



**Eduardo Pasotini Grings**

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO  
PARA UM EQUIPAMENTO AUTOMÁTICO DE BEBIDAS  
QUENTES**

**Horizontina**

**2014**

**Eduardo Pascotini Grings**

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO  
PARA UM EQUIPAMENTO AUTOMÁTICO DE BEBIDAS  
QUENTES**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Ademair Michels, Dr.

**Horizontina**

**2014**

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:**

**“Desenvolvimento de um sistema de refrigeração para um equipamento  
automático de bebidas quentes”**

**Elaborada por:**

**Eduardo Pascotini Grings**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: 12/11/2014  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Prof. Dr. Ademar Michels  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

---

**Prof. Me. Anderson Dal Molin  
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

---

**Prof. Dr. Fabiano Cassol  
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

**Horizontalina  
2014**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico o presente trabalho a todos os colegas professores e amigos que de alguma forma influenciaram em minha caminhada acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

A meus pais que nunca mediram esforços para me proporcionar uma educação de qualidade. A minha namorada que sempre deu seu apoio em todos os momentos. A todos os educadores que contribuíram na minha formação acadêmica, sempre com respeito, ética e sabedoria. E a meu orientador, Dr. Ademar Michels, sempre atencioso quando solicitado.

“Sucesso é conseguir o que você quer.  
Felicidade é gostar do que você conquistou”

Dale Carnegie

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema de refrigeração, que permita de forma simples, seu acoplamento a uma máquina automática de bebidas quentes, permitindo que a máquina possa oferecer bebidas quentes e frias em uma mesma plataforma, aumentando assim seu campo de atuação e possibilitando a abertura de novos mercados para empresas que atuam no ramo de máquinas de café. Para a realização do estudo, foi necessária a utilização de uma máquina de café fabricada pela *Rheavendor Group* do modelo *Lioness XS*, sendo realizados testes de funcionamento quando acoplada a um equipamento de refrigeração. Este sistema apresentou bom funcionamento, provando que o mesmo é possível e resulta em melhorias significativas no equipamento de vendas automáticas de bebidas. Em seu desenvolvimento apresenta quais os elementos de refrigeração devem ser utilizados para o atendimento dos requisitos de projeto e sugere ainda um local para a montagem dos elementos que compõem o sistema.

**Palavras-chave:** Máquina de café. Sistema de refrigeração. Bebidas frias.

## **ABSTRACT**

This paper aims the development of a cooling system, which allows coupling to vending machine for hot drinks in an efficiently way, enabling the machine to provide hot and cold drinks on the same platform, thereby increasing its field of operation and enabling the opening of new markets for companies that operate in the business of coffee machines. For the accomplishment of the project, the utilization of a coffee machine manufactured by Rheavendor Group model Lioness XS was required and many functional tests was performed when attached to a refrigeration system. This system showed proper operation, proving that it is possible and results in significant improvements in coffee vending machines. Features which cooling elements should be used to meet the project requirements and also suggests a location for the assembly of the elements that compose the system.

Keywords: Coffee machines. Cooling system. Cold drinks.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ciclo de refrigeração.....	15
Figura 02 - O ciclo de Carnot.....	16
Figura 03 - Diagramas do ciclo de Carnot.....	17
Figura 04 - Compressor.....	19
Figura 05 - Condensador.....	20
Figura 06 - Tubo capilar.....	21
Figura 07 - Processo de evaporação.....	21
Figura 08 - Máquina de café, Lioness XS.....	24
Figura 09 - Bomba de imersão 24 vdc.....	25
Figura 10 - Sistema de refrigeração utilizado para testes.....	25
Figura 11 - Esquema elétrico lioness XS.....	28
Figura 12 - Catálogo de compressores, gás R-134 <sup>a</sup> .....	31
Figura 13 - Catálogo Embraco para dimensões do tubo capilar.....	32
Figura 14 - Catálogo de unidades condensadoras.....	33
Figura 15 - Indicação do Filtro secador para o gás R -134 <sup>a</sup> .....	34
Figura 16 - Especificações técnicas da bomba de imersão.....	35
Figura 17 – Representação do suporte do sistema.....	36

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1.JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	13
<b>1.2.1 Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1. REFRIGERAÇÃO.....	14
<b>2.1.1 Conservação do frio.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2 Ciclo de refrigeração.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.3 Ciclo de Carnot.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.4 Ciclo real de refrigeração.....</b>	<b>17</b>
2.2 COMPONENTES DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO .....	18
<b>2.2.1 Compressor.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.2 Condensador.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.3 Válvula de expansão .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.4 Evaporador.....</b>	<b>21</b>
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>23</b>
3.1. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS.....	23
3.2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS .....	24
<b>4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
4.1 REQUISITOS DO PROJETO .....	27
4.2 REALIZAÇÃO DO TESTE .....	28
<b>4.1.1 Acoplamento da bomba na máquina de café.....</b>	<b>28</b>
4.3 CÁLCULO DA CARGA TÉRMICA .....	29
<b>4.3.1 Troca de calor.....</b>	<b>29</b>
4.4 SELEÇÕES DOS COMPONENTES .....	30
<b>4.4.1. Compressor.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.2. Evaporador .....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.3 Válvula de expansão .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.4 Unidade condensadora.....</b>	<b>33</b>

<b>4.4.5 Filtro secador .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4.6 Bomba de imersão .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4.7 Controle de temperatura .....</b>	<b>35</b>
<b>4.5 COMPONENTES DO SISTEMA COMPLETO .....</b>	<b>36</b>
<b>4.6 SUPORTE E FIXAÇÃO DO SISTEMA.....</b>	<b>36</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO A – CATÁLOGO DE UNIDADE CONDENSADORA EMBRACO .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO B – SISTEMA EM FUNCIONAMENTO.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO C – ANEXO D – PROJETO DO ARMÁRIO SUPORTE .....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de refrigeração são amplamente utilizados nas mais diversas funções do cotidiano do homem. No caso de bebidas geladas, atua desde a conservação até a regulagem da temperatura do líquido. Em (*Vending Machines*), os sistemas de refrigeração tem a função de refrigerar a água para que a máquina possa fornecer as bebidas frias, a uma temperatura agradável para o consumo.

Estima-se que o mercado brasileiro opere atualmente com 45.000 *vending machines*, gerando um faturamento anual aproximado de 250 milhões de reais. O mercado vem experimentando um volume crescente de oportunidades de negócios, demandas principalmente pelas inovações e a difusão do uso das *vending machines* tradicionais. O potencial de crescimento é enorme, tendo em vista a familiarização do brasileiro com o uso de máquinas nas mais variadas aplicações, e especialmente pela visão de negócios que elas proporcionam, pois passamos do estágio inicial de mera curiosidade, para um estágio de expansão, onde *vending machines* são colocadas como um canal contínuo de distribuição e vendas de produtos diretamente aos consumidores, agregando agilidade, higiene, conveniência e muitas outras vantagens peculiares ao sistema, já reconhecidas por consumidores individuais e institucionais (ABVA, 2000).

