

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

**LUCAS WESLEY BITENCOURT VERGARA**

**SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DISPENSADA NO  
PROCESSO DE DESTILAÇÃO NO LABORATÓRIO J-12 CÂMPUS  
MEDIANEIRA.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MEDIANEIRA  
2012**

**LUCAS WESLEY BITENCOURT VERGARA**

**SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DISPENSADA NO  
PROCESSO DE DESTILAÇÃO NO LABORATÓRIO J-12 CÂMPUS  
MEDIANEIRA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção do grau de Tecnólogo, do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

Professor Orientador: Me. Jorge Kawahara

Prof. Co-orientador: Me. Amauri Massochin

**MEDIANEIRA  
2012**



## TERMO DE APROVAÇÃO

### SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DISPENSADA NO PROCESSO DE DESTILAÇÃO NO LABORATÓRIO J-12 CÂMPUS MEDIANEIRA.

Por

**LUCAS WESLEY BITENCOURT VERGARA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 19:00 h do dia 10 de Outubro de 2012 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Medianeira. O acadêmico foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Me. Jorge Kawahara  
UTFPR – *Câmpus* Medianeira  
(Orientador)

---

Prof. Me. Dirceu de Melo  
UTFPR – *Câmpus* Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. Me. Amauri Massochin  
UTFPR – *Câmpus* Medianeira  
(co-orientador)

---

Prof. Me. Yuri Ferruzzi  
UTFPR – *Câmpus* Medianeira  
(Responsável pelas atividades de TCC)

**A Folha de Aprovação assinada encontra-se na coordenação do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial.**

Para Artur Vergara, que recém vindo ao mundo o desfrutará da forma na qual indivíduos como nós ofertamos a ele e tantos outros.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus pela vida e também a pela oportunidade de ajudar na conservação da obra de sua criação.

Aos meus pais Wesley e Eva pelo apoio e suporte durante os anos de formação acadêmica bem como todos os anos de minha vida.

Agradeço de forma especial ao meu irmão Tiago e sua esposa Juliana pelo incentivo e apoio técnico.

As laboratoristas do curso de Tecnologia em Alimentos por toda a ajuda e esforço na realização deste trabalho.

## RESUMO

Vergara, Lucas Wesley Bitencourt. Sistema de reaproveitamento de água dispensada na destilação no laboratório J-12, UTFPR campus Medianeira. TCC – Curso de graduação em Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2012.

A água é um bem natural indispensável para a manutenção da vida da terra bem como os demais seres que nela habitam. Utilizá-la de forma racional não mais se restringe a uma opção individual, mas uma obrigação coletiva. O projeto aqui descrito permite a reutilização de uma considerável parcela de água dispensada no processo de destilação do laboratório J-12, através da aplicação de uma moto-bomba controlada por um circuito elétrico com contadores e dispositivos eletromecânicos para acionamento. A aplicação deste sistema destina-se em bombear uma quantidade de água vinda de um reservatório primário para um reservatório secundário em uma elevação superior, que por sua vez entrega esta água novamente ao aparelho de destilação do laboratório, possibilitando assim a reutilização de uma água que antes era dispensada no sistema de esgoto do próprio laboratório.

Palavras chave: Água. Reutilização.

## **ABSTRACT**

Vergara, Lucas Wesley Bitencourt. System to re-use the water used in distillation in the J-12 laboratory, UTFPR Medianeira campus. TCC - undergraduate course in Technology in Maintenance Industrial, Federal Technological University of Paraná. Medianeira. 2012.

Water is a natural good essential to the maintenance of life on Earth as well as the other beings that inhabit on it. The rational use is not a personal option but a collective due. The described project allows the re-use of a considerable amount of water used in the distillation process in the J-12 laboratory, through the use of a water pump controlled by an electric circuit with water meters and electromechanical devices to be set in motion. The use of this system intends to pump an amount of water that comes from a primary tank into a secondary tank on a superior height, which in turn delivers this water again to the distillation device in the laboratory, enabling the re-use of this water once drained out on the wastewater system of the laboratory.

Key words: Water, Re-use.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – APARELHO DESTILADOR.....	16
FIGURA 02 - RESERVATÓRIO PRIMÁRIO.....	17
FIGURA 03 - RESERVATÓRIO DE RESFRIAMENTO.....	18
FIGURA 04 - DISJUNTOR BIPOLAR 10A.....	21
FIGURA 05 - CONTATOR.....	22
FIGURA 06 - PAINEL DE COMANDO.....	23
FIGURA 07 - APARELHO DESTILADOR E PAINEL DE COMANDO.....	24
FIGURA 08 -SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA.....	24
FIGURA 09 - CIRCUITO DE COMANDO.....	26
FIGURA 10 - CIRCUITO DE FORÇA.....	26



## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - VOLUME DE ÁGUA EM LITROS.....	17
---	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETVOS</b>	<b>11</b>
2.1 OBJETVO GERAL	11
2.1 OBJETVO ESPECÍFICO	11
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>12</b>
3.1 A ÁGUA	12
3.2 ÁGUA DESTILADA	14
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>15</b>
4.1 LOCAL DA APLICAÇÃO DO TRABALHO	15
4.2 O DESTILADOR	15
4.3 MATERIAIS HIDRÁULICOS	16
4.3.1 Reservatório primário	17
4.3.2 Reservatório de resfriamento	18
4.3.3 Tubos	19
4.3.4 Joelhos	19
4.3.5 Adesivo aquatherm	19
4.3.6 Conexões	20
4.3.7 Adaptador flange 3/4"	20
4.3.8 Adaptador para mangueiras	20
4.4 MATERIAS ELÉTRICOS	21
4.4.1 Disjuntores e chave liga e desliga	21
4.4.2 Contator	21
4.4.3 Chave bóia	22
4.4.4 Cabos e conectores	22
4.4.5 Sinalização	23
4.4.6 Painel de comando	23
4.5 DISPOSIÇÃO FINAL DO EQUIPAMENTO	24
4.6 DIAGRAMA ELÉTRICO E FUNCIONAMENTO	25
4.7 MOTO-BOMBA E DIMENSIONAMENTO	27
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>30</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES DE FUNCIONAMENTO	31
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trabalho de conclusão de curso a seguir descrito tem como objetivo a aplicação prática de conceitos e fundamentos técnicos estudados durante a jornada acadêmica do curso superior em Tecnologia em Manutenção Industrial, propiciando assim uma formação acadêmica de maneira consistente, pois cria para o indivíduo certas experiências e situações exigidas frente a possíveis problemas técnicos e de resoluções práticas que porventura venham a existir e preparando-o assim para certas atividades e funções que possa vir a enfrentar em indústrias e ou empresas.

O trabalho contém informações referentes à necessidade da elaboração do projeto de reaproveitamento de água que antes era dispensada de maneira que não possibilitava seu reuso, além de informações técnicas descritivas do funcionamento e elaboração de todo o projeto. A idéia do projeto iniciou-se após uma comunicação informal com as técnicas laboratoristas sobre a possibilidade de reaproveitamento da água descartada na pia do laboratório oriunda do aparelho destilador que despejava esta água após o processo de destilação. Para a resolução desta situação foi desenvolvido um projeto capaz de armazenar a água dispensada e disponibilizá-la para novamente ser utilizada no aparelho destilador, reduzindo assim significativamente o uso da água proveniente da rede hidráulica da UTFPR - Câmpus Medianeira.

Os materiais elétricos e hidráulicos utilizados nesse projeto são conhecidos e facilmente encontrados em casas comerciais do ramo, bem como a associação dos mesmos não configura algo inédito, porém o projeto instalado além de propiciar contato direto com a montagem dos mesmos vem a eliminar uma atividade indesejada de desperdício de um recurso natural no laboratório do curso de alimentos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Possibilitar o reaproveitamento da água dispensada no processo de destilação realizada no laboratório J-12 da UTFPR - Câmpus Medianeira.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Projetar e construir um sistema que armazene e disponibilize água para possível reutilização, utilizando uma moto-bomba comandada por boias que acionam um contator a partir de níveis de água pré estabelecidos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 A ÁGUA

Segundo LIBÂNIO (2008) a água é o constituinte indispensável para a manutenção e sobrevivência do planeta terra e dos que nele habitam. Presente em 75% da superfície da terra a água também é responsável pela formação física dos seres vivos, sendo mensurável na ordem de dois terços do corpo humano e chegando a 98% em certos animais aquáticos e alguns do reino vegetal.

Sendo assim, somos influenciados diretamente em nosso metabolismo de acordo com essa interação direta dos seres vivos com a água, resultando assim no nosso bem estar físico ou não de acordo com essa influência.

Estima-se em 10000 anos atrás o direcionamento humano ao cultivo de plantações para seu sustento não se desfazendo desta maneira da caça mas sim somando o cultivo de alimentos a partir do uso da água, o que conseqüentemente reforçou a mudança de comportamento humano em relação ao seu estilo nômade, fazendo com que começasse a surgir pequenos povoados e posteriormente cidades em prol da agricultura (LIBÂNIO, 2008).

Para LIBÂNIO (2008) a disponibilidade hídrica mundial se mostra com 97% do total encontradas em mares, oceanos e lagos na forma salgada, isto é imprópria para consumo humano na forma direta. Os demais 3% da água são considerados água doce, própria para consumo o que não significa disponibilidade total, pois nessa parcela de água doce 72% se encontram em calotas polares, 27% em aquíferos (localização subterrânea), e o restante em lagos, rios, nuvens etc.

Conforme LIBÂNIO (2008) o pequeno percentual de água doce e potável disponível nos leva a uma educação desta parcela de água de forma racional. Educação esta que se soma aos dizeres de BOFF (1999) quando diz que a educação deve incluir a sociedade e a sociedade deve incluir a sustentabilidade em seus hábitos, pois conforme sua definição de sociedade sustentável é aquela que utiliza os recursos naturais em quantidades suficientes para tal respeitando os demais seres do meio ambiente, preservando estes recursos para futuras gerações que também farão deles uso.

Para BOFF (1999) isto não quer dizer que o ser humano não deva consumir, mas sim consumir de forma responsável e não precisando regredir ou voltar ao passado para isso, mas utilizando dos conhecimentos e tecnologias atuais para auxiliar nessa nova maneira de ser e pensar de uma sociedade sustentável.

BOFF (1999) vai além, quando diz que teremos na sociedade a sustentabilidade quando tivermos desenvolvimentos que tenham como objetivo satisfazer nossas necessidades sem comprometer a integridade dos recursos naturais, além da obrigação de exercer o dever de respeitar o direito de futuras gerações de usufruir desses recursos para seu sustento e herdando assim um planeta sadio com seu ecossistema preservado.

