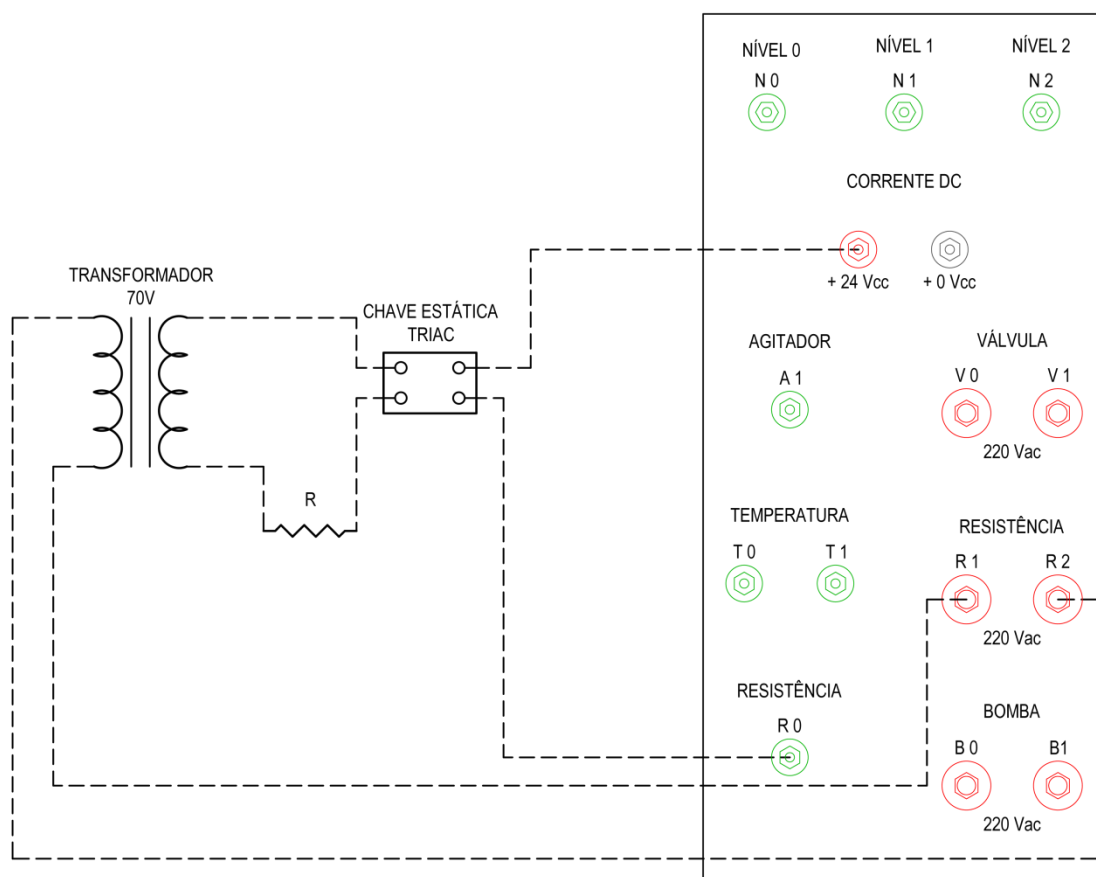
Na Figura 14 e na Figura 15, temos uma visualização das dimensões do módulo didático em relação a uma pessoa de 1,80 m de altura, obtido durante a realização dos testes construtivos.



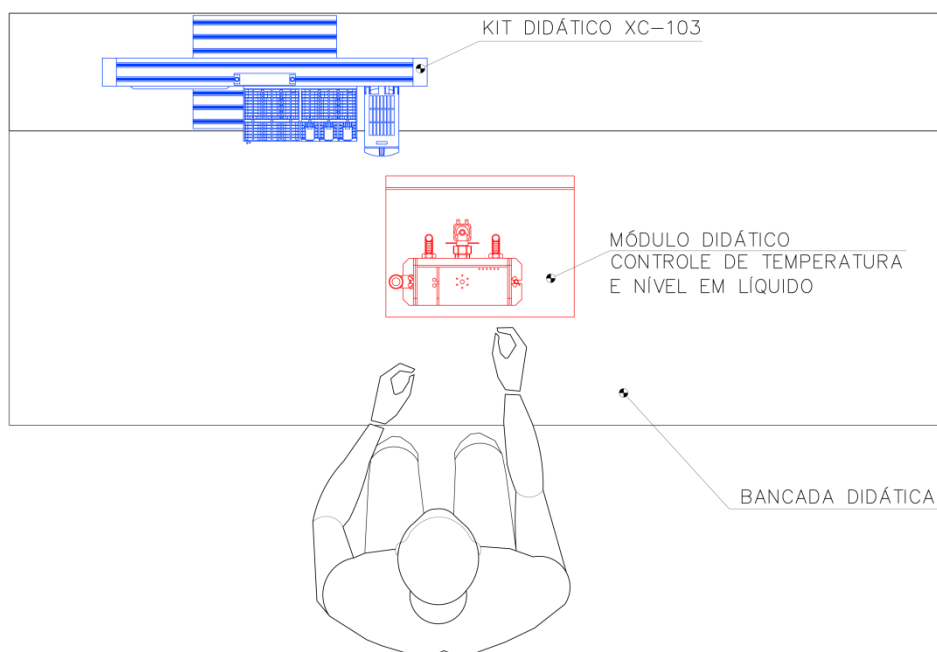
**Figura 12 – Conexão do Circuito do sensor de Nível.**  
 Fonte: Autoria Própria (baseado em Souza, 2.006, p. 97)



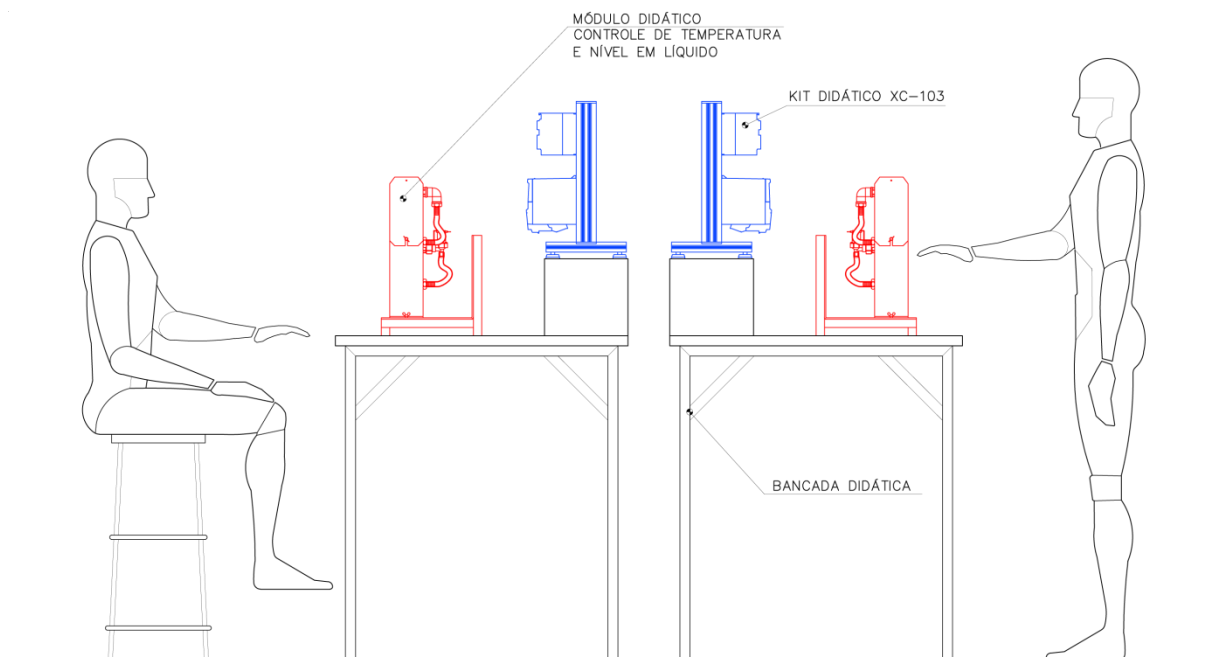
**Figura 13 – Conexão do Circuito do Sensor de Temperatura.**  
 Fonte: Autoria Própria (baseado em Souza, 2.006, p. 97)



**Figura 14 – Conexão do Circuito de Aquecimento.**  
**Fonte: Autoria Própria (baseado em Souza, 2.006, p. 97)**



**Figura 15 – Vista Superior.**  
**Fonte: Autoria Própria.**



**Figura 16 – Vista Lateral.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

## 4 CONCLUSÃO

Durante anos a atual bancada vem sendo utilizada pelos estudantes que utilizam o Laboratório de Automação e Controle e é normal que apresente a necessidade de uma atualização, visando melhorias no aspecto didático.

As modificações levaram em consideração o ambiente educacional das aulas teóricas e aspectos práticos. O projeto permite a construção do protótipo na própria universidade por docentes e estudantes, de forma a enriquecer o conteúdo de estágios supervisionados.

Na Tabela 1 realizando uma comparação entre a bancada didática e a nova proposta para um módulo didático. Na tabela podemos observar que o módulo apresenta vantagens e desvantagens da mesma forma que a bancada didática.

De um modo geral a pesquisa gerou informações que após uma análise crítica considerou-se suficiente para justificar a mudança no leiaute do módulo didático. A metodologia de pesquisa proposta cumpriu sua função de orientar o trabalho.

### 4.1 TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho é apenas o início das alterações didática proposta. O docente que utiliza o laboratório não vai sentir dificuldade na utilização do módulo, os experimentos atuais podem se aplicados, com algumas pequenas alterações, a nova configuração.

A liberdade de utilizar qualquer modelo de CLP exige, do docente, diversos estudos paralelos visando o desenvolvimento de novas metodologias de ensino e a produção de apostilas didáticas contendo orientações e experimentos.

Diversas alterações são propostas para futuras pesquisas para enriquecer o aspecto estrutural e didático:

- o sensor de nível de líquido pode sofrer futuras alterações com a adição de um circuito comparador;
- projeto de uma proteção contra choques-elétricos;
- o circuito do sensor de temperatura pode ser substituído por outro, utilizando outros componentes e outros conceitos;



- o acréscimo de um sensor de vazão pode enriquecer e expandir os experimentos realizados no módulo didático;
- a troca da válvula solenoide que controla a saída de líquido por uma válvula de possibilita o controle de vazão;
- desenvolver um circuito que controle a tensão na resistência de aquecimento, permitindo manter um aquecimento proporcional ao nível do líquido no sistema;
- implementar um sistema de controle remoto;

**Tabela 1 – Comparações Bancada Didática x Módulo Didático**

<b>Característica</b>	<b>Bancada Didática (Josiane de Souza, 2006)</b>	<b>Módulo Didático</b>
Mobilidade	A parte utilizada para experimentos está fixa a uma bancada não apresentando condições para ser utilizada em outros laboratórios, sem movimentar a bancada.	O módulo didático pode ser transportado para qualquer laboratório ou pode ser utilizado em qualquer bancada.
Dimensões da parte utilizada nos experimentos	Altura: 104 mm Largura: 160 mm Profundidade: 110mm	Altura: 150 mm Largura: 200 mm Profundidade: 100mm
Líquido	A bancada é ligada a uma rede de abastecimento de água e de esgoto, não sendo necessária a preocupação com uma fonte de líquido para as práticas, entretanto não opera sem esta ligação com a instalação hidráulica.	O módulo não necessita estar ligado a uma instalação hidráulica para sua plena operação, entretanto é necessária uma fonte de líquido no local ou próximo do local onde será realizada sua utilização.
CLP	A bancada apresenta um CLP e um painel com locais para a conexão dos cabos para realizar os experimentos. Apresenta dificuldades em utilizar outros modelos de CLP.	O módulo não utiliza um CLP específico, mas depende de kits com um CLP para sua utilização.
Aquecimento do Líquido	Realizado por meio de uma resistência de chuveiro que não apresenta proteção do condutor aquecido.	Realizado por meio de um aquecedor de água onde o condutor está no interior de um envoltório protetor.

## REFERÊNCIAS

SOUZA, Josiane de. MORATTO, João Carlos. **Módulo Didático de Controle de Temperatura em Líquidos**. 2006. 137 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Eletrotécnica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2006.

SOUZA, Josiane de. **Bancada Didática com CLP ATOS e Supervisório E3**. Monografia (Especialização em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2007.

BERNUY, Miguel Angel Chincaro. SOUZA, Josiane de. **Uma Experiência de Educação Continuada em Automação Industrial – Bancada Didática com CLP**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. COBENGE 2.07.

ORDAZ, Gustavo Villalobos. ROMERO, Raúl Rico. Hernández, Fernando Eli Ortiz. Navarro, Marcela Adriana Montúfar. **Medición y Control de Procesos Industriales**. Instituto Politécnico Nacional: México, 2006.

DORF. Richard C. BISHOP. Robert H. **Sistemas de Controle Modernos**. 8º ed. LTC Editora: Rio de Janeiro, 2001.

GAVIÑO, Ricardo Hernández. **Introducción a los Sistemas de Control: Conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB**. 1º ed. Pearson Educación, México, 2010.

SMITH, Carlos A. CORRIPIO, Armando B. **Control Automático de Procesos: Teoría y Práctica**. Editorial Limusa: México, 1991.

NISE, Norman S. **Sistema de Control para Ingeniería**. 1º ed. Conpañía Editorial Continental: México, 2004.

BORDENAVE, Juan Días. PEREIRA, Adair Martins. **Estratégias de ensino aprendizagem**. 12. ed. Petrópolis: Vozes, 1991.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **Metodologia da Problematização: fundamentos e aplicações**. Editora UEL: Londrina, 1999.