No entanto, são poucos os equipamentos disponíveis no mercado de máquinas de auto serviço de bebidas, que em apenas um equipamento se consiga disponibilizar bebidas quentes e frias, além do fato de que as existentes apresentam limitações no que se refere a quantidades do fornecimento de bebidas.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho justifica-se pela existência de uma demanda no mercado de *Vending machines*, em aliar bebidas geladas e quentes a um mesmo equipamento, para que se possa atenuar os problemas de sazonalidade de vendas de bebidas

ocorridos durante as diferentes temperaturas, provocadas pelas alternâncias das estações climáticas do ano.

O desenvolvimento deste sistema de refrigeração, possibilitará o acoplamento a máquinas de bebidas quentes já existentes no mercado, resultando em melhoria no equipamento, não sendo necessário a aquisição de outro modelo, reduzindo assim custos sem perda de qualidade. Esta adaptação tem por finalidade tornar o equipamento mais versátil e abrangente, abrindo novos campos de atuação e consequentemente o faturamento a empresas que atuam no setor de *vending machines*.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Objetivo geral: Desenvolver um sistema que, quando acoplado a uma máquina de café, possibilite o fornecimento de bebidas frias, sem interferir em suas funções primárias.

### 1.2.1 Objetivos específicos

- Estudar na bibliografia existente as características e o processo de refrigeração.
- Selecionar um sistema de refrigeração comercialmente existente, que atenda com eficiência os requisitos do projeto.
- Definir o *layout* e organização do sistema de refrigeração, quando acoplado à máquina de café.
- Testar a funcionalidade do sistema de refrigeração, quando acoplado a uma máquina café marca *Rheavendors*, modelo *XS*.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 REFRIGERAÇÃO**

Refrigeração pode ser definida como: “o ramo da ciência que trata dos processos de transferência de calor para a redução e conservação da temperatura de um determinado volume de controle abaixo da temperatura do ambiente circundante” (LOPES, 2007, p. 12).

Para Costa (1982), pode-se fazer três distinções de refrigeração:

- a) Arrefecimento: abaixamento da temperatura de um corpo até a temperatura ambiente;
- b) Resfriamento: abaixamento da temperatura de um corpo da temperatura ambiente até a temperatura de congelamento;
- c) Congelamento: abaixamento da temperatura de um corpo aquém da sua temperatura de congelamento.

#### **2.1.1 Conservação do frio**

De acordo com Costa (1982), para manter a conservação de um sistema a uma temperatura inferior à do meio ambiente, é necessário a existência de resistências térmicas, para reduzir o fluxo natural de calor, que tende a uniformizar a temperatura com o ambiente. Isso se consegue por meio dos isolamentos térmicos. Sendo assim, é necessário construir ambientes isolados.

Costa (1982) ainda classifica esses ambientes isolados em:

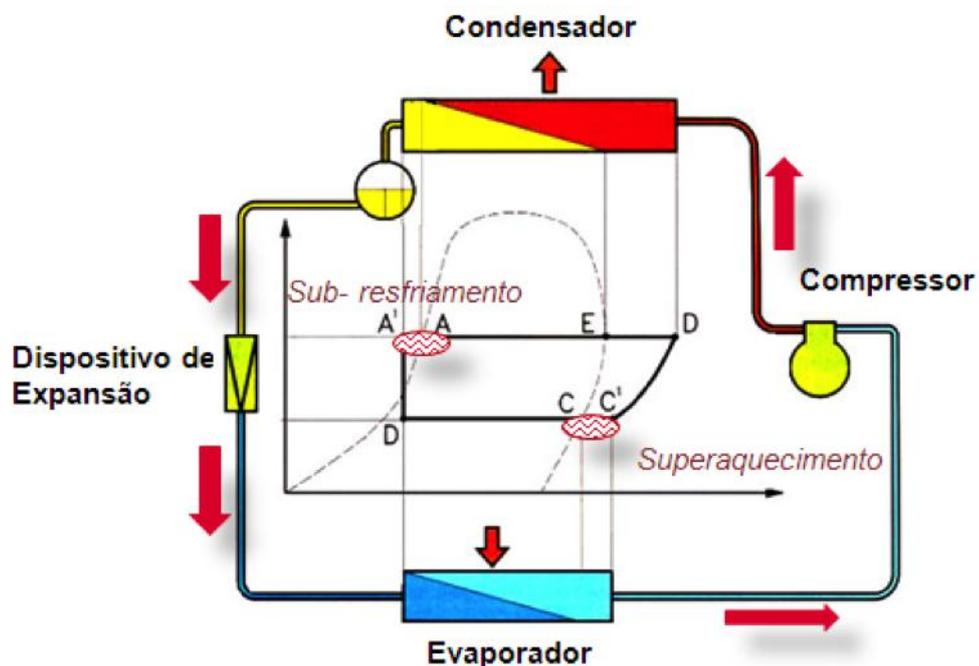
- a) isotérmicos, quando simplesmente isolados;
- b) refrigerados, quando utilizam gelo comum (0°C), soluções eutéticas (-55°C), gelo seco (-78,9°C);
- c) frigoríficos, quando dispõem de equipamentos de produção contínua de frio.

### 2.1.2 Ciclo de refrigeração

Segundo Lopes (2007), o gelo foi usado muito tempo como agente refrigerante para controlar a temperatura de câmaras e em processos industriais. Porém, o gelo apresentava alguns problemas, tinha que ser reposto constantemente, além de criar uma grande quantidade de água que deveria ser drenada. Somente em 1840 surgiram os primeiros equipamentos que utilizavam um ciclo contínuo de refrigeração, usando o éter como agente refrigerante.

De acordo com Stoecker e Jabardo (2002), os ciclos de refrigeração envolvem um procedimento para a obtenção de refrigeração de maneira contínua. Sendo esse o procedimento de fazer com que o fluido refrigerante passe por uma série de processos, até retornar ao estado inicial, sendo que um desses processos envolve a remoção de calor de um ambiente à baixa temperatura.

Figura 01 - Representação de um sistema de refrigeração



Fonte: Garrido, 2014.