Neste contexto é nitidamente perceptível a necessidade latente do homem de agir em prol da conservação pontual dos recursos naturais em diversos setores de sua relação social, como local de trabalho, residência, indústrias, universidades, vias públicas, rodovias, hidrovias, campo, mar, atmosfera e etc.

Tomando a água como um recurso natural de extrema importância, podemos inserir no modo de pensar e agir do homem uma mudança de comportamento frente ao seu uso, pois conforme LIBÂNIO (2008) os recursos hídricos potáveis e consumíveis disponibilizam-se em percentuais pequenos, como já anteriormente citados, o que nos leva a assumir algumas responsabilidades frente ao seu uso, principalmente para aqueles que possuem o conhecimento e ou acesso a tecnologia como os indivíduos que estão presentes no universo acadêmico por exemplo.

BOFF (1999) explana o pensamento básico que muitas vezes parece ter sido esquecido ou apagado de nossas mentes, de que tudo que vive precisa ser alimentado, e como parte integrante dos seres vivos, temos que cuidar de tudo aquilo que nos alimenta ou nos auxilia na nossa maneira de viver e se desenvolver, que é preservar, cuidar e respeitar todos os recursos naturais para a existência sadia de todos os seres vivos.

Por fim deve-se ter a clareza que o maior agente transformador no que diz respeito a conservação e uso dos bens naturais não são a tecnologia, métodos ou inovações e sim o modo de agir do ser humano, pois de nada vale toda a tecnologia atual se não for utilizada com o intuito de atender a consciência humana de preservação.

### 3.2 ÁGUA DESTILADA

A água destilada é uma água obtida através de um processo de destilação, onde o vapor d'água obtido através do processo de aquecimento e condensação segrega-se da quantidade de água original, sendo assim temos uma água pura livre de cálcio, flúor, cloro etc. Serve como reagente ou solvente nas atividades práticas de laboratório. A água destilada até pode ser ingerida embora não deva ser substituída pela água tratada, pois não possui minérios e tratamentos adequados para o nosso consumo (LIBÂNIO, 2008).

A água descartada no processo de destilação pode ser reutilizada, para diversos fins bem como no próprio processo de destilação.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DA APLICAÇÃO DO TRABALHO

O local de aplicação e construção do trabalho de conclusão de curso é o laboratório J-12 da UTFPR - Câmpus Medianeira. É um laboratório de análises e ensaios utilizado principalmente pelos alunos do curso de Tecnologia em Alimentos. É uma sala dotada de diferentes equipamentos como o contador de colônias que é um aparelho utilizado para melhor visualização da morfologia de colônias de bactérias ou fungos em placas de Petri de até 120 mm de diâmetro, possui iluminação através de lâmpada fluorescente e visibilidade através de lupa de aumento de 1,5 vezes. Também equipa o laboratório um microscópio ótico, instrumento utilizado para possibilitar a visualização de microorganismos, como bactérias e fungos, apresenta ampliação máxima em 1200 vezes. Banho Maria microprocessado, possui diversas utilidades dentro de um laboratório: fermentação, solubilização, liquefação, refrigeração, etc.

Estufa bacteriológica: possui a finalidade de fornecer um ambiente favorável para o crescimento microbiológico, com a manutenção de uma determinada temperatura. Câmara de fluxo laminar é cabine provida de lâmpada ultravioleta, sistema de circulação e filtração de ar interna, com o objetivo de manipular amostras ou microorganismos de forma segura, ou seja, sem contaminações.

### 4.2 O DESTILADOR

O aparelho destilador (figura 1) é um equipamento que destila água através do processo de aquecimento de água, através da evaporação da mesma onde posteriormente será submetida a condensação dentro do próprio aparelho, fornecendo assim a água destilada.



O aparelho é da marca QUIMIS modelo Q-341-210, trabalha com uma tensão nominal de 220 Volts e possui uma resistência blindada de 7000 Watts. Possui um



Figura 1 – Aparelho destilador

dispositivo de segurança de auto desligamento no caso de ausência de água na entrada do mesmo evitando assim a queima da resistência bem como o aparelho como um todo.

#### 4.3 MATERIAIS HIDRÁULICOS

Para a montagem do sistema de reaproveitamento, foram utilizados materiais hidráulicos encontrados facilmente no comércio. A associação desses materiais possibilitou a construção deste trabalho, embora o princípio de funcionamento não seja algo inédito, apenas trata-se de um bombeamento de água de diferentes recipientes através de uma moto-bomba por partida direta acrescido da adaptação física hidráulica para o devido local aplicado, o laboratório J-12.

#### 4.3.1 Reservatório primário

O reservatório primário (figura 2) trata-se de um recipiente confeccionado em vidro nas dimensões de 70 cm de comprimento por 33 cm de largura e 70 cm de altura, possibilitando assim um volume total de 161,7 litros. Cada vidro possui a espessura de 5 mm e foram colados com cola do tipo silicone transparente.