BERNUY, Miguel Angel Chincaro. IMAMURA, Marcos Massaki. BAENA, Jean Tiago. **Metodologia de Ensino para Implementar Instrumentação Microcontrolada para Monitoramento de Consumo de Energia Elétrica**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. COBENGE 2003.

COLOMBO, Andréa Aparecida; BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **A Metodologia da Problematização com o arco de Maguerez e sua relação com os saberes de professores**. Semina. Ciências Sociais e Humanas, v. 28, p. 121-146, 2007.

SIQUEIRA, Rosana; BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **A teoria e a prática da Metodologia da Problematização em outras realidades, a partir dos trabalhos produzidos na uel: uma investigação através do site de pesquisa GOOGLE**.

<[http://www2.uel.br/pessoal/berbel/metodologia\\_da\\_problematiza%E7%E3o/](http://www2.uel.br/pessoal/berbel/metodologia_da_problematiza%E7%E3o/)>, acessado em 12 de março de 2013.

SANTOS, Amélia Moreira. CARVALHO, Daiane Oliveira. ROCHA, Mabelle Cristina Marinho. ANDRADE, Pedro Henrique Rocha. SILVA, Tamires Maria. TELES, Tiago Franco de Góes. **O ensino da Engenharia por meio da Metodologia da Problematização**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. COBENGE 2012.

ZAKON, Abraham. Nascimento, Jorge Luiz. SZANJBERG, Mordka. **As Funções dos Cientistas, Engenheiros, Técnicos e Tecnólogos**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. COBENGE 2003.

ZAKON, Abraham. **A Formação em Paralelo de Cientistas, Engenheiros, Técnicos e Tecnólogos**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. COBENGE 2003.

SILVA, Rodrigo Baleeiro. LOPES, Murilo P. AMARAL, Leonardo S. Projeto e **Construção de uma Planta Didática para Ensino de Estratégias de Controle de Nível, Vazão e Temperatura em Cursos de Engenharia**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. COBENGE 2012.

OGATA, Katsuhiko. **Engenharia de Controle Moderno**. Tradução Heloísa Coimbra de Souza. 5 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MAGALHÃES, Jaqueline Barbosa. **XC103 – Automação e Controle: teoria, caderno de experiências e manual**. Exsto Tecnologia: Santa Rita do Sapucaí/MG, 2012.

SOUZA, Jacqueline Pinho Paixão. ROSA, Eduardo Ledoux. SCHNEIDER, Guilherme Alceu. ACOSTA, Simone Massulini. ARRUDA, Lúcia Valéria Ramos. JUNIOR, Flávio Neves. **Unindo a Teoria e a Prática no Ensino de Automação Industrial e Controle De Processos**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. COBENGE 2012.

Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia/Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. **Resolução CONFEA/CREA nº 313**, de 26 de setembro de 1986.

ROTHER-NEVES, M., Silva, O.F., Barreiros, J.A.L. (2004). **Metodologia para a construção de protótipos didáticos para os cursos de controle e automação de sistemas**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. COBENGE 2004.

TOGNETTI, Eduardo Stockler. **Simbologia e Terminologia de Instrumentação da Norma ISA 5.1**. <[http://www.lara.unb.br/~eduardo/files/Simbologia\\_ISA.pdf](http://www.lara.unb.br/~eduardo/files/Simbologia_ISA.pdf)>, acessado em 12 de março de 2013.

RIBEIRO, Marco Antônio. **ISA d5.1 Símbolos e Identificação de Instrumentação**. <[https://docs.google.com/file/d/1ZPI9iUaFlxhQoh\\_WjO2VVhdADYvWSr1TNyeFIYQfe\\_sadb saVNSK12uTNqzl/edit?pli=1](https://docs.google.com/file/d/1ZPI9iUaFlxhQoh_WjO2VVhdADYvWSr1TNyeFIYQfe_sadb saVNSK12uTNqzl/edit?pli=1)>, acessado em 12 de março de 2013.

## ANEXO A - Manuais Técnicos

DIGI  
mec

## MANUAL DE INSTRUÇÕES

## Sensores de nível condutivos tipos KPN-A e KPN-N



## INTRODUÇÃO

Os sensores de nível condutivos tipos "KPN-A" e "KPN-N", foram desenvolvidos pela DIGIMEC para simplificar as instalações de monitoramento de nível, reunindo em um só bloco o sensoriamento e o comando do nível de reservatórios. Com a eletrônica montada em robustos cabeçotes em Alumínio (KPN-A) ou em Nylon (KPN-N), hermeticamente fechados, e as hastes de sensoriamento em aço inox, são fixados diretamente no topo de reservatórios por meio de um niple de aço inox, rosca 1 1/2 " BSP.

## FUNCIONAMENTO

O princípio de funcionamento é condutivo e transmitido pelo próprio líquido por meio dos eletrodos nele inseridos, os quais irão atuar no comando de relés que determinam se a ação requerida será enchimento ou esvaziamento. Estas ações são selecionadas por meio de uma simples "JUMP" e a atuação do relé é sinalizada por LED indicativo. Relé energizado LED aceso. A sensibilidade é ajustável por meio de um trimpot, assim como o tempo de funcionamento da bomba. Este tempo é contado após cessar o comando dado pelos eletrodos. Para aplicações específicas está disponível um eletrodo e seu respectivo relé, sinalizado por LED, (SEG.) e denominado "segurança" (ESEG). Sua atuação é em relação ao eletrodo de referência (ER) e independe dos demais eletrodos.

aplicações específicas está disponível um eletrodo e seu respectivo relé, sinalizado por LED, (SEG.) e denominado "segurança" (ESEG). Sua atuação é em relação ao eletrodo de referência (ER) e independe dos demais eletrodos.

## APLICAÇÕES

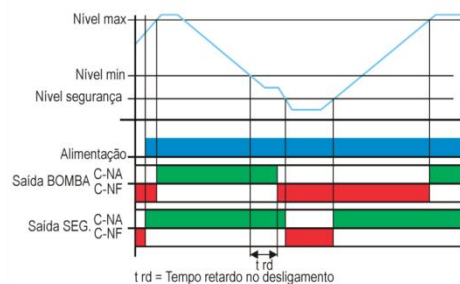
■ **Função Enchimento:** Caixa d'água. Usar três eletrodos sendo um de nível mínima (EI), um de nível máximo (ES) e um de referência (ER). Ajustar a "JUMP" de operação para a função "enchimento" ENCH. Pino central mais o pino da direita. Ao energizar o aparelho o relé bomba será energizado, acendendo o LED BOMBA e o nível começa a subir. Ao atingir o eletrodo superior (nível máximo) uma temporização (T), definida pelo trimpot de ajuste de tempo é iniciada e uma vez decorrido este tempo a bomba é desligada. O LED BOMBA se apaga. Havendo consumo, o nível tende a baixar, descobrindo o eletrodo superior. Continuará baixando até descobrir o eletrodo inferior (nível mínimo), quando então vai acionar novamente o relé, religando a bomba. E assim sucessivamente.

■ **Função Esvaziamento:** Poço Artesiano, Esvaziamento de um reservatório. Usar três eletrodos sendo um de nível mínimo (EI), um de nível máximo (ES). Posicionar a "JUMP" de operação para a função "esvaziamento" ESV. Pino central mais o pino da esquerda. Ao energizar o aparelho o relé da bomba será energizado, acendendo o LED BOMBA e o nível começará a baixar. Ao descobrir o eletrodo inferior (EI) (nível mínimo), uma temporização, definida pelo trimpot de ajuste de tempo é iniciada e uma vez decorrido este tempo a bomba é desligada. Só voltará a ligar quando o nível cobrir o eletrodo superior (ES) (nível máximo). E assim sucessivamente.

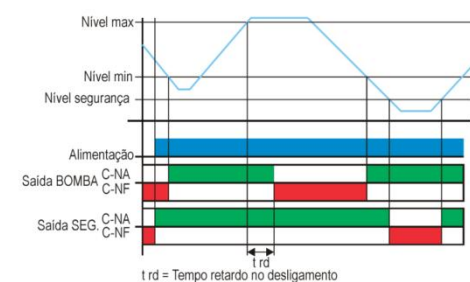
■ **Controle de nível de caldeira:** Para aplicar esta função o "JUMP" de funcionamento tem que estar na posição "enchimento" ENCH. O controle de nível será então como descrito em caixa d'água. Entretanto, para esta aplicação é imprescindível o uso do eletrodo ESEG o qual está interligado com o relé também chamado "segurança". Este eletrodo tem que estar posicionado atingindo a profundidade máxima do reservatório da caldeira. O líquido em contato com este eletrodo e a referência faz com que o relé fique energizado e sinalizado pelo LED "SEG" aceso. Caso faltar água no reservatório este relé será desenergizado, podendo interromper o funcionamento da caldeira.

## DIAGRAMA DE FUNCIONAMENTO

Função Esvaziamento



Função Enchimento

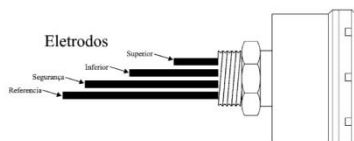


## OS ELETRODOS SNK

Estes eletrodos são fornecidos separadamente com comprimentos múltiplos de 50 mm (50, 100, 150, 200... mm) e de acordo com as dimensões do reservatório a monitorar. São fabricados em aço inox 303, diâmetro 6,35 mm e rosca M-5 para fixação em suas entradas respectivas, na base do niple principal. O de maior comprimento será o eletrodo de referência (ER), e o menor o superior (ES). O inferior (EI) deve ser menor que o eletrodo de referência. Se a aplicação for para caldeiras a extremidade do eletrodo segurança (ESEG) deve ficar entre o eletrodo de referência e o inferior.

ATENÇÃO: Não troque a posição dos eletrodos, caso contrário o aparelho não funciona. Identifique a posição de cada eletrodo, pelos quatro parafusos situados no centro da placa eletrônica, ou pelo desenho dimensional anexo.

Quando o reservatório for metálico o (ER) eletrodo referência pode ser dispensado, devendo-se conectar um cabo de ligação da carcaça do reservatório ao parafuso de conexão com o (ER) na placa eletrônica do aparelho. Para facilitar esta conexão utilize a entrada do conector prensa cabo por onde serão passados os demais cabos de ligação.



## AJUSTE DA SENSIBILIDADE E DO TEMPO DE RETARDO

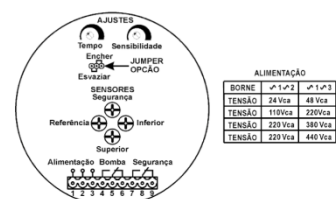
Sendo o princípio de funcionamento deste aparelho o da "Condutibilidade dos líquidos", há circulação de corrente entre os eletrodos quando estes estão em contato com o líquido. Se um deles estiver descoberto, a corrente deixa de circular, detectando-se desta forma se o nível está subindo ou descendo, dependendo da posição do eletrodo no reservatório e da função escolhida, enchimento ou esvaziamento.

- Assim, para o bom desempenho do aparelho deve-se ajustar a sensibilidade dos eletrodos em relação ao líquido.
  - Este ajuste deve ser sempre feito com o "JUMP" de operação na função "ESV."
  - Girar totalmente os trimpots de ajuste de sensibilidade e de tempo no sentido anti-horário.
  - Com o aparelho no local de trabalho, todos os eletrodos devem estar imersos no líquido.
  - Energizar o aparelho. O LED verde ALIM. acende. Os LEDs SEG. e BOMBA estão apagados.
  - Girar lentamente o trimpot SENS. no sentido horário. O LED SEG. acende e assim fica (SOMENTE COM ELETRODO SEGURANÇA PRESENTE).
  - O relé da saída SEGUR. está energizado. Continue girando até que o LED "BOMBA" acenda e fique aceso. O motor da bomba está ligado esvaziando o reservatório. Ajuste efetuado.
  - Se a função for "ENCH." enchimento, faça o ajuste inicialmente pela função "ESV" esvaziamento e após o ajuste, com o aparelho desligado mude a "JUMP" para a função "ENCH." e em seguida religue o aparelho. Os LEDs "ALIM." e "SEG." acendem. Tão logo o líquido descubra os eletrodos superior (Es) e inferior (EI) o motor da bomba será religado para encher o reservatório.
- Para garantir que o eletrodo seja efetivamente coberto ou descoberto pelo líquido, ajuste o trimpot TEMPO para que o motor da bomba retarde seu desligamento. Gire o trimpot no sentido horário. Em seu curso máximo o tempo é de 30 seg.