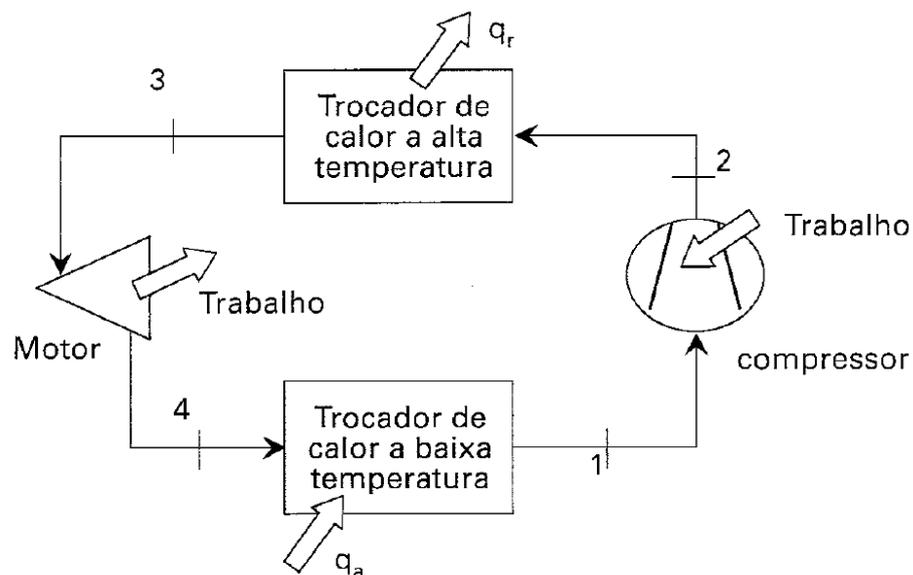
### 2.1.3 Ciclo de Carnot

De acordo com Stoecker e Jabardo (2002), o ciclo de Carnot tem sua relevância por ser um ciclo ideal (reversível) que opera entre dois níveis de temperatura, apresentando a maior eficiência. Este ciclo representa um método simples de avaliar a influência das temperaturas de operação. Além disso, o ciclo de Carnot representa o limite máximo de eficiência de operação de um ciclo entre dois níveis de temperatura portanto qualquer ciclo real, em mesmos níveis, deve apresentar eficiência inferior ou igual à do ciclo de Carnot.

Os componentes de um ciclo de Carnot são ilustrados na figura 01, e estão relacionados aos seguintes processos termodinâmicos:

- 1-2: Compressão adiabática e reversível (sem atrito).
- 2-3: Rejeição de calor à temperatura constante.
- 3-4: Expansão adiabática e reversível em um motor térmico.
- 4-1: Remoção isotérmica de calor de um ambiente à baixa temperatura.

Figura 02 – O ciclo de Carnot.



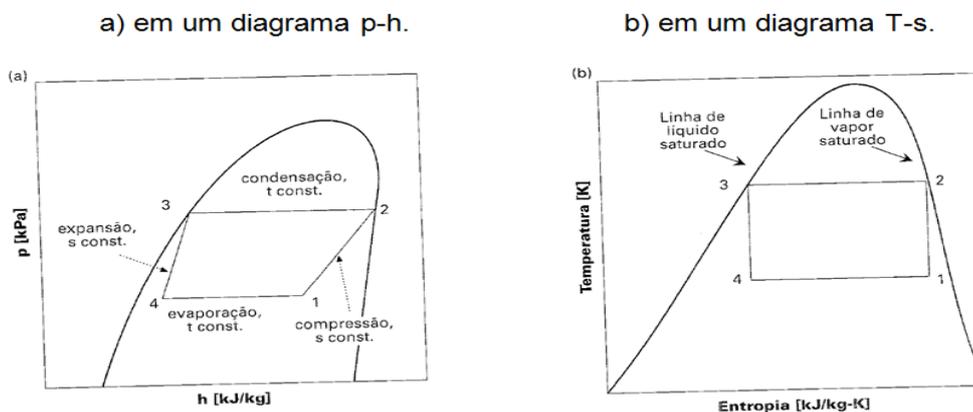
Fonte: Stoecker e Jabardo, 2002.

### 2.1.4 Ciclo real de refrigeração

Para Stoecker e Jabardo (2002), o ciclo de Carnot é aquele de maior eficiência. Os autores ainda ressaltam: “deve-se reconhecer que processos de compressão ou expansão sem atrito são impossíveis, embora processos isotérmicos possam ser reproduzidos na prática” (STOECKER; JABARDO, 2002, p. 21). Onde que a maneira de obter isso é a da mudança de fase (evaporação ou condensação) do refrigerante com a pressão constante.

A figura 03 apresenta os diagramas do ciclo de Carnot. Sendo que a figura 03a ilustra um ciclo de Carnot contido na região de saturação em um diagrama (pressão-entalpia) e a figura 03b, mostra o mesmo ciclo no diagrama (temperatura-entropia). O ciclo será iniciado pelo processo 4-1, em que o refrigerante evapora à pressão constante. No estado 1, o processo de mudança de fase é concluído, onde ainda temos uma mistura líquido mais vapor. Concluindo o processo de compressão, o estado 1 deve ser o de vapor saturado, como o estado 2. Este poderia, eventualmente, estar associado a um estado na região de saturação. No processo 2-3, a pressão se mantém constante, enquanto o refrigerante se condensa. A pressão é denominada de pressão de condensação, associada a uma temperatura, denominada de temperatura de condensação. A condensação é concluída no estado 3, de líquido saturado. O processo de expansão isoentrópica, a partir do estado 3, leva o refrigerante de volta ao estado 4 (STOECKER; JABARDO, 2002).

Figura 03 – Diagramas do ciclo de Carnot.



Fonte: Stoecker e Jabardo, 2002.

Stoecker e Jabardo (2002) abordam que em um ciclo real, como ilustrado na figura 02, desenvolveria uma série de problemas mecânicos nos processos de compressão e de expansão. Apesar disso, os autores revelam que o ciclo é “passível de ser reproduzido através da utilização de um condensador, no processo de rejeição de calor a alta temperatura, e de um evaporador, no processo de remoção de calor do ambiente a baixa temperatura” (STOECKER; JABARDO, 2002, p. 23).

## 2.2 COMPONENTES DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

### 2.2.1 Compressor

De acordo com Costa (1982), os compressores adotados na refrigeração mecânica por meio de vapores podem ser tanto alternativos como rotativos.

Esse autor ainda afirma que:

Os alternativos são geralmente de êmbolo, embora sejam adotados também, para pequenas unidades, os compressores de membrana (tipo eletromagnético). Entre os rotativos volumétricos são usuais os compressores de palhetas ou de engrenagens e excepcionalmente os de pêndulo, enquanto que, entre os turbo compressores, são adotados em refrigeração normalmente os compressores centrífugos de 1 até 8 estágios (COSTA, 1982, p. 76).

Para escolher o tipo de compressor a ser utilizado, deve-se levar em consideração a capacidade da instalação e do fluido refrigerante usado. Onde os compressores alternativos são usados para o caso de fluidos refrigerantes de calor de vaporização volumétrico elevado, trabalhando em instalações de pequeno e médio porte. Os compressores rotativos, para o caso de fluidos refrigerantes de calor de vaporização volumétrico médio, ou mesmo como compressores de baixa pressão. E os compressores centrífugos, são adotados em grandes instalações de refrigeração à água ou salmoura para fins industriais, preferindo para seu funcionamento fluidos refrigerantes de calor de vaporização volumétrico baixo (COSTA, 1982).