Figura 2 – Reservatório primário

A escolha do volume do reservatório primário foi baseado nas medições de vazão e temperatura feitas no local conforme a tabela a seguir:

**Tabela 01 – Volume de água em litros no processo de destilação no laboratório J-12 UTFPR Câmpus Medianeira – 2012**

	1 segundo	60 segundos	120 segundos	1285 segundos	temperatura °C
Água destilada	0,007	0,46	0,93	10	27
Água descartada	0,07	0,42	8,40	90	55

Ou seja, ao atingir o volume de água destilada de 10 litros, que é o volume do recipiente para a água destilada, temos 90 litros de água descartada. Portanto 90

litros foi o volume mínimo necessário para a montagem do mesmo. Foi necessário considerar também um volume de água de aproximadamente 35 litros constante no reservatório a fim de que se tenha a segurança que a moto-bomba partirá sempre com água, evitando a entrada de ar. O volume restante serve para regulagem das bóias caso queira alterar o volume de água a ser bombeado além da montagem das mesmas.

A opção pela confecção em vidro de espessura de 5 mm foi pela resistência a temperatura da água descartada e pela praticidade da montagem.

#### 4.3.2 Reservatório de resfriamento

O reservatório de resfriamento (figura 3) é uma caixa d'água de fibra de vidro com um volume total de 500 litros. Serve para receber a água vinda da moto-bomba e possui saída de água para o aparelho destilador.



Figura 3 – Reservatório de resfriamento

#### 4.3.3 Tubos

Os tubos utilizados no projeto são da linha *aquatherm* da tigre, possuem a capacidade de condução de água até 80°C. A opção por estes tubos deve-se ao fato de transportar a água proveniente do destilador que encontra-se em torno de 50°C, atuando então com uma boa margem de segurança no aspecto de temperatura. Possuem um diâmetro nominal externo de 22 mm e um diâmetro interno de 19 mm e especificamente neste projeto totalizam um comprimento de 8,7 m da moto-bomba até o reservatório de resfriamento.

#### 4.3.4 Joelhos

Os joelhos também são da linha *aquatherm* tigre, suportam as faixas de temperatura de trabalho dos tubos e possuem diâmetro nominal interno de 22 mm, totalizam o número de 5 unidades no projeto.

#### 4.3.5 Adesivo *aquatherm*

A solda fria de tubos e conexões da linha *aquatherm* difere da solda fria comumente feita, uma vez que devem ser feitas com adesivo especial para linhas *aquatherm*, recomenda-se também a não utilização de lixas nas partes a serem soldadas. A soldagem se faz por meio de aplicação do produto nas extremidades do tubo e na parte interna do joelho a ser soldado, após, o mesmo é inserido dentro do joelho e recebe um giro de 1/4 de volta para uma soldagem eficiente.

#### 4.3.6 Conexões

Para a saída da moto-bomba em direção ao reservatório de resfriamento, foi necessário fazer adaptações, uma vez que o tubo é liso e sua saída é com rosca de 3/4". Sendo assim, utilizou-se um adaptador de 22 mm x 1/2" juntamente com uma redução de 3/4" x 1/2", foi realizado a soldagem como já anteriormente descrito e nas extremidades com rosca foram utilizados uma fita *teflon* de espessura 18 mm.

#### 4.3.7 Adaptador flange 3/4"

O adaptador flange 3/4" é uma conexão fixada na entrada e saída da caixa de fibra, que recebe em sua entrada o tubo soldável *aquatherm* de 22 mm e foi encaixado ao flange através do adaptador soldável 22 mm x 1/2" já mencionado e na saída, fixado em uma mangueira transparente.

#### 4.3.8 Adaptador para mangueiras

O adaptador para mangueira tem a função de unir as mesmas utilizadas com as conexões roscáveis. O adaptador flange na saída da caixa d'água, saída do reservatório primário e sucção da moto-bomba possuem em uma extremidade a medida de 1/2" e na outra extremidade uma rosca de 1/2". Na extremidade acoplada a mangueira foram usadas as abraçadeiras de metal de 1/2" e para a extremidade roscável foi usado a fita *teflon* de 18 mm.

## 4.4 MATERIAS ELÉTRICOS

### 4.4.1 Disjuntores e chave liga e desliga

Foram utilizados no trabalho dois disjuntores bipolares de 10 ampéres cada (figura 4), sendo um destinado à proteção do circuito de comando, pois o comando está configurado a partir de um contator que atua com uma tensão de trabalho de 220 Volts em sua bobina e o segundo serve para proteção da moto bomba que também trabalha com uma tensão nominal de 220 Volts.

O circuito também possui uma chave liga e desliga que habilita o sistema para que funcione quando necessário ou interrompa o funcionamento a partir do seu acionamento.



Figura 4 – Disjuntor bipolar 10 A

### 4.4.2 Contator

O controle e acionamento do circuito é feito a partir da atuação do contator tripolar (figura 5) da marca Weg, modelo CW07-10-30d23 que possui em sua

configuração um contato do tipo (NA) normal aberto e funciona a partir de uma alimentação sobre os terminais A1 e A2 da bobina em 220 Volts.



Figura 5 – Contator

#### 4.4.3 Chave bóia

O projeto possui três chaves bóias marca Eletromar, modelo UKY-2 que são dispositivos eletromecânicos que funcionam como chaves na configuração normal aberto para as duas unidades que ficam no reservatório primário e normal fechado para a unidade que fica no reservatório de resfriamento.

#### 4.4.4 Cabos e conectores

O cabo utilizado para este projeto é um cabo de cobre flexível, com isolação em PVC 70°C, tensão nominal de 450/750 Volts, secção transversal de 1,5mm<sup>2</sup>, e possui uma capacidade nominal de 15 ampéres para a circulação de corrente. Para a conexão dos cabos nos terminais dos disjuntores e contator foram utilizados conectores que admitem fios e cabos de secção transversal de 1,0 mm<sup>2</sup> a 2,5 mm<sup>2</sup>.