## DADOS TÉCNICOS

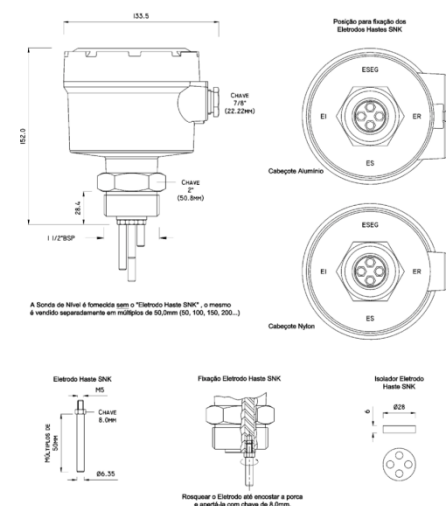
Alimentação (-15% +10%)	24 - 48, 110 - 220, 220 - 380, 220 - 440 Vca (especificar)
Frequência da rede	50 - 60 Hz
Consumo máximo	5 VA (aproximadamente)
Eletrodos "snk"	Removíveis - Aço Inoxidável 303 (não acompanham)
Tensão nos eletrodos "snk"	24 Vcc
Corrente máxima nos eletrodos "snk"	± 1 mA
Ajuste de sensibilidade	Ajustável: 0 a 100 kohm
Relé saída "BOMBA"	5 A 250 Vca máx. carga resistiva - reversível
Relé saída "SEG"	5 A 250 Vca máx. carga resistiva - reversível
Retardo desligamento saída "BOMBA"	Ajustável: 0,3 a 30 segundos
Material dos contatos	AgCdO
Vida útil dos contatos	Mecânica (sem carga): 10.000.000 operações Elétrica (com carga resistiva): 1.000.000 operações
Temperatura ambiente	De trabalho: 0 a 50°C De armazenamento: -10 a 60°C
Umidade relativa de trabalho	20 a 90 % sem condensação
Grau de proteção da caixa	IP 65
Grau de proteção nos terminais	IP 20
Capacidade dos terminais	Fio: 2,5 mm <sup>2</sup> Condutor com terminal: 2,5 mm <sup>2</sup> Cabo: 2,5 mm <sup>2</sup> Torque de aperto: 0,5 a 0,6 Nm
Parafuso dos terminais	M3
Rosca do prensa cabo	1/2" BSP
Tipo de caixa	<b>KPN-A:</b> Cabeçote em Alumínio - tampa rosqueável - Cor Prata <b>KPN-P:</b> Cabeçote em Nylon - tampa rosqueável - Cor Azul
Fixação	Rosca ao Processo - niple 1 1/2" BSP

## DIAGRAMA DE LIGAÇÃO



Nota: O conector, onde são ligados a alimentação e as saídas dos relés, é extraível, podendo ser retirado para facilitar as conexões elétricas.

## DIMENSÕES (mm)



## SÉRIE 160

## CHAVE DE NÍVEL TIPO CONDUTIVA

### APRESENTAÇÃO

A chave de nível série 160 é um aparelho desenvolvido para o controle de nível de fluidos líquidos e condutivos ( $>10\mu\text{S}/\text{cm}$ ) como água, efluente, produtos químicos e alimentícios. Por meio de um ou mais eletrodos de tamanhos pré-estabelecidos é possível controlar até quatro diferentes níveis na versão compacta e até seis diferentes níveis na versão remota. Cada nível está associado a uma saída relê direta e independente. A chave necessita de alimentação elétrica para operar, que deve ser especificada em sua compra. Apresenta fácil instalação, manuseio, operação e manutenção mínima.



### CARACTERÍSTICAS

- Controle múltiplo de nível - independente/diferencial
- Facilidade e rapidez de ajuste
- Materiais em contato com o processo resistentes à corrosão
- Altamente confiável, versátil e de baixo custo
- Fácil instalação e manutenção

### APLICAÇÃO

- Controle de nível (diversos fluidos líquidos)
- Controle de bombas
- Implementação de alarmes sonoros ou visuais
- Controle de válvulas proveniente

### PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O princípio consiste na percepção de aumento ou diminuição do nível de um reservatório por meio da condutividade do fluido, ou seja, a sua habilidade de conduzir eletricidade. Os eletrodos são energizados com baixa tensão alternada e não há risco de eletrólise. O comprimento de cada eletrodo determina o ponto onde a chave atuará pelo seu respectivo relê. À medida que o nível do fluido atinge o eletrodo, fecha-se o circuito elétrico formado por: eletrodo de contato, fluido condutivo e ponto de referência. Através da abertura ou fechamento desse circuito, a chave estabelece o ponto em que se está operando. A referência é extremamente importante para o bom funcionamento da chave e pode ser: um eletrodo auxiliar para reservatórios fabricados em material sintético e a própria parede do reservatório no caso deste ser metálico.

### DADOS TÉCNICOS

MODELO		COMPACTA	REMOTA
Eletrodo	Tipo	Rígido / Flexível	
	Material(*)	AISI 304 / AISI 316	
	Comprimento(**)	Rígido: máx. 3m Flexível: máx. 40m	
	Tensão	7,4 VCA	
	Corrente	<1mA	
Pontos de controle		Máx. 4	Máx. 6
Sensibilidade		1...60 kΩ	
Revestimento		PVC / PTFE	
Isolador		PVC / Hallar®	
Invólucro		Alumínio	Alumínio / Nylon
Grau de proteção		IP65 / NEMA 4	
Conexão elétrica		2x 1/2" NPT(F)	1x 1/2" BSP(F)
Alimentação		24VCC / 110-220VCA (±10%)	
Conexão ao processo(*)		1.1/2", 2" (NPT ou BSP)	
Sinal de saída		Relê SPDT (250VCA/7A)	
Processo	Temperatura	Rev.PVC: 0...60°C Rev.PTFE: 0...150°C	
	Pressão(**)	Rígido: máx. 5 bar Flexível: máx. 2 bar	

NOTAS: (\*) demais sob consulta. (\*\*) maior sob consulta.

\* O CATALÓGO PODERÁ SER REVISADO SEM AVISO PRÉVIO



"Solução em Medição"

REVISÃO: CTF160-R7-12/12

1



## SÉRIE 160

## ESPECIFICAÇÃO

1 6 0 - [ ] - [ ] - [ ] - [ ] - [ ]

## INVÓLUCRO

T- Alumínio NEMA4 1/2" BSP  
 N- Nylon NEMA4 1/2" BSP  
 D- Alumínio NEMA4 2x1/2" NPT

## CONEXÃO PROCESSO

1- 1.1/2" NPT AISI304  
 2- 2" NPT AISI304  
 3- 1.1/2" NPT AISI316  
 4- 2" NPT AISI316  
 5- 1.1/2" BSP AISI304  
 6- 2" BSP AISI304  
 7- 1.1/2" BSP AISI316  
 8- 2" BSP AISI316  
 9- FLANGE 2" ANSI B16,5  
 10- FLANGE 3" ANSI B16,5

## ELETRODO - COMPRIMENTO

M- Rígido AISI304	1...30- 0,1...3m
B- Rígido AISI316	
F- Flexível AISI304	30...400-

## REVESTIMENTO - ISOLADOR

1- PVC - PVC  
 2- PTFE - Hallar®

## NOTA:

Para eletrodo F obrigatório revestimento

## PONTOS

1...6

## NOTA:

Para montagem C máx. 4 pontos

## MONTAGEM - ALIMENTAÇÃO

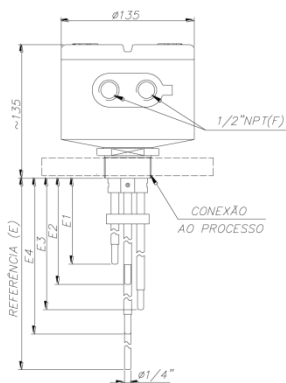
C- Compacta	1- 110/220VCA 2- 24VCC
R- Remota	0- proveniente da unidade série

## NOTA:

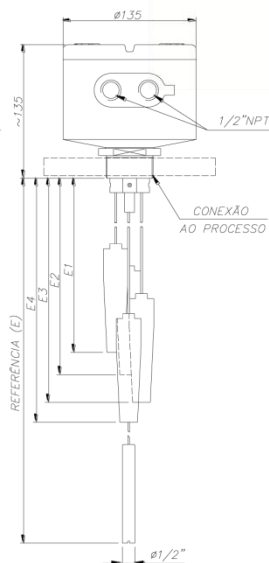
Para montagem C obrigatório invólucro

## DESENHO DIMENSIONAL

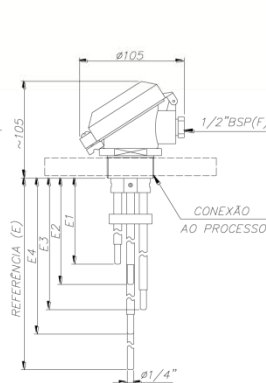
Modelo compacta eletrodo rígido



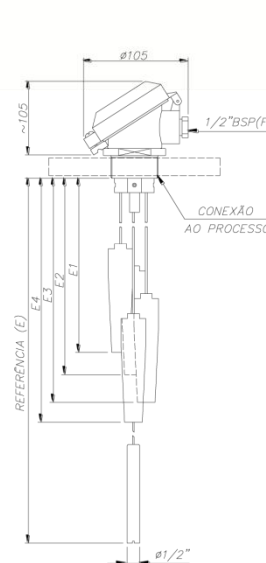
Modelo compacta eletrodo flexível



Modelo remota eletrodo rígido



Modelo remota eletrodo flexível



NIVETEC Instrumentação e Controle Ltda. - Tel.: (11) 2627-6600  
[comercial@nivetec.com.br](mailto:comercial@nivetec.com.br) | [www.nivetec.com.br](http://www.nivetec.com.br) | [youtube.com/canalnivetec](http://youtube.com/canalnivetec)

\* O CATÁLOGO PODERÁ SER REVISADO SEM AVISO PRÉVIO



"Solução em Medição"

## ANEXO B - Características Físico-químicas da Vareta de Inox


**Product Data Sheet**  
 W 'Tungsten inert gas arc welding'

**OK Tigrod 316L**

Signed by Mats Linde	Approved by Per-Åke Pettersson/Christos Skodras	Reg no EN005032	Cancelling EN003803	Reg date 2009-11-23	Page 1 (2)
-------------------------	--	--------------------	------------------------	------------------------	---------------

**REASON FOR ISSUE**

Shielding Gas standard up date.

**GENERAL**

Bare corrosion resisting chromium-nickel-molybdenum welding rods for welding of austenitic stainless alloys of 18% Cr - 8% Ni and 18% Cr - 10% Ni - 3% Mo-types.

OK Tigrod 316L has a good general corrosion resistance, particularly against corrosion in acid and chlorinated environments. The alloy has a low carbon content which makes it particularly recommended where there is a risk of intergranular corrosion. The alloy is widely used in the chemical and food processing industries as well as in ship building and various types of architectural structures.

**Shielding Gas:** I1 (EN ISO 14175)

**Alloy Type:** Austenitic (with approx. 10 % ferrite) 19% Cr - 12% Ni - 3% Mo - Low C

**CLASSIFICATIONS Wire Electrode**

EN ISO 14343      W 19 12 3 L  
 SFA/AWS A5.9      ER316L  
 Werkstoffnummer    ~1.4430

**APPROVALS**

CE                      EN 13479  
 CWB                    AWS A5.9 (Item no  
                                  ending with A)  
 DNV                     316L (-60 °C)  
 VdTÜV                 04270

**CHEMICAL COMPOSITION**

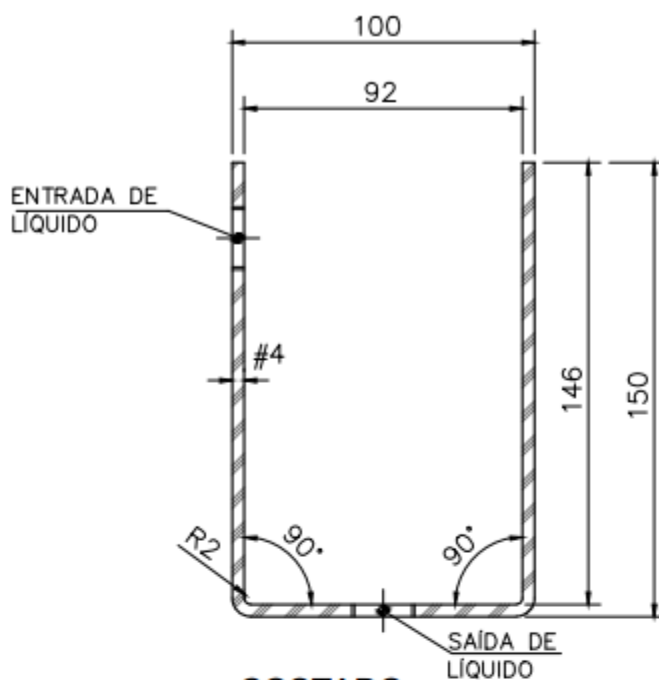
	All Weld Metal (%)	Wire/Strip (%)	
	Nom	Min	Max
C	0.01		0.030
Si	0.4	0.30	0.65
Mn	1.8	1.3	2.0
P	0.02		0.030
S	0.01		0.020
Cr	19	18.0	20.0
Ni	12	11.0	13.0
Mo	2.6	2.5	3.0
Cu	0.1		0.3
N			0.08
Others tot			0.50



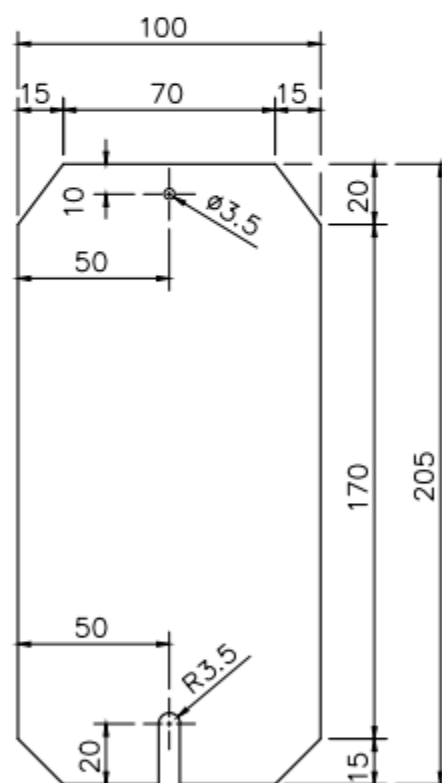
### ANEXO C - Projeto Módulo Didático

Para a construção do módulo didático é necessário os seguintes materiais:

- 01 – placa de acrílico transparente de 230 x 1000 x #4,0 mm;
- 01 – placa de acrílico branco de 600 x 1000 x #4,0 mm;
- 01 – barra de tubo quadrado de aço carbono 25 x 25 x # 2,0 mm;
- 01 – válvula solenoide de 220 V utilizada em máquinas de lavar;
- 04 – parafuso sextavado M6 x 12 com arruela porca tipo borboleta de inox;
- 02 – parafuso sem cabeça com sextavado interno M4 x 10 de inox;
- 01 – vareta de solda TIG diâmetro 2,0 mm de inox AISI316L;
- 01 – barra de terminais para fio de 2,0 mm;
- 01 – bomba de aquário com capacidade de 90 litros/hora;
- 01 – resistor NTC;
- 09 – oborne B67 p/ pino banana 2,0 mm (07 na cor verde; 01 na cor vermelha e 01 na cor preta)
- 06 – bornes B17 p/ pino banana 4,0 mm na cor vermelha;
- 01 – motor de corrente continua de 12 V;
- 01 – Aquecedor de água (“rabo quente”) de 500 W x 220 V;
- 01 – Transformador de 70 V;
- 01 – Chave estática (TRIAC);
- Cabo elétrico de #2,0 mm;
- Cabo elétrico de #4,0 mm;
- Conector para cabo elétrico de #2,0 mm;
- Conector para cabo elétrico de #4,0 mm;



**COSTADO**  
DESENVOLVIMENTO DO COSTADO



### CHAPAS LATERAIS

DIMENSÕES DA CHAPA LATERAL COSTADO  
LOCAIS DOS FUROS  
MATERIAL: ACRÍLICO TRANSPARENTE #4,0mm  
QUANTIDADE: 02 PEÇAS



CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA: Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível

ASSUNTO: Tanque TQ-01: Dimensões Costado

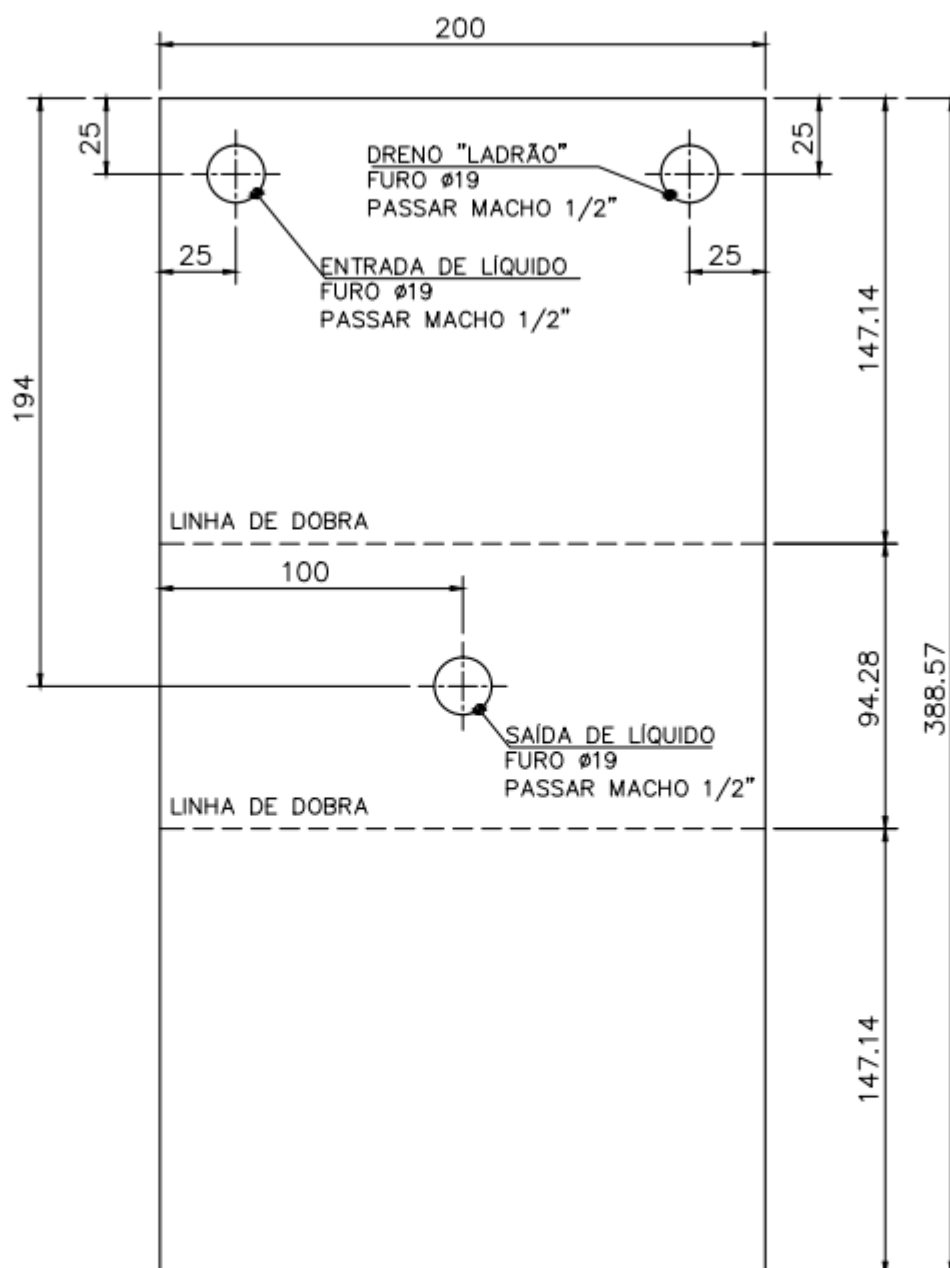
ESCALA:  
1 : 2,5

FOLHA:  
UTFPR-01-CP

ALUNO:  
Luiz Francisco Batista Sampaio

ORIENTADORES: Miguel Angel Chincaro Bernuy  
Rafael Rodrigues da Silva

DATA:  
02/01/2.014



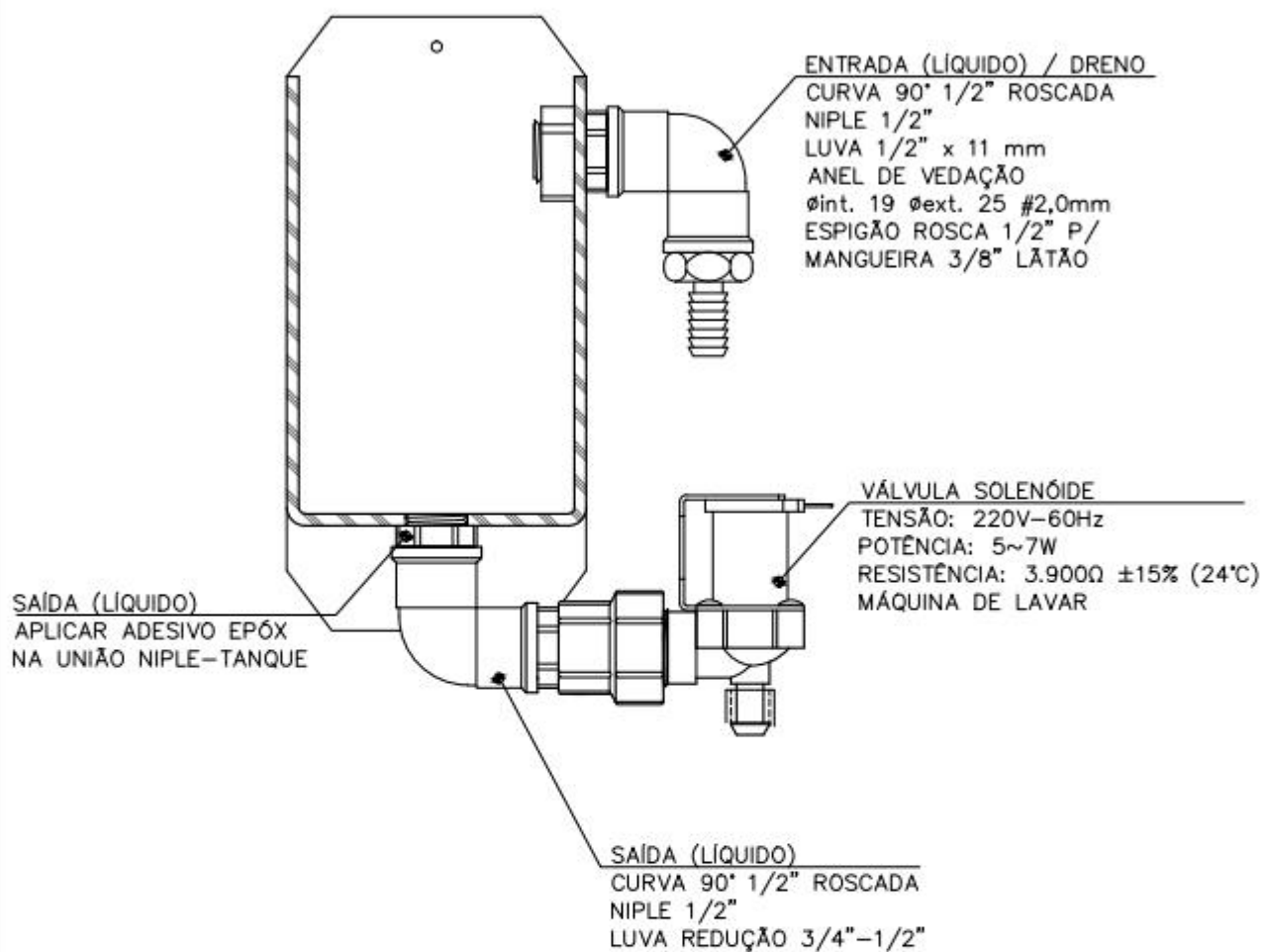
### CHAPA DO COSTADO

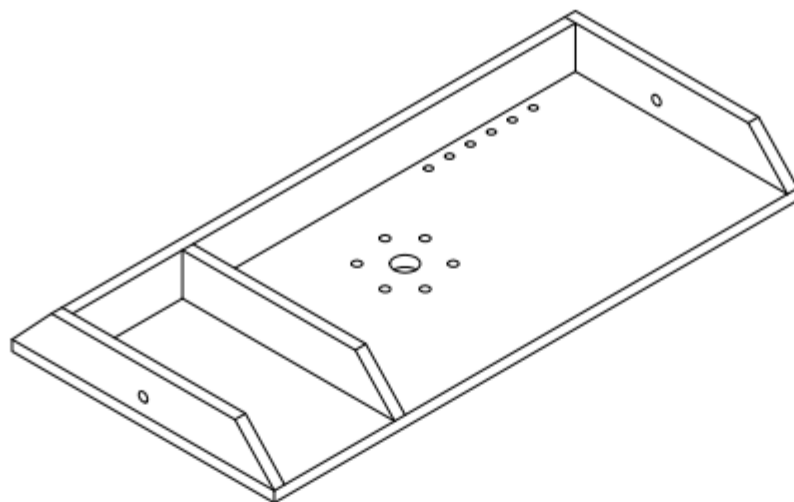
DIMENSÕES DA CHAPA COSTADO  
 LOCAIS DOS FUROS  
 LOCAIS DE DOBRAS  
 MATERIAL: ACRÍLICO TRANSPARENTE #4,0mm  
 QUANTIDADE: 01 PEÇA



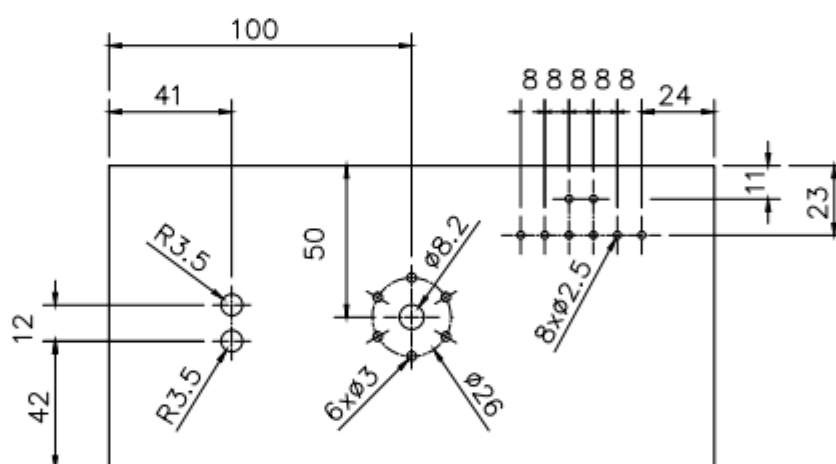
CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA:	Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível		
ASSUNTO:	Tanque TQ-01: Desenvolvimento do Costado	ESCALA:	1 : 2,5
		FOLHA:	UTFPR-02-CP
ALUNO:	Luiz Francisco Batista Sampaio	ORIENTADORES:	Miguel Angel Chincaro Bemuy Rafael Rodrigues da Silva
		DATA:	02/01/2.014