Figura 04 - Compressor



Fonte: Embraco, 2014.

### 2.2.2 Condensador

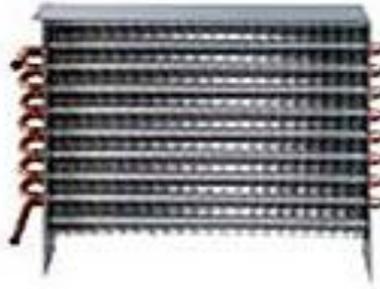
De acordo com Costa (1982, p. 89), “o condensador tem por finalidade esfriar e condensar o vapor superaquecido, proveniente da compressão, nas instalações de refrigeração mecânica por meio de vapores”.

O autor ainda salienta que esta operação é feita transferindo-se o calor do fluido aquecido para o meio (fonte quente), usando-se para isto água, ar ou mesmo ar e água em contato. Onde a transmissão de calor num condensador é verificada em três fases distintas: a de superaquecimento, a da condensação e a do sub-resfriamento. A quantidade total de calor cedida à fonte quente na unidade de tempo toma o nome de potência calorífica (COSTA, 1982).

Costa (1982) classifica os condensadores em:

- a) Condensadores à água: que usam a água à temperatura ambiente para a retirada de calor dos sistemas;
- b) Condensadores à água e a ar em contato: utilizam uma cortina ou chuveiro de água para a retirada de calor dos sistemas, sendo esta posta em contato com uma corrente natural ou forçada de ar ambiente.
- c) Condensadores a ar: usam o ar ambiente para a retirada do calor do sistema.

Figura 05 - Condensador



Fonte: Embraco, 2014.

### 2.2.3 Válvula de expansão

Para Costa (1982, p. 131), as válvulas de expansão “são utilizadas nos sistemas de refrigeração mecânica por meio de vapores para provocar a expansão do fluido refrigerante liquefeito, desde a pressão de condensação até a pressão de vaporização do ciclo”.

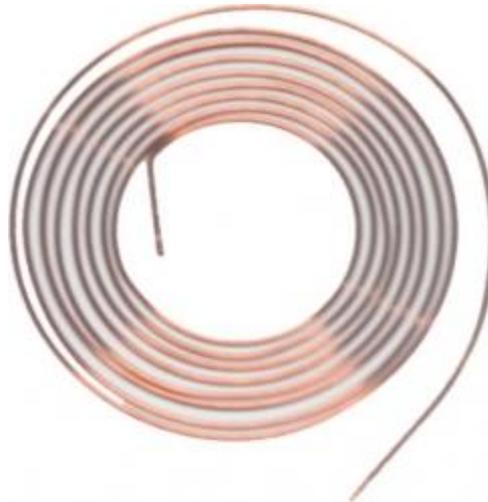
Ainda segundo Costa (1982, p. 121), “após a expansão na válvula, o líquido refrigerante tem condições para vaporizar a baixas temperaturas, o que exige o isolamento do circuito de refrigeração na parte de baixa pressão”.

Costa (1982, p.131) afirma: “A principal característica das válvulas de expansão é a sua capacidade, dada em kgf/h de fluido refrigerante que pode laminar, a qual depende essencialmente do diâmetro do orifício de passagem, da diferença de pressão e do fluido refrigerante adotado

Costa (1982) apresenta uma classificação para as válvulas de expansão em:

- a) manuais;
- b) tubos capilares;
- c) automáticas (de boia, pressostática e termostáticas).

Figura 06 - Tubo capilar

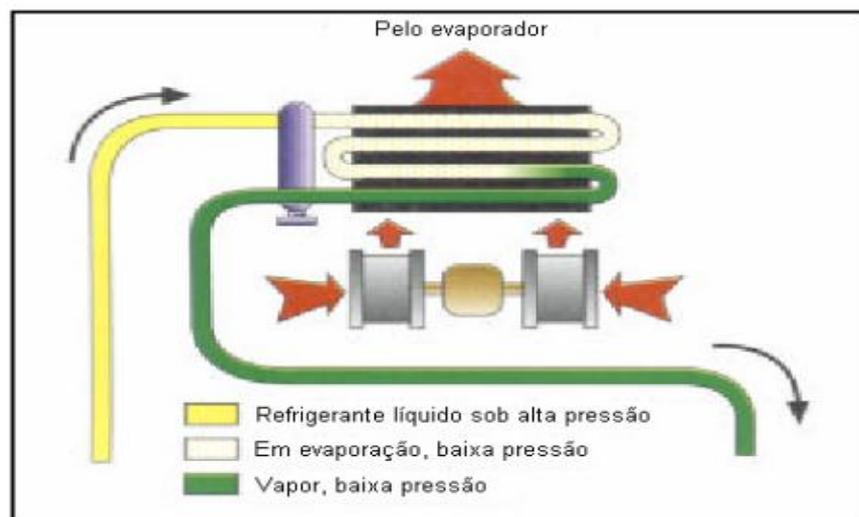


Fonte: ARL, 2014.

#### 2.2.4 Evaporador

Dossat *apud* Lopes (2007, p. 20) define “o evaporador como sendo qualquer superfície de transmissão de calor, na qual o líquido volátil é vaporizado com o objetivo de remover calor de um espaço ou produto refrigerado”.

Figura 07 - Processo de evaporação



Fonte: Ferraz, 2014.

Esse autor ainda define que: “a capacidade de qualquer evaporador ou superfície de resfriamento é a taxa a qual o calor passará através das paredes do evaporador para o líquido em evaporação” (DOSSAT *apud* LOPES, 2007, p.66).

Stoecker e Jabardo (2002, p. 112) afirmam que:

O evaporador é o agente direto de resfriamento, constituindo a interface entre o processo e o circuito frigorífico. Com exceção daquelas aplicações onde ocorre o resfriamento direto do produto, como no caso dos congeladores de placas, a maioria dos evaporadores resfria ar ou líquidos como água, salmouras, etc., os quais serão os agentes de resfriamento no processo.

Lopes (2007) apresenta a tabela 01 com os tipos de evaporadores.