#### 4.4.5 Sinalização

A sinalização visual que o circuito está funcionando é uma pequena lâmpada com tensão de trabalho de 220 Volts instalada no canto superior direito do painel de comando.

#### 4.4.6 Painel de comando

É um painel (figura 6) que reúne parte dos componentes elétricos como disjuntores, contator, chave liga e desliga e sinalização. Nele estão feitas as conexões elétricas necessárias para o funcionamento o circuito. O painel de comando situa-se acima da moto-bomba que por sua vez encontra-se instalada sob a bancada do laboratório próxima ao aparelho destilador (figura 7).

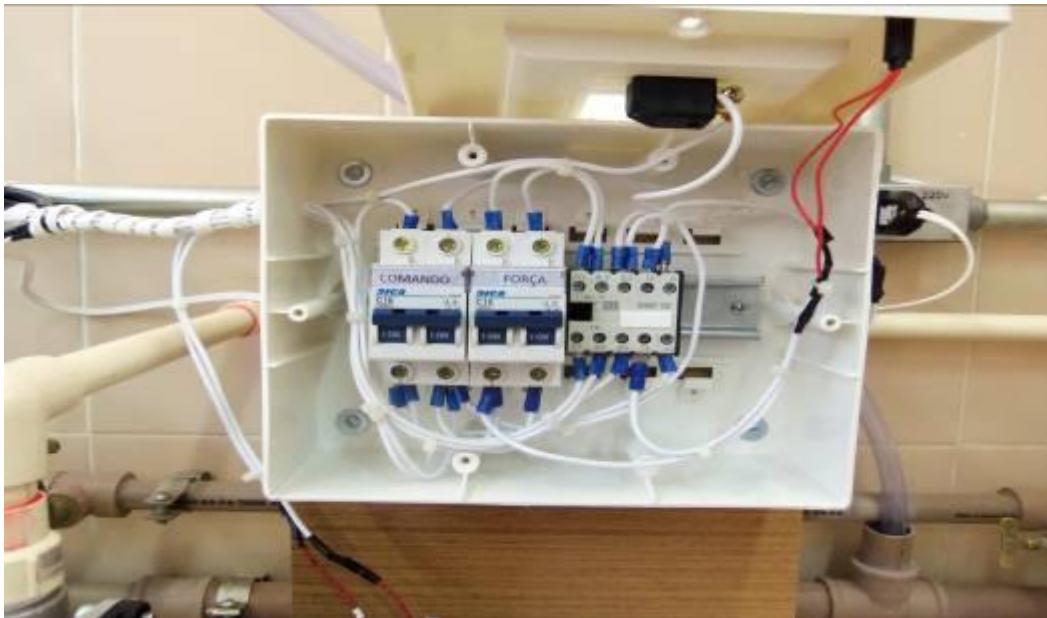


Figura 6– Painel de comando





Figura 7– Aparelho destilador e painel de comando

#### 4.5 DISPOSIÇÃO FINAL DO EQUIPAMENTO

O sistema de reaproveitamento de água (figura 8) ficou disponibilizado sob a bancada do laboratório, próximo ao aparelho destilador e de fácil manuseio pelos responsáveis laboratoristas. Durante o processo de montagem toda a fiação foi estanhada bem como a moto-bomba fixada na bancada e o reservatório primário fixado próximo ao painel de comando também.



Figura 8- Sistema de reaproveitamento de água

## 4.6 DIAGRAMA ELÉTRICO E FUNCIONAMENTO

A visualização dos diagramas elétricos do circuito de comando (figura 9) e circuito de força (figura 10) mostra o funcionamento do sistema. Seu desenvolvimento basicamente se dá por meio de bombeamento da água oriunda do reservatório primário até o reservatório de resfriamento. Para que o circuito funcione é necessário que a chave bóia 1 atinja o nível de água estabelecido para que passe da condição de normal aberto para normal fechado. Logo após o mesmo acontecer com a chave bóia 2, teremos então uma tensão de 220 volts atuando sobre os terminais de alimentação da bobina do contator permitindo que ele atue. Desta maneira os contatos normais abertos do contator fecham e permitem que a moto-bomba funcione, paralelamente teremos a sinalização de funcionamento do circuito conforme o acendimento da lâmpada de sinalização. Estas condições só serão alcançadas com a chave liga e desliga e os disjuntores na posição ligados.

Com o funcionamento da moto-bomba o reservatório tende a esvaziar passando a chave bóia 2 da condição de normal fechado para normal aberto, neste momento o circuito continua funcionando pois embora a chave bóia 2 esteja em série com a chave bóia 1, a bobina do contator continua energizada em seus terminais A1 e A2 através de um contato seu agora na condição normal fechado 5L3 e 6T3. Com o prosseguimento do esvaziamento do reservatório a chave bóia 1 passará da condição normal fechado para normal aberto cessando assim a alimentação da contatora e por sua vez sua desenergização voltando seus contatos a sua posição inicial (normal aberto) e retirando alimentação da moto-bomba.

Nesta condição de parada haverá uma quantidade mínima de água já definida por segurança para que a moto-bomba tenha garantida a condição de funcionamento sem ar, pois caso isso aconteça poderá ocasionar danos a lubrificação e resfriamento da mesma.