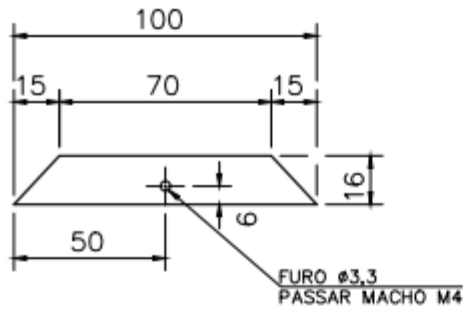




**TAMPO**  
PROJEÇÃO ISOMÉTRICA

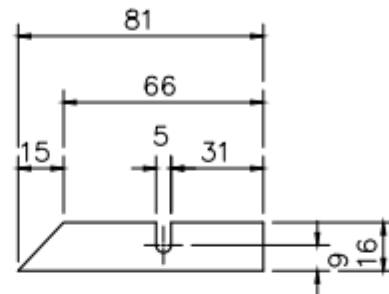


**CHAPA DO TAMPO**  
DIMENSÕES DA CHAPA TAMPO  
LOCAIS DOS FUROS  
MATERIAL: ACRÍLICO TRANSPARENTE  
QUANTIDADE: 01 PEÇA



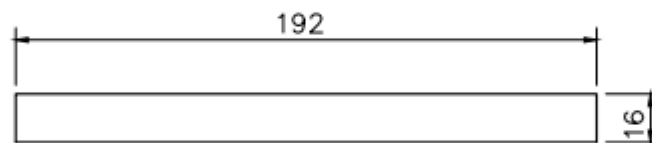
### SUPOORTE DE EQUIPAMENTO I

DIMENSÕES DA CHAPA SUPORTE  
 LOCAIS DOS FUROS  
 MATERIAL: ACRÍLICO TRANSPARENTE #4,0mm  
 QUANTIDADE: 02 PEÇAS



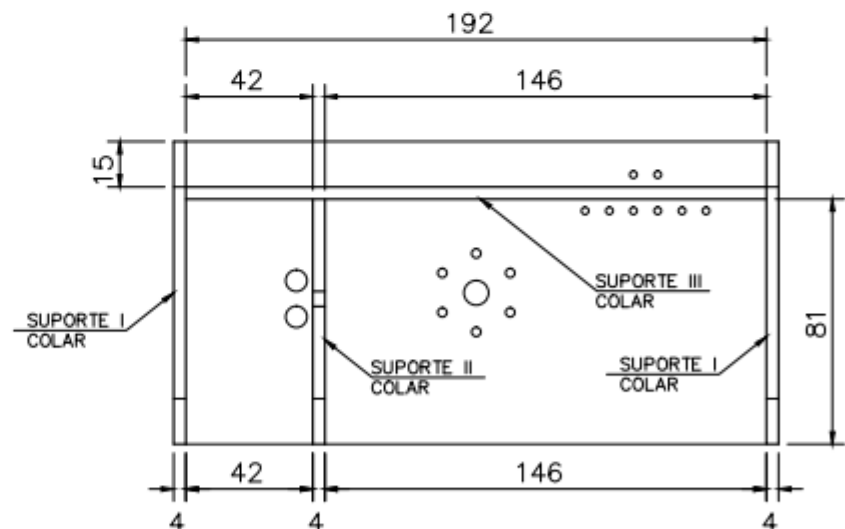
### SUPOORTE DE EQUIPAMENTO II

DIMENSÕES DA CHAPA SUPORTE  
 MATERIAL: ACRÍLICO TRANSPARENTE #4,0mm  
 QUANTIDADE: 01 PEÇA1



### SUPOORTE DE EQUIPAMENTO III

DIMENSÕES DA CHAPA SUPORTE  
 MATERIAL: ACRÍLICO TRANSPARENTE #4,0mm  
 QUANTIDADE: 01 PEÇA1



POSIÇÃO DOS SUPORTES  
 VISTA SUPERIOR

**UTFPR**  
 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA DO PARANÁ

CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA: Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível

ASSUNTO: Tanque TQ-01: Tampo

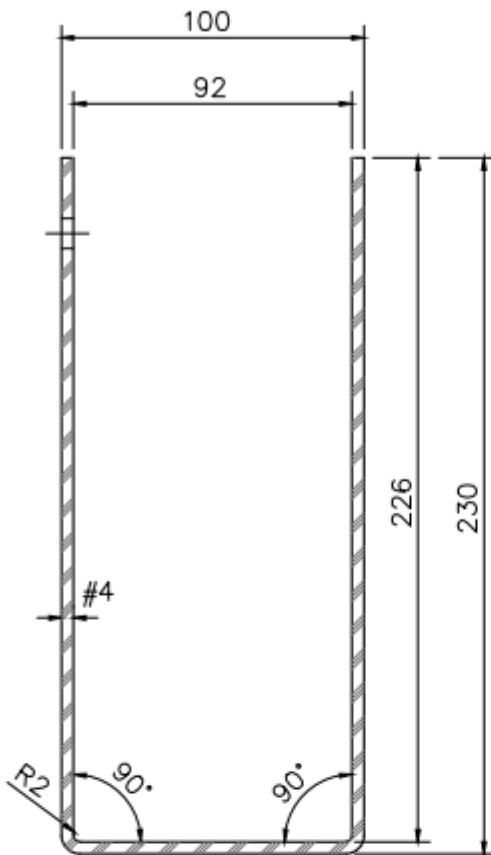
ESCALA:  
 1:2,5

FOLHA:  
 UTFPR-05-CP

ALUNO: Luiz Francisco Batista Sampaio

ORIENTADORES: Miguel Angel Chincaro Bernuy  
 Rafael Rodrigues da Silva

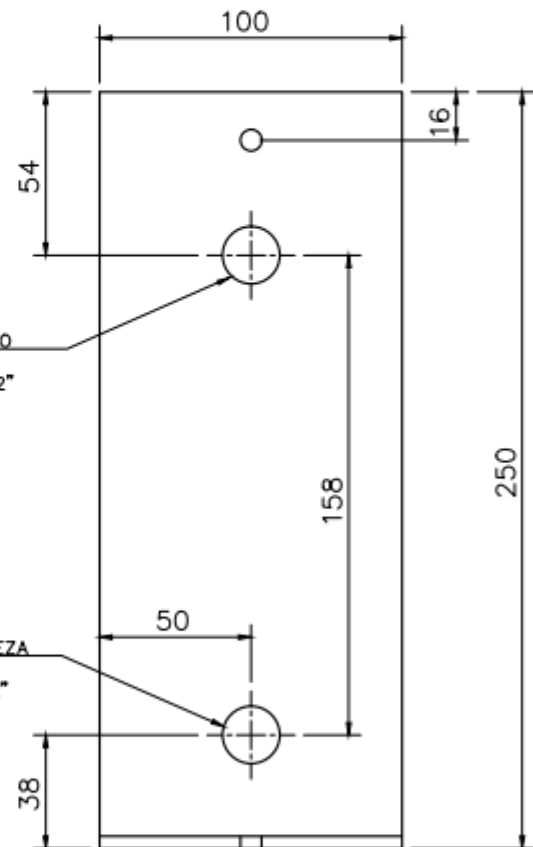
DATA:  
 02/01/2.014



**COSTADO**  
DESENVOLVIMENTO DO COSTADO

ENTRADA DE LÍQUIDO  
FURO Ø19  
PASSAR MACHO 1/2"

SAÍDA LÍQUIDO LIMPEZA  
FURO Ø19  
PASSAR MACHO 1/2"



**CHAPA LATERAL**

DIMENSÕES DA CHAPA LATERAL COSTADO  
LOCAIS DOS FUROS  
MATERIAL: ACRÍLICO TRANSPARENTE #4,0mm  
QUANTIDADE: 01 PEÇAS



CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA: Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível

ASSUNTO: Tanque TQ-02: Costado

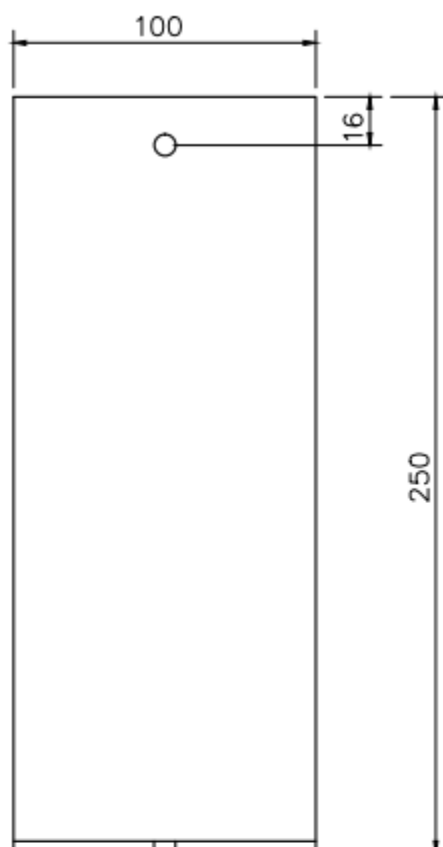
ESCALA:  
1:2,5

FOLHA:  
UTFPR-06-CP

ALUNO:  
Luiz Francisco Batista Sampaio

ORIENTADORES: Miguel Angel Chincaro Bernuy  
Rafael Rodrigues da Silva

DATA:  
02/01/2.014



### CHAPA LATERAL

DIMENSÕES DA CHAPA LATERAL COSTADO  
 LOCAL DO FURO  
 MATERIAL: ACRÍLICO BRANCO #4,0mm  
 QUANTIDADE: 01 PEÇAS



### CHAPA LATERAL

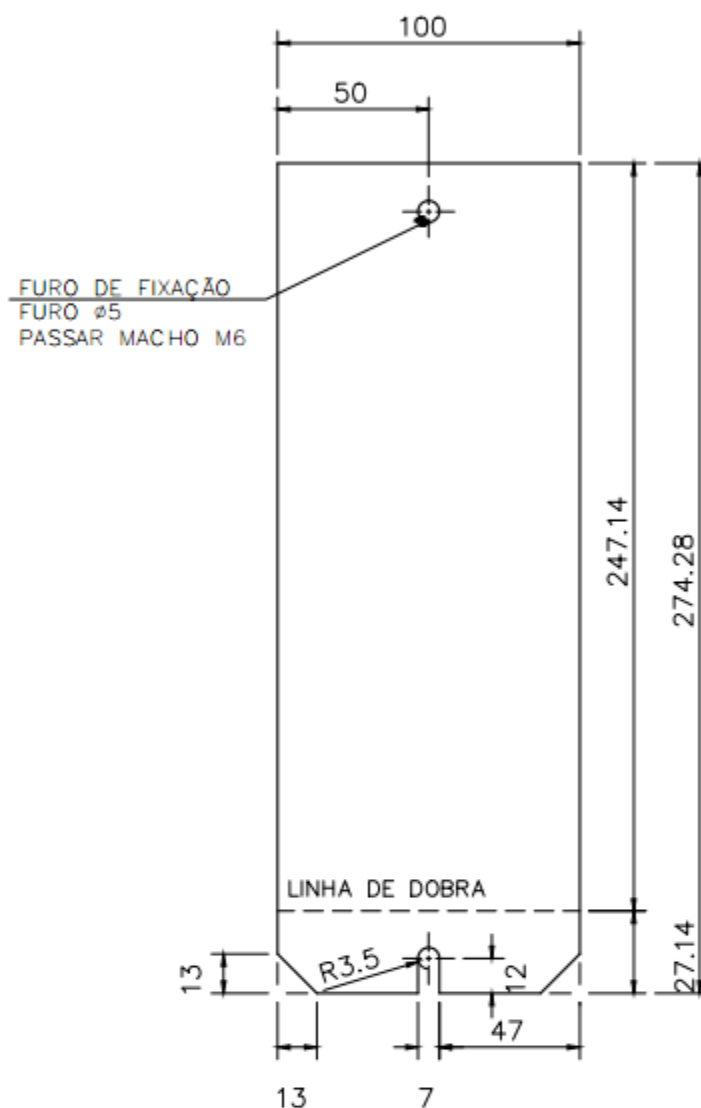
DETALHE DA DOBRA  
 LOCAL DO ENCAIXE  
 MATERIAL: ACRÍLICO BRANCO #4,0mm  
 QUANTIDADE: 01 PEÇAS

**UTFPR**  
 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA DO PARANÁ

CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA:	Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível		
ASSUNTO:	Tanque TQ-02: Costado	ESCALA: 1:2,5	FOLHA: UTFPR-07-CP
ALUNO:	Luiz Francisco Batista Sampaio	ORIENTADORES: Miguel Angel Chincaro Bernuy Rafael Rodrigues da Silva	DATA: 02/01/2.014