Tabela 01 - Tipos de evaporadores

Tipo de Evaporador	Faixa de capacidade típica (kW)	Refrigerantes mais utilizados
Casco-e-tubo inundado	90 a 7.000	11, 12, 22, 113, 114, 123, 134a, 500, 502 e 717
Casco-e-tubo tipo spray	180 a 35.000	11, 12, 13B1, 22, 113, 114, 123 e 134a
Casco-e-tubo com expansão direta	7 a 3.500	12, 22, 134a, 500, 502 e 717
Baudelot (inundado)	35 a 350	22 e 717
Baudelot (expansão direta)	18 a 90	12, 22, 134a e 717
Tubo-em-tubo	18 a 90	12, 22, 134a e 717
Casco-e-serpentina	7 a 35	12, 22, 134a e 717
Placas brazadas	2 a 7.000	12, 22, 134a, 500, 502 e 717

**Fonte:** Ashrae *apud* Lopes (2007).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

A metodologia utilizada segue a seguinte sequência organizacional:

Para a realização do estudo da bibliografia existente, foi feito uso de materiais como: livros, arquivos digitais, dissertações. Utilizaram-se locais de busca de material didático como: biblioteca, acervos, acessos à internet. Materiais estes essenciais para o estudo dos ciclos de refrigeração e determinação dos componentes a serem utilizados, e para que o dispositivo atenda às necessidades solicitadas.

No processo de realização dos testes foi feito uso de sistema de refrigeração de um bebedouro de água, sendo este acoplado à máquina de café, e após realizou-se os testes práticos de operação, como por exemplo, o recalque de água gelada do reservatório até o ponto de saída da máquina, medições de temperatura do líquido no reservatório e na saída da máquina de café para determinação do ganho de temperatura no processo de recalque.

Para a seleção do sistema de refrigeração de água, bem como bomba de recalque a ser escolhida, foram utilizados os requisitos de projeto que servirão de parâmetro para a determinação correta dos equipamentos.

De posse dos requisitos do sistema, foi pesquisado junto a empresas que comercializam os equipamentos pretendidos, buscando-se encontrar equipamentos que melhor atendam os parâmetros pretendidos.

Para a definição da disposição e *layout* do sistema, foram analisadas as dimensões dos equipamentos, bem como suas particularidades funcionais, então realizou-se o dimensionamento de um suporte, que serve de base para a máquina de café e o sistema de refrigeração.

### 3.2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram necessários a utilização de algumas matérias e equipamentos, conforme dispostos abaixo:

- Primeiramente foram utilizados livros, artigos, computadores e acesso à internet.

Para o processo de realização de testes, utilizou-se:

- uma máquina de café de modelo Lioness XS, ilustrada na Figura 8.

Figura 08 - Máquina de café, Lioness XS



- Uma bomba de recalque de água, modelo Gold Star 24dvc, ilustrado na Figura 09.

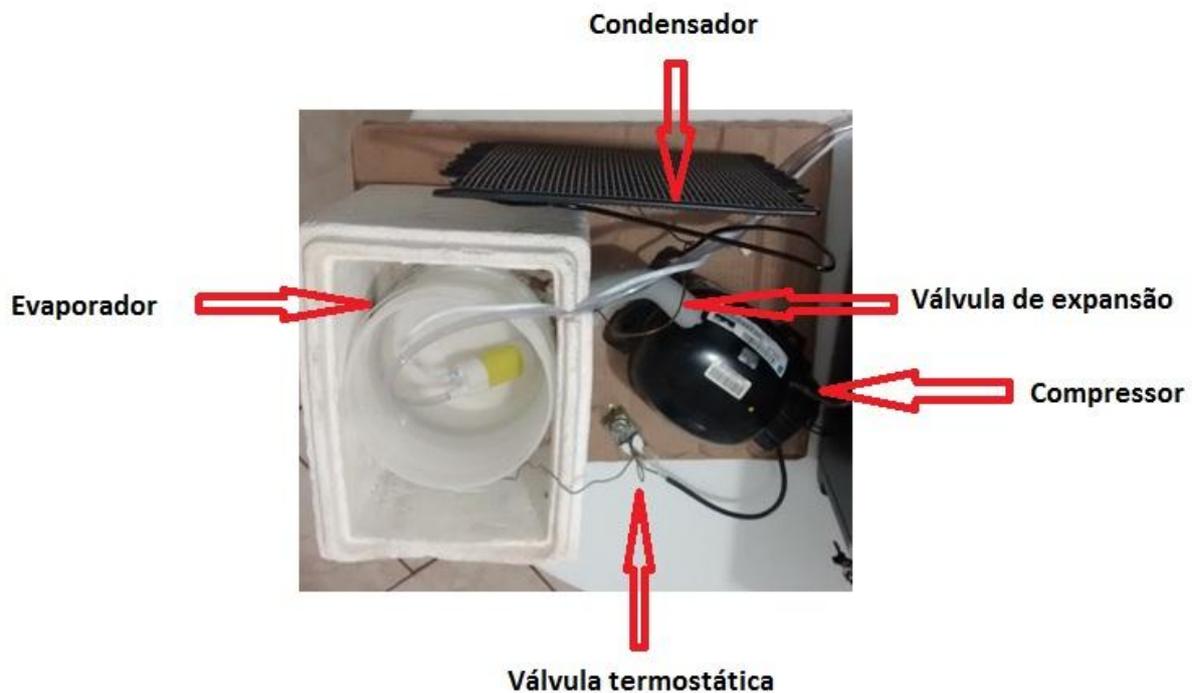
Figura 09 - Bomba de imersão 24 vdc



Fonte : Indaplast, 2014.

- um sistema de refrigeração de um bebedouro de água, composto por: compressor, condensador, válvula de expansão, evaporador e válvula termostática, conforme figura 10;

Figura 10 - Sistema de refrigeração utilizado para testes



- termômetro de mercúrio;
- uma caixa térmica;
- reservatório de água;
- mangueira para água com 1,5 mm de diâmetro interno;
- software de desenho 3D (*SolidWorks*).

## 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente nos resultados serão apresentados os requisitos do projeto, na sequência serão apresentados os dados que foram verificados quando o sistema de refrigeração foi acoplado a máquina de café. Em seguida, os cálculos de carga térmica e por final, a seleção dos equipamentos necessários ao sistema.

### 4.1 REQUISITOS DO PROJETO

Os requisitos do projeto foram definidos para garantir a funcionalidade do sistema, para estes foram analisados os dados da instalação bem como os objetivos que se busca atender com este sistema.

- A bomba deve ter capacidade mínima de recalque de 1,5 m de altura e vazão mínima de 4 litros por minuto, necessário para o recalque de água até o ponto mais alto da máquina.
- Capacidade do reservatório deve ser de 8 litros, suficiente para o fornecimento de até 40 copos de 180 ml.
- O reservatório deverá refrigerar e manter a quantidade de 8 litros de água, da temperatura média de abastecimento 25°C, até a temperatura final desejada de 2°C ideal para consumo de bebidas frias, em um período de 1 hora.
- O equipamento de refrigeração deve ser compacto, afim de que possa ser instalado em um armário, utilizado como suporte para a máquina de café.
- Possuir baixo consumo de energia elétrica.
- Ter baixo ruído de operação.