Quando o reservatório de resfriamento atingir seu limite de quantidade de água, a chave bóia 3 irá passar da condição normal fechado para normal aberto desabilitando o sistema de vez pois não permitirá a alimentação aos terminais da bobina do contator. Em qualquer momento do funcionamento se desligarmos a chave 1 (liga e desliga) encerraremos o fornecimento de fases nos terminais A1 e A2

desligando o circuito, estas últimas situações referentes a chave bóia 1 e chave liga e desliga se dá devido a sua associação em série no circuito.

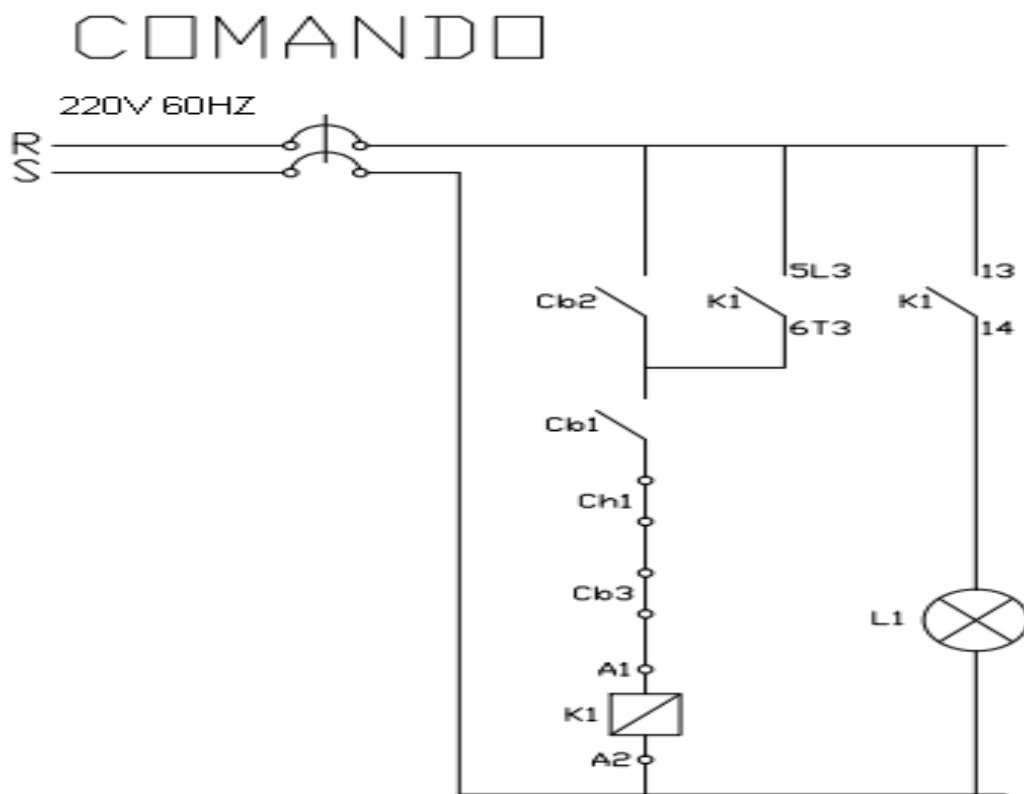


Figura 9– Circuito de comando

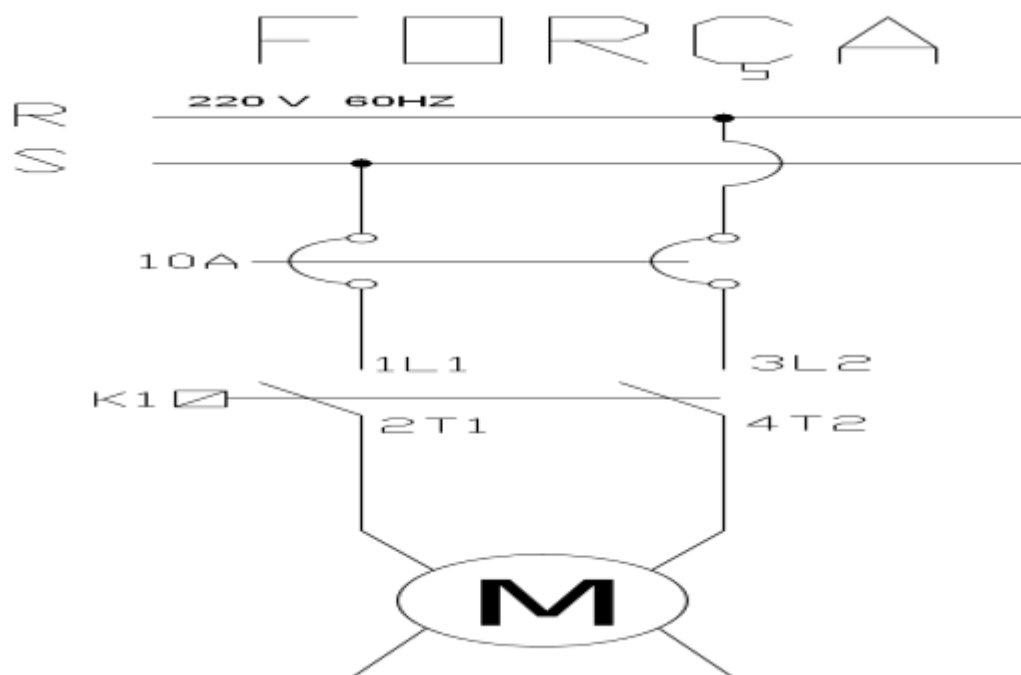


Figura 10 – Circuito de força

Caso o reservatório de resfriamento esteja cheio e o reservatório primário continue a receber água descartada do destilador a mesma será direcionada a pia da bancada para descarte através de uma mangueira do tipo cristal (transparente) por meio de um “*ladrão*” instalado na face superior do reservatório primário. Uma vez que o reservatório de resfriamento esteja na condição cheio, o mesmo poderá ceder água para o aparelho destilador bastando apenas abrir um registro do tipo esfera e fechando a torneira que outrora fornecia a água necessária para o processo de destilação.

#### 4.7 MOTO-BOMBA E DIMENSIONAMENTO

Foi utilizado neste trabalho um moto-bomba da marca DANCOR, modelo CAM-2, com potência nominal de 1/10 CV ou seja, aproximadamente 73,5 watts e funciona com uma tensão de trabalho de 220 Volts. Capacidade de sucção de uma altura de até 6 m e altura máxima para recalque de 11 m.

Para o dimensionamento deste equipamento foram necessárias algumas considerações relativas ao projeto como diâmetro nominal e comprimento total do tubo, número de joelhos altura para recalque e luva de emenda.

Primeiramente devemos considerar a vazão de água na entrada do reservatório primário, cujas as medições feitas no local (tabela 1) foram de 0,07 l/s (0,00007 m<sup>3</sup>/s).

Logo após o cálculo da velocidade:

$$V = Q/S$$

onde V: velocidade

Q: vazão

S: área de secção transversal do tubo.

E tendo a área de secção transversal do tubo como  $S = \pi d^2/4$ ,  $S = 3,14 \times 0,019$  m<sup>2</sup>/4 temos:

$$S = 0,00028 \text{ m}^2$$

$$\text{Logo } V = 0,00007 \text{ m}^3/\text{s} \div 0,00028 \text{ m}^2 = 0,25 \text{ m/s}$$