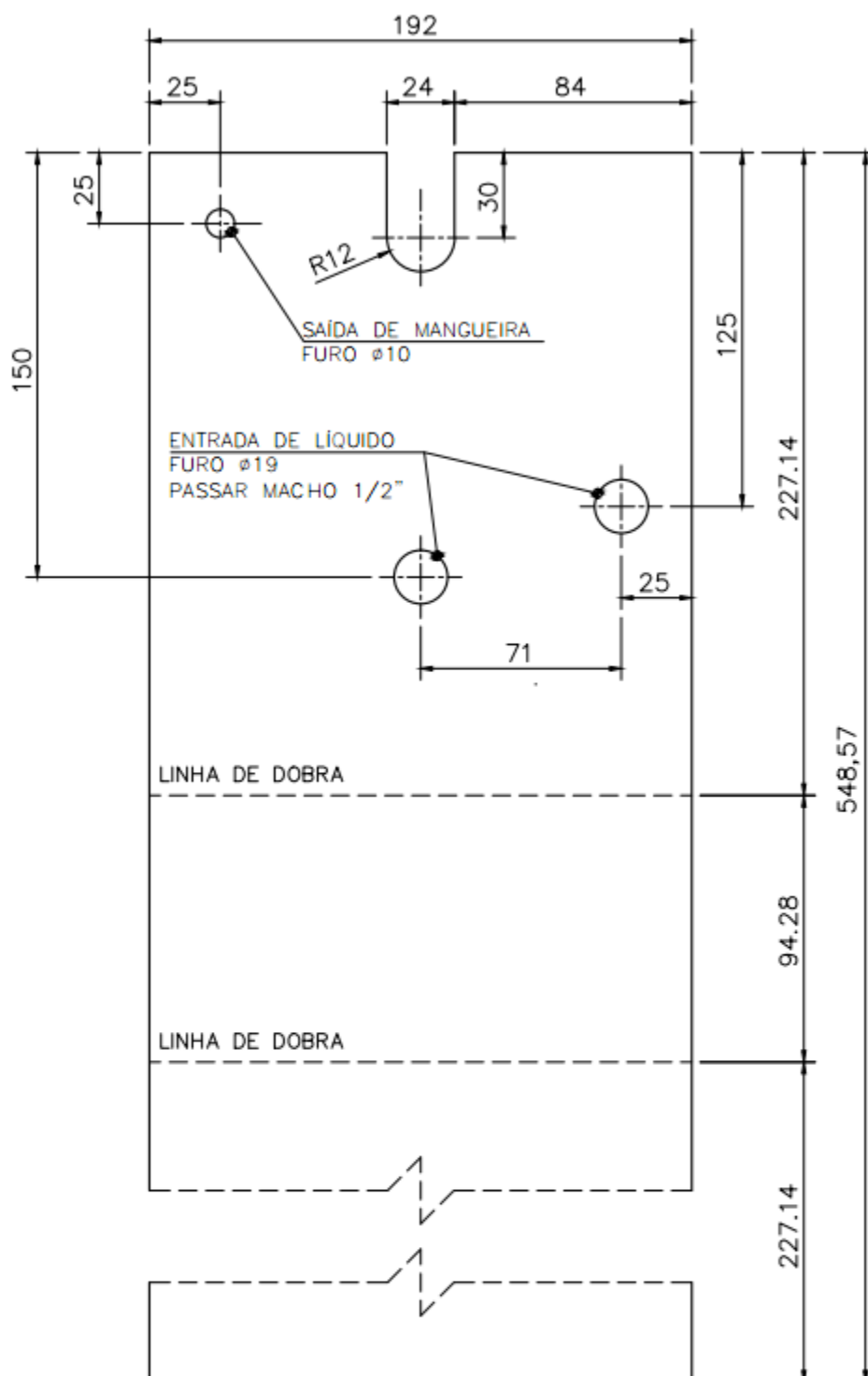
### CHAPA LATERAL

DIMENSÕES DA CHAPA LATERAL COSTADO  
 LOCAIS DOS FUROS  
 LOCAIS DE DOBRAS  
 MATERIAL: ACRÍLICO BRANCO #4,0mm  
 ACRÍLICO TRANSPARENTE #4,0mm  
 QUANTIDADE: 01 PEÇAS DE CADA MATERIAL



CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA:	Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível	
ASSUNTO:	Tanque TQ-02: Desenvolvimento do Costado	FOLHA: UTFPR-08-CP
ALUNO:	Luiz Francisco Batista Sampaio	ORIENTADORES: Miguel Angel Chincaro Bernuy Rafael Rodrigues da Silva
		DATA: 02/01/2.014



### CHAPA DO COSTADO

DIMENSÕES DA CHAPA COSTADO  
 LOCAIS DOS FUROS  
 LOCAIS DE DOBRAS  
 MATERIAL: ACRÍLICO BRANCO #4,0mm  
 QUANTIDADE: 01 PEÇA



CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA: Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível

ASSUNTO: Tanque TQ-02: Desenvolvimento do Costado

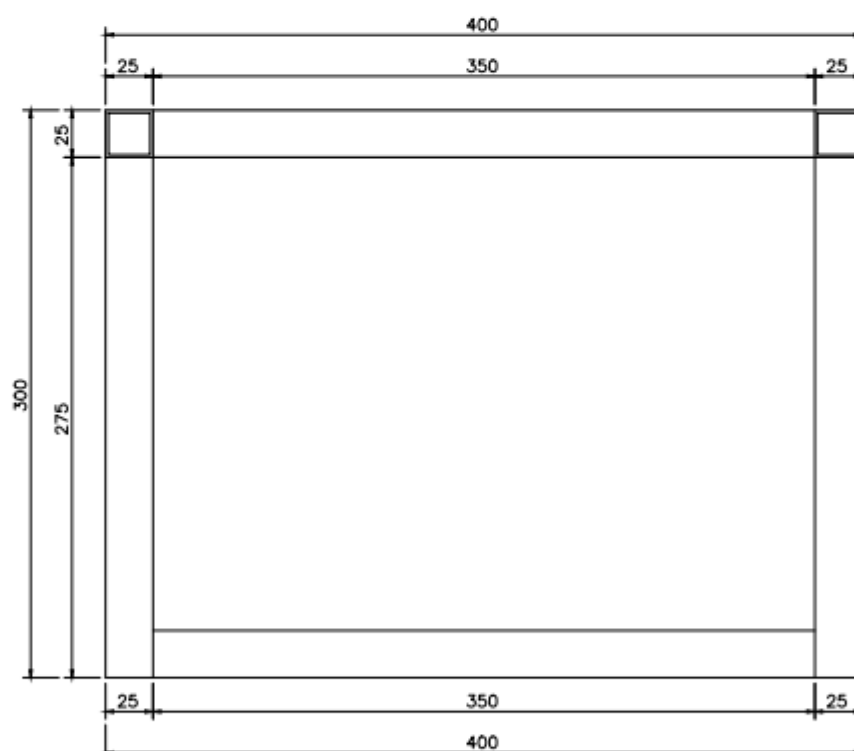
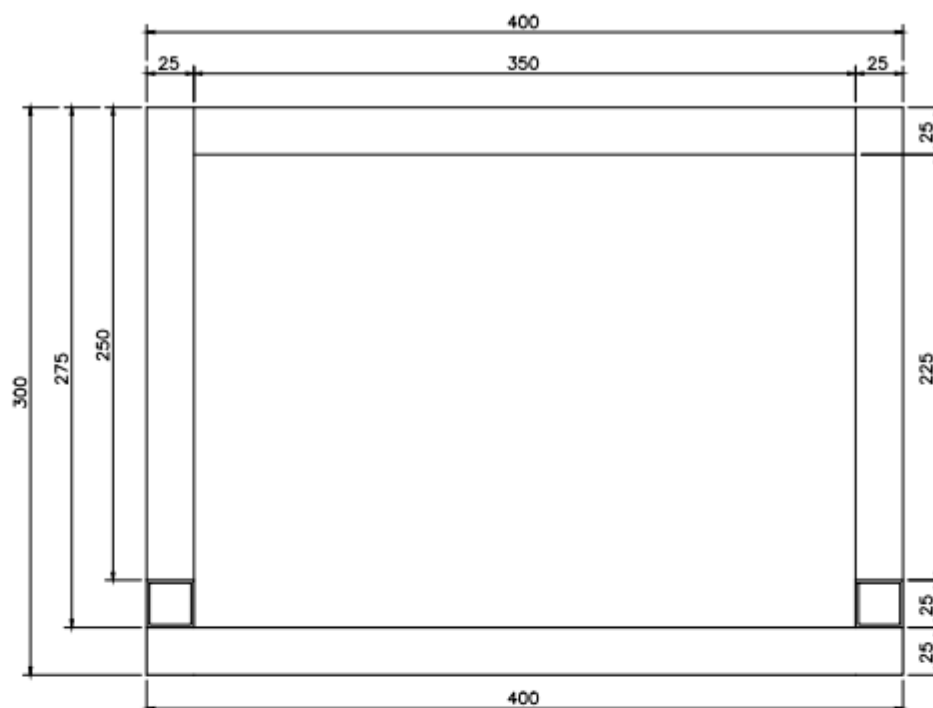
ESCALA:  
1:2,5

FOLHA:  
UTFPR-09-CP

ALUNO:  
Luiz Francisco Batista Sampaio

ORIENTADORES: Miguel Angel Chincaro Bernuy  
Rafael Rodrigues da Silva

DATA:  
02/01/2.014



#### ESTRUTURA DA BASE

MATERIAL: TUBO QUADRADO 25mm X 25mm #2,0mm  
AÇO CARBONO ASTM-A36

QUANTIDADE: 01 PEÇA



CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA: Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível

ASSUNTO: Estrutura da Base - Planta e Elevação

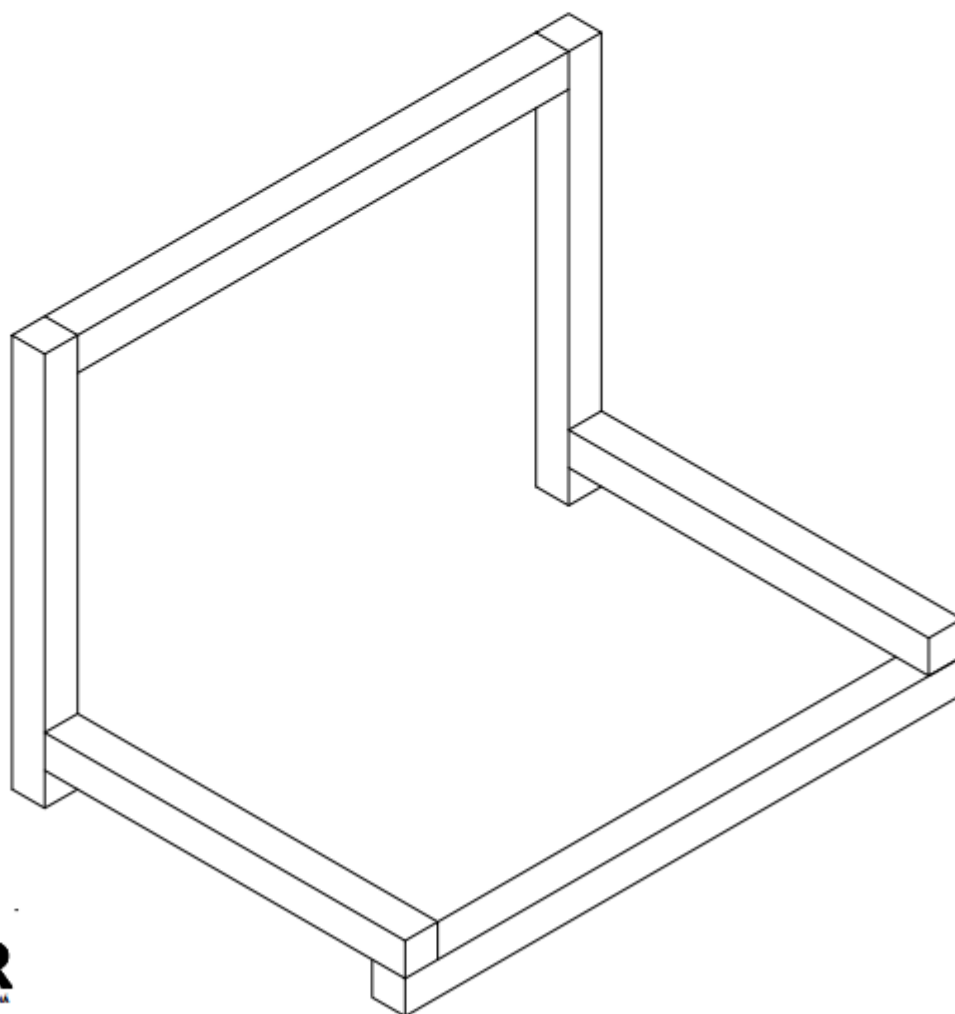
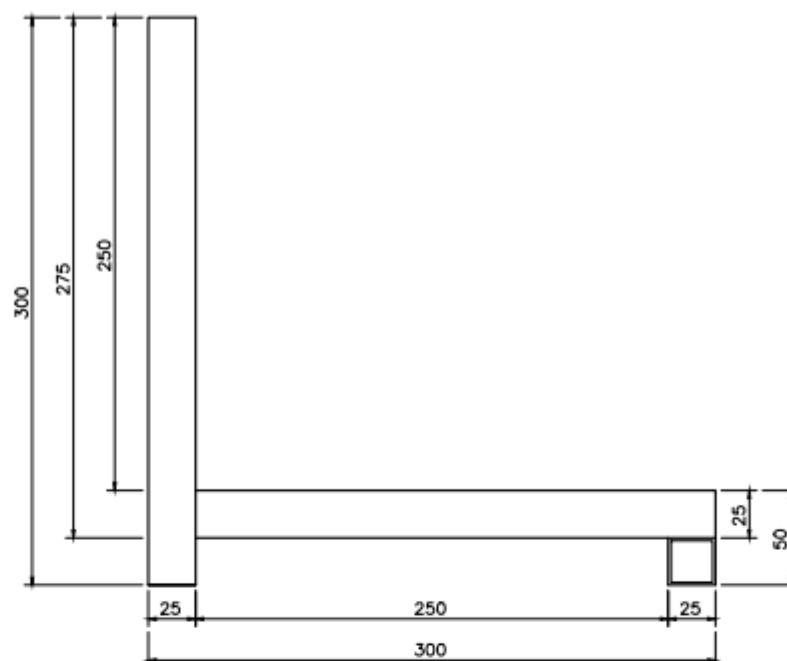
ESCALA:  
1 : 4

FOLHA:  
UTFPR-10-CP

ALUNO:  
Luiz Francisco Batista Sampaio

ORIENTADORES: Miguel Angel Chincaro Bemuy  
Rafael Rodrigues da Silva

DATA:  
02/01/2.014



**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA DO PARANÁ

CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA: Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível

ASSUNTO: Estrutura da Base - Lateral e Isométrico

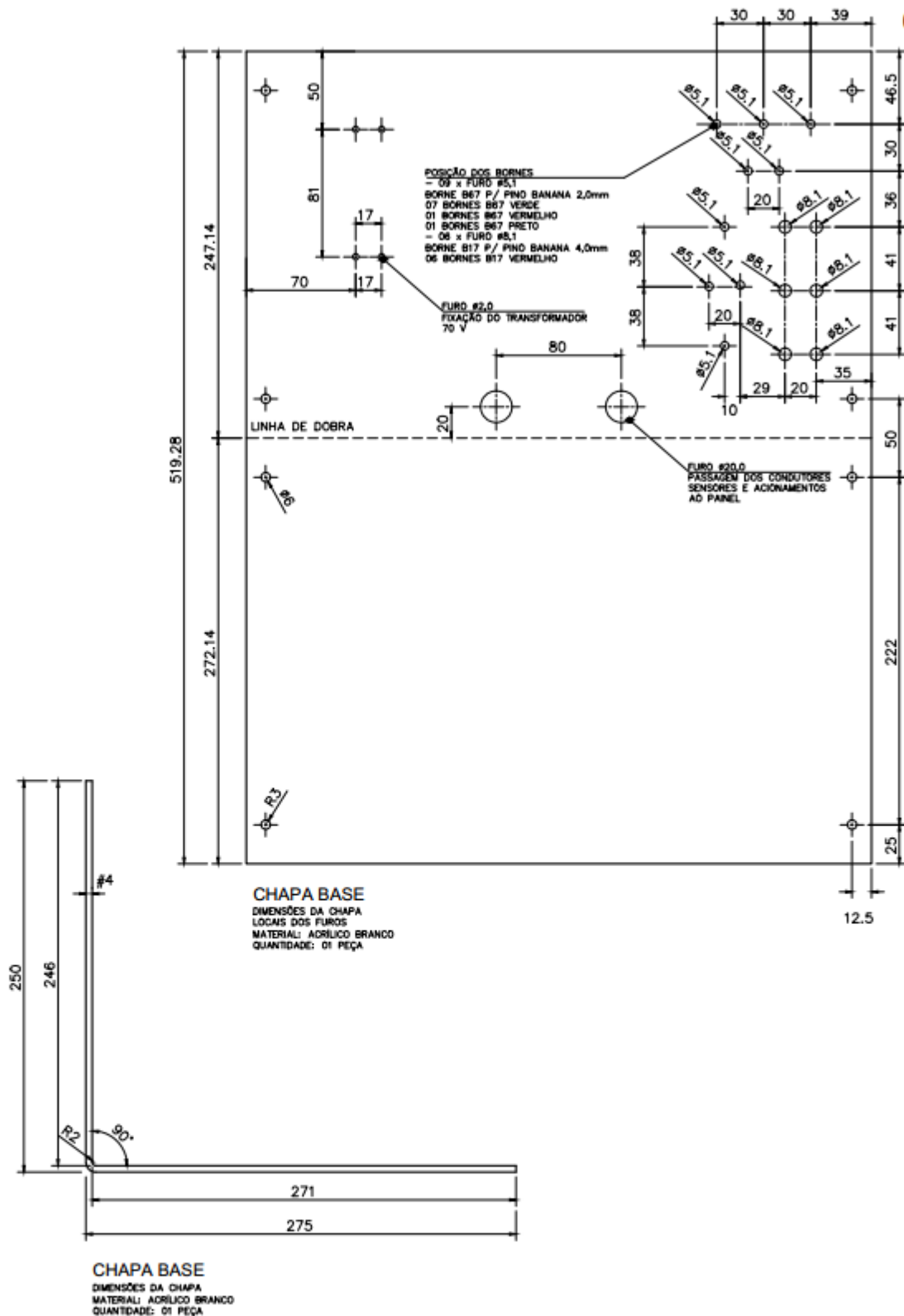
ESCALA:  
1 : 4

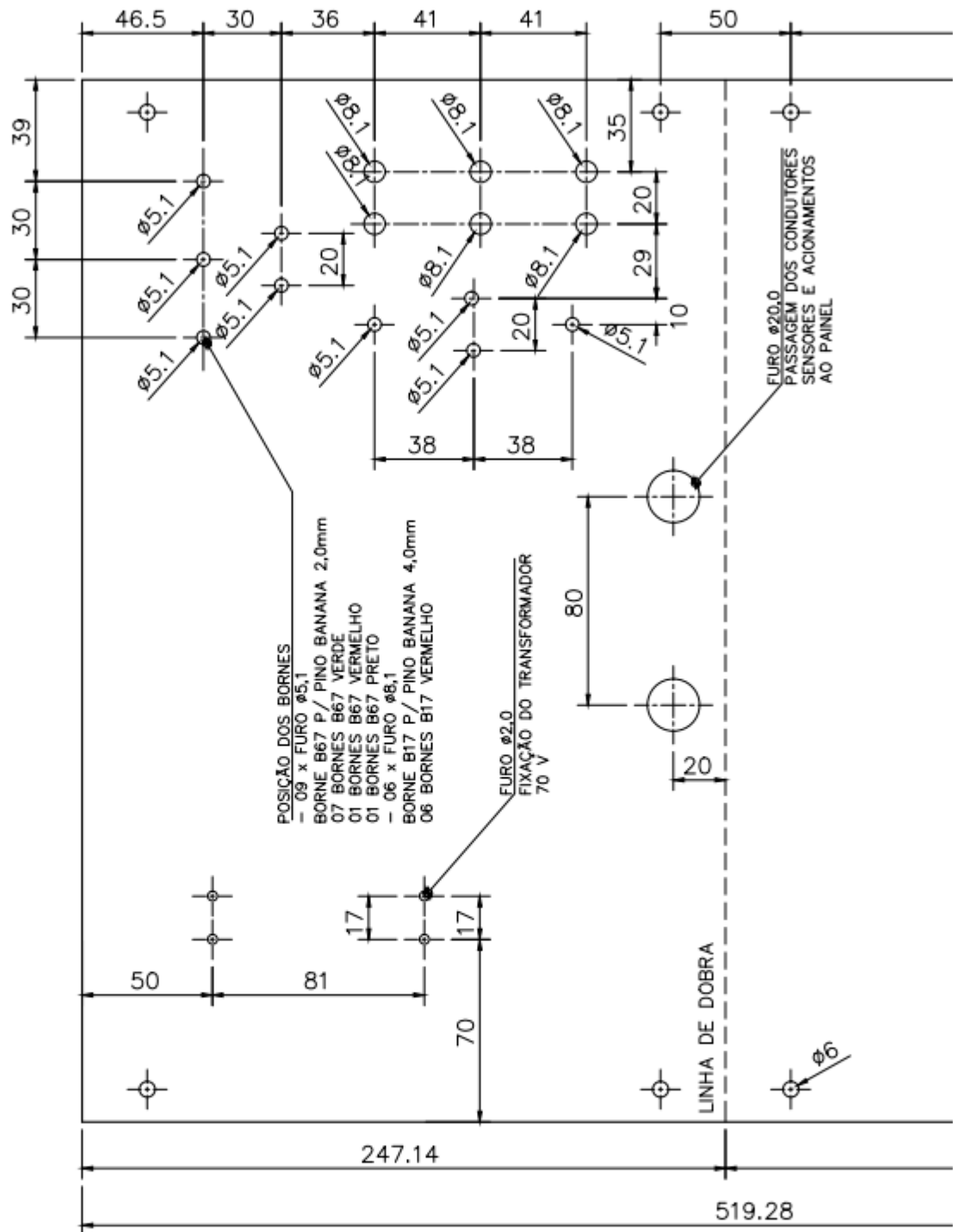
FOLHA:  
UTFPR-11-CP

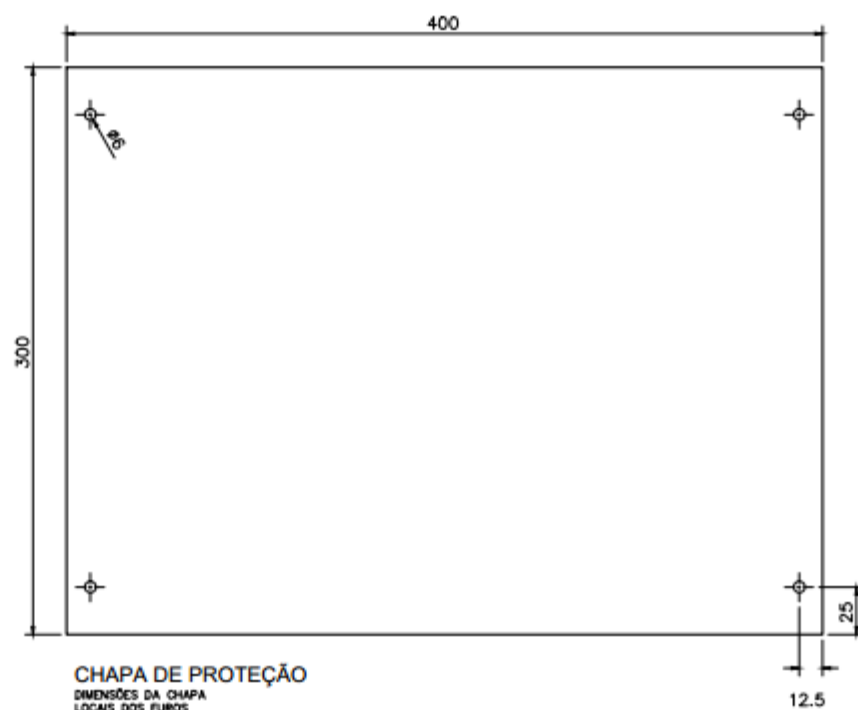
ALUNO:  
Luiz Francisco Batista Sampaio

ORIENTADORES: Miguel Angel Chincaro Bernuy  
Rafael Rodrigues da Silva

DATA:  
02/01/2.014





**CHAPA DE PROTEÇÃO**

DIMENSÕES DA CHAPA  
LOCALS DOS FUROS  
MATERIAL: ACRÍLICO BRANCO  
QUANTIDADE: 01 PEÇA



CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO

DISCIPLINA:	Trabalho de Conclusão de Curso: Módulo Didático de Controle de Temperatura e Nível	
ASSUNTO:	Estutura Base: Chapa de Proteção	ESCALA: 1 : 4
ALUNO:	Luiz Francisco Batista Sampaio	ORIENTADORES: Miguel Angel Chincaro Bernuy Rafael Rodrigues da Silva
		FOLHA: UTFPR-14-CP
		DATA: 02/01/2.014

## ANEXO D - Manual da Bomba d'água



### MANUAL DO PROPRIETÁRIO

#### MOTO BOMBA **SARLO**

A moto bomba **SARLO** foi projetada pela **Sarlobetter**, para funcionar como bomba de circulação ou acoplada a um filtro biológico de fundo, em aquários de água doce ou salgada, também tem aplicação em pequenas fontes e chafarizes.

Silenciosa e eficaz, esta moto bomba produz intensa movimentação de água, com baixo consumo de energia elétrica. Seu desenho moderno a tornou bastante versátil e compacta. Os componentes elétricos das bombas **Sarlobetter** são totalmente imersos em resina epóxi o que as tornam seguras contra choque elétrico mesmo trabalhando continuamente submersas.

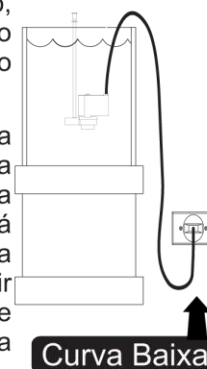
#### PRECAUÇÕES IMPORTANTES

**CUIDADO:** Para evitar ferimentos, as seguintes precauções básicas de segurança devem ser observadas e seguidas:

**PERIGO** Para evitar a possibilidade de choques elétricos, cuidados especiais devem ser tomados no uso de equipamentos no aquário. Caso o equipamento seja danificado não tente você mesmo fazer o conserto; envie o equipamento para um revendedor ou descarte-o.

- Não opere qualquer equipamento que tenha a tomada ou o cabo elétrico danificado, esteja funcionando mal, tenha caído ou que tenha algum tipo de dano. O cabo elétrico deste equipamento não pode ser substituído; caso ele seja danificado, o equipamento deve ser descartado.

- Para evitar a possibilidade da tomada ou plugue do equipamento se molhar, faça uma "Curva Baixa" no cabo elétrico do aparelho conforme demonstrado na figura ao lado, a "Curva Baixa" consiste na parte do cabo que fica abaixo do nível da tomada ou conector, caso seja utilizada uma extensão, este procedimento impedirá que a água escorra pelo mesmo atingindo a tomada. Caso o plugue ou a tomada forem molhados, desligue o fusível ou disjuntor que alimenta a tomada. A seguir desligue o cabo e examine a existência de água na tomada providenciando para que tudo esteja seco antes de ligar o equipamento novamente. **NUNCA** toque em uma tomada energizada molhada pois o risco de choque é muito grande.



- É necessária uma supervisão rígida quando qualquer equipamento é usado por crianças ou na proximidade delas.

- Para evitar ferimentos não toque em partes móveis ou quentes como aquecedores, bulbos de lâmpadas ou refletores.

- Sempre desligue os equipamentos que não estejam sendo usados; faça o mesmo quando retirar ou colocar peças e antes da limpeza. Para desligar o equipamento segure o plugue e puxe-o da tomada. Jamais desligue o plugue puxando pelo cabo elétrico.

- Utilize o equipamento apenas para os fins aos quais o mesmo foi projetado (o mesmo é inadequado para funcionamento em piscinas ou banheiras, por exemplo). Para um funcionamento seguro do equipamento utilize apenas os acessórios recomendados pela **Sarlobetter**.

- Não instale ou guarde o equipamento em locais onde esteja exposto ao tempo ou temperaturas abaixo de 0°C (temperatura de congelamento da água).

- Tenha certeza que o equipamento esteja seguramente instalado antes de ligá-lo.

- Leia e siga todos os avisos importantes sobre o equipamento.

- Caso seja utilizada uma extensão elétrica use um cabo com a capacidade correta. Um cabo inadequado à potência do equipamento pode sobre aquecer. Instale o fio de forma que não se tropece nele ou se corra o risco de puxá-lo acidentalmente.