## 4.2 REALIZAÇÃO DO TESTE

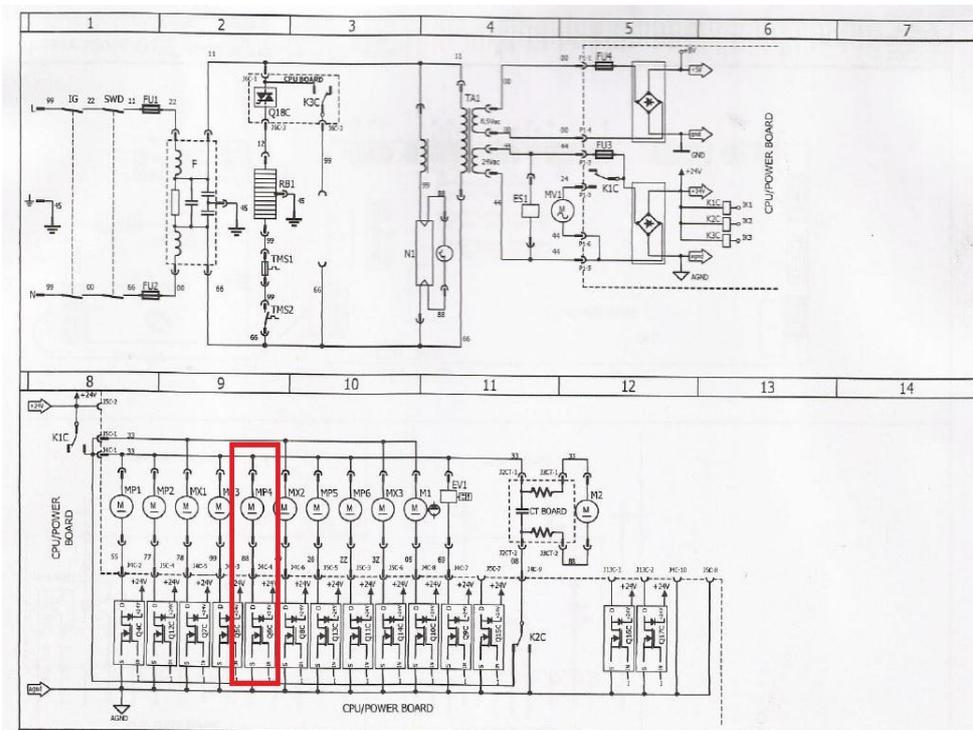
Para a realização do teste foi acoplado à máquina de café um sistema de refrigeração completo, retirado de um bebedouro de água modelo Bluesky. Este acoplamento permitiu a realização de diversos testes:

- Interligação entre a bomba e sistema elétrico da máquina de café;
- Regulagem de quantidade de água a ser dispensada pela máquina;
- *Layout* do sistema de refrigeração;
- Identificação do aumento de temperatura durante o recalque.

### 4.2.1 Acoplamento da bomba na máquina de café

Para a interligação da bomba com a máquina, foi necessário a análise do sistema elétrico do equipamento, conforme Figura 11.

Figura 11 - Esquema elétrico Lioness XS.



### 4.3 CÁLCULOS DE CARGA TÉRMICA

Com os requisitos identificados e os dados do teste do acoplamento, foram realizados os cálculos de carga térmica do sistema, bem como as ganhos de carga térmica durante o recalque de água do reservatório até o copo onde é servida a bebida fria.

Neste passo utilizou-se da Equação 1, da carga térmica, para realização do cálculo. O valor do calor específico foi retirado da Tabela 2.

$$Q_t = m * c * \Delta T \quad \text{Equação (1)}$$

$$Q_t = 8\text{Kg} * 1\text{kcal/kg}^\circ\text{C} * (25^\circ\text{C} - 2^\circ\text{C})$$

$$Q_t = 184 \text{ kcal ou } 770,22 \text{ kJ}$$

Onde:

$Q_t$  = Carga Térmica (kcal)

$m$  = Massa da água (kg)

$c$  = Calor específico da água (kcal/kg $^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$  = Variação de temperatura ( $^\circ\text{C}$ )

$$1 \text{ Kcal} = 4,186 \text{ (kJ)}$$

Tabela 02 - Calor específico de alguns líquidos

LÍQUIDOS			
Líquido	kca/Kg. $^\circ\text{C}$	Líquido	kcal/Kg. $^\circ\text{C}$
Acetona	0.51	ÉTER ETÍLICO	0.53
Água	1.00	GASOLINA	0.53
ÁGUA DO MAR	0.94	GLICERINA	0.58
ÁLCOOL ETÍLICO (0 $^\circ\text{C}$ )	0.55	ÓLEO COMBUSTÍVEL	0.4 a 0.5
ÁLCOOL ETÍLICO (40 $^\circ\text{C}$ )	0.65	ÓLEO DE OLIVA	0.47
AMÔNIA (0 $^\circ\text{C}$ )	1.10	ÓLEO DE SOJA	0.47
AMÔNIA (100 $^\circ\text{C}$ )	1.48	PETRÓLEO	0..51
CLORETO DE CÁLCIO	0.73	QUEROSENE	0.48
CLORETO DE SÓDIO	0.79	XILENO	0.41

Fonte: Sf Brasil 2003, p. 7

#### 4.3.1 Troca de calor

Durante a realização do teste de acoplamento do sistema de refrigeração na máquina de café, foi identificado uma variação de temperatura no processo de

recalque, em que a água refrigerada troca calor com a mangueira e com os componentes da máquina de café, até sua saída.

Pode-se observar o aumento da temperatura da água após o recalque do reservatório. Isto acontece devido à troca de calor entre água refrigerada e a tubulação percorrida até a saída na máquina. A temperatura variou de 2°C do reservatório, para 4°C na saída do equipamento. Foram recalcados 180 ml de água (1 copo).

De posse dos dados obtidos durante a realização do experimento, utilizou-se a equação 2, para se obter a quantidade de carga térmica trocada com a tubulação.

$$Q_{tt} = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \text{Equação (2)}$$

$$Q_{tt} = 0,180 \cdot 1 \cdot 2$$

$$Q_{tt} = 0,360 \text{ Kcal ou } 1,507 \text{ kJ}$$

Onde:

$Q_{tt}$  = Carga térmica trocada (kcal)

$m$  = Massa da água (kg)

$c$  = Calor específico da água (kcal/kg°C)

$\Delta T$  = Variação de temperatura (°C)

$$1 \text{ Kcal} = 4,186 \text{ (kJ)}$$

Logo, a quantidade de calor que o sistema de refrigeração precisa retirar, será a soma da Carga térmica ( $Q_t$ ) e da Carga térmica trocada ( $Q_{tt}$ ):

$$Q_t + Q_{tt} = Q_n$$

$$184 \text{ kcal} + 0,360 \text{ kcal} = \mathbf{184,36 \text{ kcal ou } 771,73 \text{ kJ}}$$

Onde  $Q_n$  = Carga térmica necessária do sistema de refrigeração

#### 4.4 SELEÇÕES DOS COMPONENTES

Para a seleção do sistema de refrigeração é essencial o conhecimento da carga térmica que o sistema terá de retirar do líquido.