A partir da velocidade obtemos as perdas de cargas ( $h_f$ ), que nada mais são do que a equivalência em metros de cada singularidade referenciada de acordo com sua influência no circuito hidráulico. Por exemplo, se tivermos um circuito hidráulico com um metro de comprimento, porém diversos joelhos, teremos certamente a mesma vazão e velocidade em um circuito retilíneo, porém com uma distancia bem maior que de um metro.

Para o cálculo das perdas localizadas ( $h_f$ ) utilizamos a fórmula de Darcy que é definida como:

$$H_f = KxV^2 / 2g$$

Onde K: constante para cada ponto de perda

V: velocidade

g: aceleração da gravidade (9,8 m/s)

desta maneira temos as seguintes perdas localizadas em cada ponto:

joelhos (6 unidades):

$$6 \times 0,9 \times (0,25 \text{ m/s})^2 / 2 \times 9,8 \text{ m/s} = 0,0172 \text{ m (hf1)}$$

saída do reservatório primário (1 unidade):

$$1 \times 1 \times (0,25 \text{ m/s})^2 / 2 \times 9,8 \text{ m/s} = 0,0032 \text{ m (hf2)}$$

entrada na moto-bomba (1 unidade):

$$1 \times 0,5 \times (0,25 \text{ m/s})^2 / 2 \times 9,8 \text{ m/s} = 0,0016 \text{ m (hf3)}$$

saída da moto-bomba (1 unidade) :

$$1 \times 1 \times (0,25 \text{ m/s})^2 / 2 \times 9,8 \text{ m/s} = 0,0032 \text{ m (hf4)}$$

O somatório de todos as perdas localizadas ( $h_{f1}$ ,  $h_{f2}$ ,  $h_{f3}$  e  $h_{f4}$ ) mais o comprimento total dos encanamentos nos dá um total de:

hf1	0,0172 m
hf2	0,0032 m
hf3	0,0016 m
hf4	0,0032 m
encanamento	<u>8,7000 m</u>
total=	8,7252 m

E que nos fornece o comprimento total equivalente para calcularmos a potência total exigida pela fórmula:

$$N = \gamma \times Q \times H_{man} / 75 \times \eta$$

Onde  $\gamma$ : peso específico do líquido

Q: vazão

H<sub>man</sub>: altura manométrica

$\eta$ : rendimento do motor

N: potencia do motor

Considerando um rendimento da moto-bomba  $\eta$  igual a 40% conforme o fabricante.

Então sendo a potência do motor definida pela expressão:

$N = \gamma \times Q \times H_{man} / 75 \times \eta$ , teremos

$$N = 1000 \text{ kgf/m}^3 \times 0,00007 \text{ m}^3/\text{s} \times 8,7252 \text{ m} / 75 \times 0,4 = 0,020 \text{ CV},$$

ou seja, aproximadamente 14,7 watts. A potência comercial disponível mais próxima da potência dimensionada é de 1/10 CV (73,5 watts), tendo sido esta a potência escolhida para o funcionamento do sistema, o que satisfaz de forma plena as necessidades do projeto.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um aspecto importante que deve ser levado em consideração é o custo com a energia elétrica gasto pela moto-bomba durante seu funcionamento para encher o reservatório de resfriamento.