- A bomba deve trabalhar totalmente submersa. Fazer a bomba trabalhar sem água pode causar danos irreversíveis a mesma.

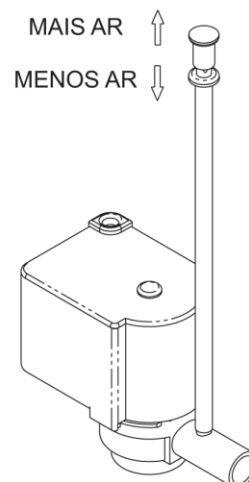
#### GUARDE ESTAS INSTRUÇÕES



## INSTALAÇÃO

**CUIDADO:** Desligue os fios de todos os equipamentos que estejam dentro do aquário antes de colocar a mão na água.

- Escolha a posição mais adequada para instalar a moto bomba e gire a voluta posicionando a saída de água para a direção desejada.
- Para introduzir ar no aquário, encaixe a mangueira e a válvula que acompanham a bomba na saída de água da mesma, a quantidade de ar pode ser regulada abrindo-se ou fechando-se a válvula.
- Se a bomba for instalada na torre do filtro de fundo, encaixe a mesma no tubo, a bomba deve obrigatoriamente ser instalada totalmente submersa.
- A utilização de areia ou cascalho muito finos requer a instalação de uma peneira para impedir que estas partículas atinjam a bomba, evitando entupimento ou travamento da mesma.
- Ligue a moto bomba na tomada **respeitando a voltagem indicada na mesma**. O desrespeito a esta instrução pode causar danos irreparáveis ao equipamento.



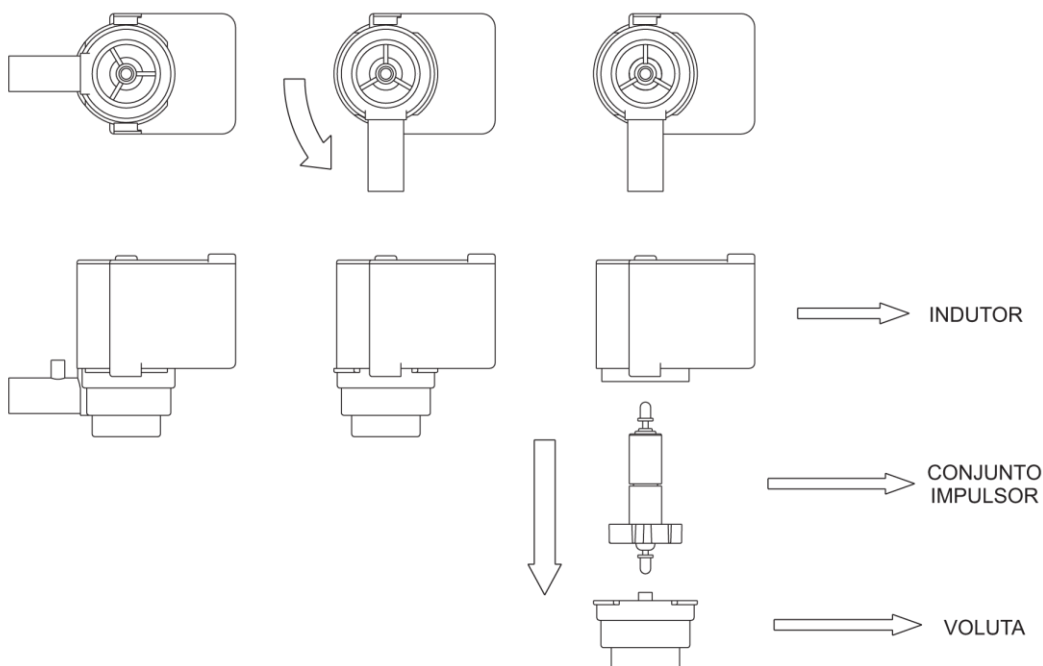
## MANUTENÇÃO

A moto bomba **SARLO**, dispensa qualquer tipo de lubrificação ou manutenção. Com o passar do tempo é possível que haja acúmulo de limo e sujeira na cavidade do conjunto impulsor, o que pode dificultar o funcionamento da bomba. Para determinar se a limpeza do equipamento é necessária, ligue e desligue a bomba da tomada algumas vezes observando se a mesma funciona prontamente, caso seja observada alguma falha na partida deve-se realizar a limpeza.

Para desmontar a bomba, gire a voluta posicionando-a conforme mostrado abaixo, desencaixe-a do indutor, retire o impulsor e faça a limpeza de todas as peças com água.

Para montar siga o caminho inverso, ou seja, coloque o impulsor dentro do indutor, encaixe a voluta na mesma e gire a mesma para travá-la.

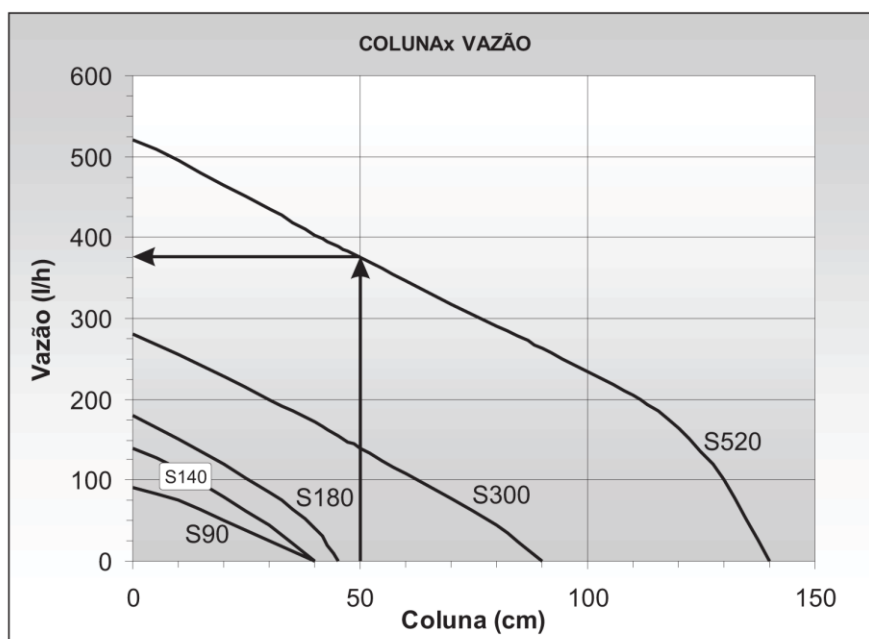
As peças de reposição podem ser solicitadas ao revendedor de sua preferência.



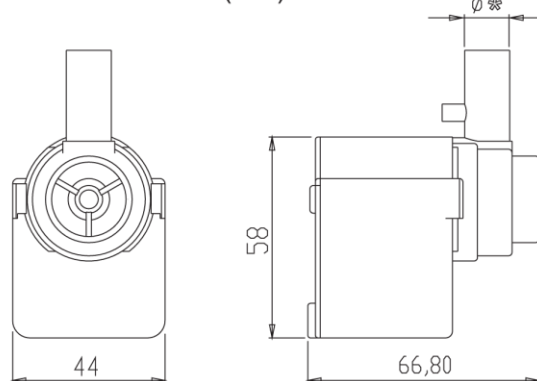
### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

MODELO	V	Hz	W	Q max l/h	H max mca
<b>S90</b>	110	60	4	90	0,40
	220				
<b>S140</b>	110	60	4	140	0,40
	220				
<b>S180</b>	110	60	5	180	0,45
	220				
<b>S300</b>	110	60	7	280	0,89
	220				
<b>S520</b>	110	60	8	520	1,40
	220				

Quando a moto bomba for utilizada para movimentar água em desnível (Ex.: Circulação de água entre o aquário e um sistema de filtragem que se encontra em baixo do mesmo ("sump") ou fontes), haverá uma queda na vazão proporcional a coluna de água conforme demonstrado no gráfico abaixo. Para determinar qual será a vazão de água a determinada altura, basta traçar uma reta vertical do valor da coluna de água desejada até cruzar a curva do gráfico. A partir deste ponto trace nova reta horizontal até encontrar o valor da vazão. Podemos observar no exemplo abaixo que para uma coluna de 50 cm a vazão correspondente na curva da moto bomba S520 é cerca de 375 l/h.

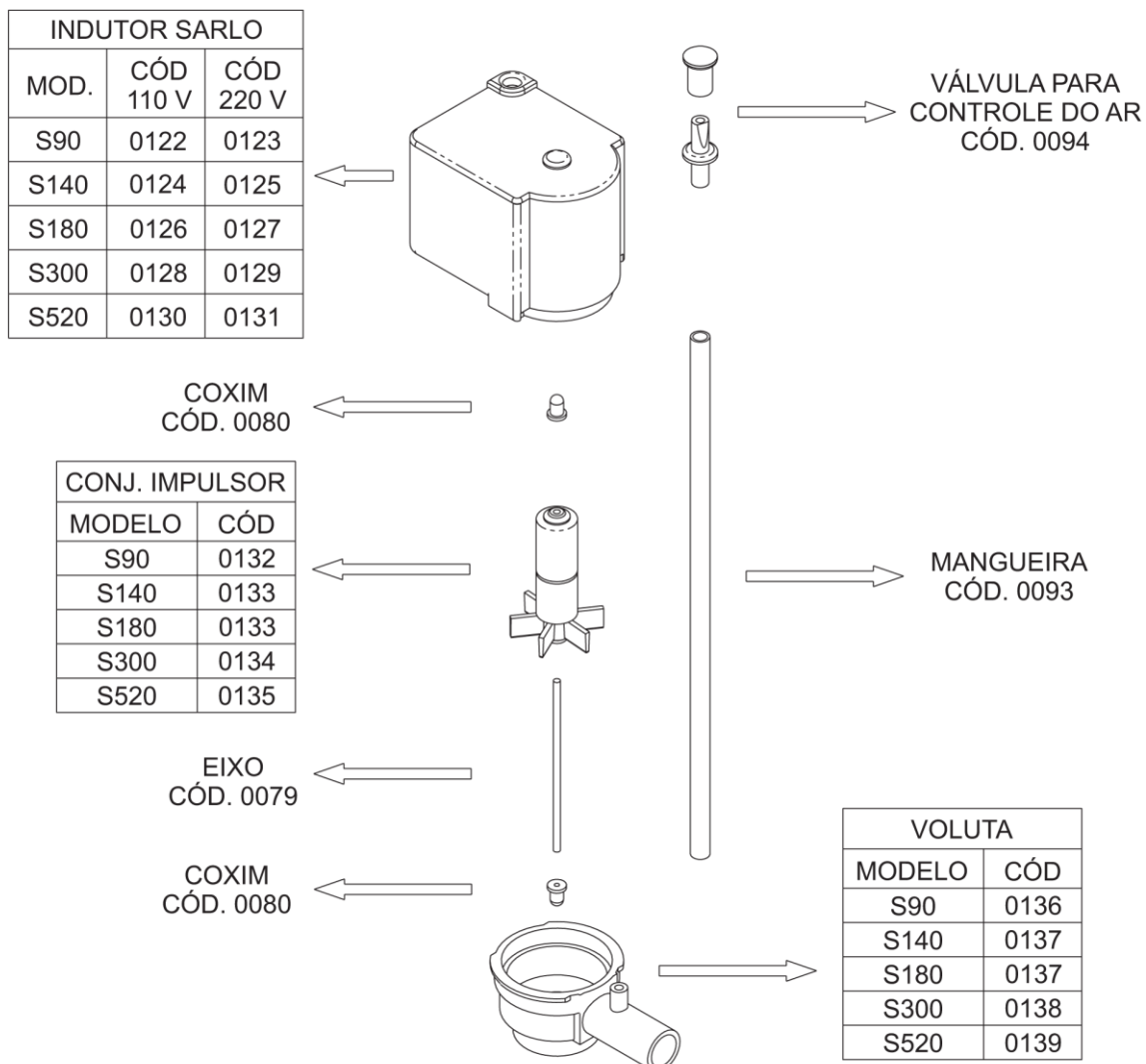


### DIMENSÕES (mm)



* DIAM. SAÍDA	
MODELO	Ø
S90	9
S140	9
S180	9
S300	9
S520	13

## PEÇAS DE REPOSIÇÃO



## GARANTIA

Este equipamento está garantido contra defeitos de materiais ou fabricação pelo período de 12 meses, a partir da data da compra. Esta garantia fica automaticamente cancelada, caso seja constatado uso inadequado, negligência ou adulteração.

A garantia limita-se à moto bomba, excluindo, quaisquer responsabilidades por perdas ou danos relativos a organismos vivos ou substâncias contidas no tanque. Para a manutenção dentro do período de garantia, devolva o equipamento na loja onde foi comprado, ou diretamente à **Sarlobetter**. O produto será reparado ou trocado após análise da fábrica, sem custos de materiais ou mão de obra. É do comprador toda responsabilidade por eventuais despesas de transporte do produto ao revendedor ou à **Sarlobetter**.

Caso você tenha algum problema ou dúvida quanto ao funcionamento ou operação deste produto, permita-nos ajudá-lo antes de devolvê-lo ao revendedor, através de contato por telefone, carta ou e-mail.

Atendimento ao cliente:

**Sarlobetter** Equipamentos Ltda.

Al. São Caetano, 2315 Bairro Santa Maria CEP 09560-500 São Caetano do Sul - SP  
PABX: (11) 4220-2011

e-mail: [sarlobetter@sarlobetter.com.br](mailto:sarlobetter@sarlobetter.com.br) site: [www.sarlobetter.com.br](http://www.sarlobetter.com.br)