O valor encontrado foi de 184,36 kcal ou 771,73 kJ.

#### 4.4.1. Compressor

O compressor escolhido foi o da EMBRACO, devido a atender às necessidades de projeto e a indicação de profissionais do ramo de refrigeração quanto a seu excelente custo benefício. O compressor escolhido foi o de modelo FFU70HAK, pois atende com sobra os 184,36 Kcal requisitados para o reservatório.

Figura 12 – Catálogo de compressores, gás R-134a.

Compare	Model	Refrigerant	Voltage	Frequency / Rotation	Application	HP	Efficiency	Capacity	Displacement (cm <sup>3</sup> )	Lubricant Type	Motor Type	Starting Torque	Type of Test	Approvals
<input type="checkbox"/>	EMI70HER	R-134a	220 V 60 Hz 1 ~	60 Hz	LBP	1/5	1,15	178	5,89	ISO10	RSIR	LST	ASHRAE32	
<input type="checkbox"/>	EGAS70CLP	R-600a	220 V 60 Hz 1 ~	60 Hz	LBP	1/4	1,30	179	9,66	ISO5	RSIR	LST	ASHRAE32	
<input type="checkbox"/>	FGS70HA	R-134a	220-240 V 50-60 Hz 1 ~	60 Hz	LBP	1/5+	1,31	179	6,36	ISO10	RSCR - 5 µF	LST	ASHRAE32	
<input type="checkbox"/>	EM2P70CLP	R-600a	220 V 60 Hz 1 ~	60 Hz	LBP	1/5	1,27	179	10,61	ISO5	RSIR	LST	ASHRAE32	
<input type="checkbox"/>	EGAS70CLP	R-600a	220 V 60 Hz 1 ~	60 Hz	LBP	1/4	1,35	179	9,66	ISO5	RSIR	LST	ASHRAE32	
<input type="checkbox"/>	EMI70UER	R-290	220-240 V 50-60 Hz 1 ~	60 Hz	L/MBP	1/5	1,12	181	4,08	ISO32	RSIR-CSIR	LST	ASHRAE32	
<input type="checkbox"/>	EM2S70CLP	R-600a	220 V 60 Hz 1 ~	60 Hz	LBP	1/5	1,34	183	10,61	ISO5	RSIR	LST	ASHRAE32	
<input type="checkbox"/>	FF8,5HBK	R-134a	220 V 60 Hz 1 ~	60 Hz	LBP	1/4	0,95	186	7,95	ISO22	RSIR-CSIR	LST	ASHRAE32	
<input checked="" type="checkbox"/>	FFU70HAK	R-134a	220-240 V 50-60 Hz 1 ~	60 Hz	L/MBP	1/4	1,29	189	6,36	ISO10	RSIR-CSIR	LST	ASHRAE32	
<input type="checkbox"/>	FFU70HAK	R-134a	220-240 V 50-60 Hz 1 ~	60 Hz	LBP	1/4	1,29	189	6,36	ISO10	RSIR-CSIR	LST	ASHRAE32	

Fonte: Embraco, 2014.

#### 4.4.2. Evaporador

O evaporador utilizado será o de modelo IBBL BAG-80. Este equipamento é utilizado em bebedouros e por este motivo possui as mesmas especificações necessárias neste projeto, pois seu reservatório é de plástico próprio para armazenamento de água para consumo, possuindo tubulação externa, possibilitando

melhor higienização, revestimento externo com material isolante (isopor), cujo reservatório é de 8 litros.

#### 4.4.3 Válvula de expansão

O tubo capilar foi definido através do catálogo do fabricante, para cada modelo de compressor e gás refrigerante.

Quadro 01 – Definição das dimensões do tubo capilar

Modelo	Diâmetro interno	Comprimento
	Milímetros	Milímetros
FFU70HAK	0,80	1750

Fonte: Autor, 2014.

Figura 13 – Catálogo Embraco para dimensões do tubo capilar

R 134a		50Hz		Compressores LBP (Baixa Pressão de Retorno)												
REFRIGERADORES																
CAPACIDADE (litros)		COMPRESSOR				CAPACITOR		TUBO CAPILAR				Temperatura de Evaporação				
Temperatura Ambiente		Modelo	Capacidade Refrigerante Btu/h	Eficiência Btu/Wh	Referência Comercial HP	Capacitância µF		Diâmetro Interno		Comprimento			Circulação de N <sub>2</sub> a 10 <sup>3</sup> atm V/min			
32°C	43°C					220V50Hz / 220-240V50Hz	pol	mm	pol	mm						
Até 90	Até 70	EM 20HHR	172	2,92	1/12	70 a 84 - 150 VAC		0,025 0,028	0,63 0,71	99 132	2500 3350	3,5				
90 a 255	70 a 220	EM 30HNP	210	3,13	1/10	-		0,025 0,028 0,031	0,63 0,71 0,80	58	1480	7,1				
		EM 30HHR	260	3,02		106	2680									
		EM 30HNR	250	3,30		192	4880									
		EMI 30HER	245	3,60		70 a 84 - 145 VAC										
150 a 360	120 a 320	EM 40HNP	300	3,70	1/10	-		0,028 0,031 0,035	0,71 0,80 0,90	83	2110	8,0				
		EMI 40HEP	350	4,28	-	151	3840									
		EM 45HNR	330	3,30	1/8	-	272			6920						
		EMI 45HER	340	4,14	50 a 60 - 190 VAC											
		EM 55HNP	425	4,02	1/6	-	66			1630						
250 a 450	215 a 350	EMI 50HEP	420	4,22	1/6	-	0,028 0,031 0,035	0,71 0,80 0,90	119	3030	10,5	-20°C a -10°C				
		EM 65HNP	485	3,94	1/6+	-	0,028 0,031 0,035	0,71 0,80 0,90	48	1230						
		EMI 60HEP	455	4,06		-			88	2230						
		EMI 60HER	470	3,88		70 a 84 - 210 VAC			158	4020						
		EM 65HNR	540	4,00		70 a 84 - 210 VAC										
		300 a 500	250 a 400	EMI 70HER	565	4,04	1/5	-	0,031 0,035	0,80 0,90			64	220 VAC	11,9	
				FFI 6HAK	580	3,92		64 a 77 - 220 VAC								
				FG 65HAK	560	4,00		-								
EGAS 70HLR	560			5,03	88 a 108 - 180 VAC											
300 a 500	250 a 400	FFI 7,5HAK	650	4,35	1/4	64 a 77 - 180 VAC										
		FG 75HAK	660	4,00		-										
		FFU 70HAK	630	4,88		-	0,031	0,80	69	1750						
		FFI 8,5HAK	700	4,80		64 a 77 - 220 VAC	0,033	0,90	124	3130						
		FG 85HAK	775	4,10		-	0,039	1,00	203	5150						
300 a 500	250 a 400	FFU 80HAK	680	4,80	1/4+	-										
		EGAS 80HLR	665	5,03		88 a 108 - 180 VAC										

Fonte: Embraco, 2014.