O reservatório de resfriamento embora possua uma capacidade de 500 l está ajustado para recebe 450 litros até a abertura da chave bóia 3. Para encher esse volume d'água a moto-bomba trabalha em quatro etapas de 112,5 litros funcionando em cada etapa o tempo de quatro minutos totalizando dezesseis minutos para encher a caixa d'água nos seus 450 litros.

Para sabermos o custo do funcionamento da moto-bomba durante o enchimento total da caixa d'água devemos considerar o valor do kWh (quilowatt-hora) residencial em R\$ 0,45 valor este cobrado pela COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica). Conhecendo a potência da moto-bomba de 73,5 watts e sabendo que funciona por dezesseis minutos (0,26h) para o enchimento do reservatório, basta multiplicarmos sua potência em quilowatts pelo seu tempo de funcionamento em horas e por fim pelo valor em reais cobrado pela companhia elétrica por quilowatt-hora.

Assim sendo temos:

$$0,0735 \text{ KW} \times 0,26 \text{ h} \times \text{R\$ } 0,45 = \text{R\$ } 0,0085.$$

Para o cálculo do fornecimento de água vamos considerar a taxa mínima de R\$ 22,10 para um volume de 10 m<sup>3</sup> de água tratada fornecida pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). Se os custos de 10 m<sup>3</sup> são de R\$ 22,10 podemos afirmar que o custo de 450 litros (0,45 m<sup>3</sup>) valem R\$ 0,99.

Assim sendo concluímos que gastamos menos de um centavo (R\$ 0,0085) com energia elétrica para reaproveitar um volume de água que custa mais de cem vezes (R\$ 0,99).

Nestes 450 litros de água dispensada, são coletados aproximadamente 50 litros de água destilada. Este volume de água destilada é suficiente para as atividades diárias nos laboratórios. Em uma projeção mensal de consumo, ou seja, caso este processo se repita trinta vezes durante um mês, teremos um custo de energia elétrica de R\$ 0,25 para um volume de água de aproximadamente 13.500 litros de água que custariam R\$ 29,70.

## 5.1 CONSIDERAÇÕES DE FUNCIONAMENTO

A água que entra no aparelho destilador vinda do reservatório de resfriamento entra com vazão suficiente para alimentar o aparelho destilador, sendo esta alimentação feita apenas pela força da gravidade, pois a caixa d'água esta a uma altura de 2 metros acima do aparelho destilador não necessitando de um segundo bombeamento elétrico no projeto.

O reservatório de resfriamento, caixa d'água, embora receba a água do reservatório primário a uma temperatura considerável (50°C a 55°C), fornece água na temperatura ambiente, sendo esta considerada ideal para a reutilização no aparelho destilador. Isto se deve ao fato da troca de calor da água armazenada com o ar e da não reutilização da água em seguida que o reservatório é cheio, pois a água destilada que gerou o enchimento deste reservatório é suficiente para os experimentos do laboratório por um dia ou mais, dando tempo mais que suficiente para o resfriamento da água descartada que se encontra no reservatório de resfriamento obtendo-se assim tempo mais do que suficiente para o seu resfriamento. O sistema de reaproveitamento de água foi instalado no mês de março de 2012, tendo o mesmo atendido de forma satisfatória a necessidade para qual foi projetado.



## 6 CONCLUSÃO

O trabalho elaborado e concluído do sistema de reaproveitamento de água dispensada por um aparelho destilador foi projetado a partir de uma problemática existente no laboratório de alimentos J-12 da UTFPR - Câmpus Medianeira, onde existia a carência de um sistema de operação prática e simples que pudesse minimizar esta situação. A instalação do sistema não implica numa imposição, mas sim numa opção a mais, uma vez que permite a escolha da origem de água para o uso no aparelho destilador, ou seja, do reservatório de resfriamento ou da rede hidráulica do laboratório.

Algumas dificuldades encontradas foram contornadas com a colaboração dos funcionários da manutenção da UTFPR - Câmpus Medianeira, como a elevação da caixa de fibra de 500 litros até o seu lugar de operação.

## REFERÊNCIAS

BOFF, Leonardo. **Saber cuidar**. Editora Vozes. 12 edição 1999.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Editora Átomo. 2 edição. 2008

SCHNEIDER S.A. **Catálogo geral de motobombas**. Joinvile SC, 1997 120p.

SONNTAG, Richard E.; BORGNACKE, Claus; WYLEN, Gordon J. Van. **Fundamentos da termodinâmica**. Editora Edgard Blücher. 2 edição. 2001

SOUZA, Hiran Rodrigues de; PROVENZA, Francesco. **Hidráulica**. Editora F. Provenza. Edição 1990.

Tigre S. A. **Predial *aquatherm* catálogo técnico**. Joinvile SC 2011. 44p.

WEG S.A. **Componentes Elétricos**. Jaraguá do sul SC, 1997 80p. Dicionário globo. 1999.

<http://www.copel.com/hpcopel/root/index.jsp>. Acesso em 27 de agosto 2012, 10:17.

<http://www.dancor.com.br/> Acesso em 27 de agosto 2012, 22:20.

<http://www.quimis.com.br/produtos>. Acesso em 26 de agosto de 2012, 21:00.

<http://site.sanepar.com.br/clientes/nossas-tarifas>. Acesso em 27 de agosto 2012, 11:25.