#### 4.4.4 Unidade condensadora

A escolha do condensador foi realizada com base no catálogo do fornecedor da EMBRACO, sendo o mesmo compatível com o compressor, gás refrigerante e capacidade térmica necessária.

Figura 14 - Catálogo da unidade condensadora

Descrição	UC UFU 70HAK 220-240V/50-60Hz - 515301017
Gás Refrigerante:	R134a
Aplicação:	L/MBP
Voltagem:	220V/50 - 60Hz
Frequência / Rotação:	50
Eficiência:	0,34
Capacidade:	598

Generic Data	
Tipo de Motor:	CSIR
Dispositivo de Expansão:	Tubo Capilar
Temperatura ambiente máxima:	43
Capac. reservatório líquido:	
Acumulador de Sucção:	
Peso (kg):	14,5
Compressor:	FFU70HAK

Ventilador	
Código da Hélice:	15355002
Nº e Ângulo das Pás:	5/30º
Diâmetro da Hélice:	200,00
Fluxo de Ar:	420
Potência no Eixo :	5
Potência Total:	42
Consumo de Corrente :	0,26
Número de Motores:	1

Fonte: Embraco, 2014.

#### 4.4.5 Filtro secador

O filtro secador é um dos elementos fundamentais dos sistemas de refrigeração, pois garante a retirada de umidade interna, garantindo um bom funcionamento do sistema. Para este projeto foi utilizado o filtro Xh-7, fornecido pela Embraco, em que a fabricante faz recomendações quando à utilização do gás refrigerante R 134a.

Figura 15 – Indicação do Filtro secador para o gás R -134a

CFC - R 12 $\text{CCl}_2\text{F}_2$ (DICLODIFLUORMETANO)	HFC - R 134a $\text{CH}_2\text{FCF}_2$ (TETRAFLUORETANO)
ODP = 1, um dos maiores. O efeito da ausência ou diminuição da camada de ozônio é o aumento da incidência de raios ultra-violeta, com as seguintes conseqüências: • mutações genéticas; • maior incidência de câncer de pele; • aumento dos casos de cataratas; • redução do plâncton nos oceanos; • redução da germinação dos vegetais.	ODP (potencial de destruição de ozônio) = zero.
EAL = 130 anos, efeito estufa (8 vezes aproximadamente maior que o R 134a).	EAL (permanência na atmosfera) = 16 anos, efeito estufa.
Alta miscibilidade com óleos minerais ou sintéticos.	Não miscível com óleos minerais ou alquilbenzeno (AB).
Óleos minerais ou sintéticos, baixa higroscopicidade (capacidade em absorver umidade).	Óleos ésteres (Poliol Éster - POE), alta higroscopicidade (capacidade em absorver umidade), menor miscibilidade se comparado com R 12 / óleos minerais ou sintéticos. Contaminantes (clorados, produtos alcalinos, umidade...) podem agir como catalisadores, na reversão da reação e formar álcool e ácido.
Resíduos incompatíveis: água.	Resíduos incompatíveis: água, produtos alcalinos, produtos clorados.
Nenhuma contra indicação.	Resíduos imiscíveis: ceras, graxa, parafinas, silicone. Estes produtos em altas temperaturas dissolvem-se no óleo éster e são arrastados para as regiões de baixa pressão e temperatura (saída tubo capilar / evaporador), onde ocorre separação. Solidificam, tornando-se elementos de alto risco para colapso total do sistema. Estão sujeitos à estes riscos, toda e qualquer peça que tenha contato com o R 134a ou óleo éster.
Nenhuma contra indicação.	Borracha natural, butyl®®, viton®®, formam bolha e incham quando em contato com R 134a. Silicone pode liberar resíduos incompatíveis ao R 134a ou ao óleo éster.
Filtro secador: XH-5, XH-6 e demais aceitáveis para R 134a.	Filtro secador: XH-7, XH-9 ou Universal.
Pode ser a base de hélio ou halogênio.	Recomenda-se detetor de vazamento a base de hélio.

Fonte: Embraco, 2014.

#### 4.4.6 Bomba de imersão

Para a seleção da bomba mais adequada ao sistema, foram analisadas as condições elétricas fornecidas pela máquina de café, modelo Lioness XS, conforme Figura 12, representante do sistema elétrico do equipamento.

Conforme o esquema elétrico Lioness XS, o local a ser utilizado para o comando da bomba de imersão foi o MP4 (MOTOR PRODUTO 4), que possui tensão de saída de 24 v, com corrente contínua. Esta saída é um parâmetro independente da máquina, que permite a regulação da quantidade de água gelada a ser recalçada, em segundos de pulsos elétrico para o acionamento da bomba de imersão.

Figura 16 - Especificações técnicas da bomba de imersão

<b>Características Técnicas: MOD 1895</b>
Alimentação: 24vdc
Consumo: 2A
Vazão: 8 litros / min (nível zero)
Altura Máx: 4mts
Dimensões (A x D): 79 x 33 mm
Peso: 140g
Trabalha Submersa
Pressão: 10 psi ou 700 gf/cm
trabalho intercalado de 15 min

Fonte: Indaplast, 2014.

#### 4.4.7 Controle de temperatura

Para evitar o congelamento do líquido no interior do reservatório, foi necessário o uso de um termostato. O termostato escolhido foi o de modelo MT-512R fabricado

por Full Gauge Controls, utilizado no controle de temperaturas de líquidos com variação entre -50 e 105 °C.

#### 4.5 COMPONENTES DO SISTEMA COMPLETO

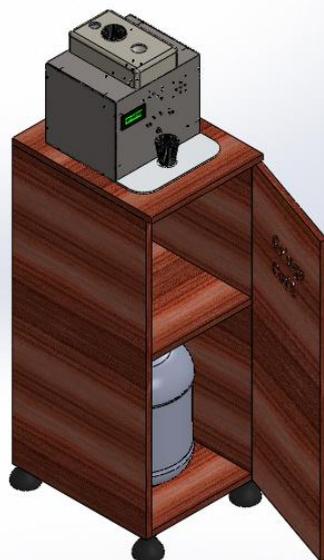
Quadro 02 - Modelo e equipamentos selecionados

<b>COMPONENTE</b>	<b>MODELO</b>	<b>FABRICANTE</b>
Compressor	FFU70HAK	EMBRACO
Evaporador	BAG-80	IBBL
Válvula de expansão	Capilar 0,8*1750mm	EMBRACO
Filtro secador	Xh-7	FRIGELAR
Condensador	UC UFU70HAK	EMBRACO
Gás refrigerante	R-134a	FRIGELAR
Controle de temperatura	MT-512R	FRIGELAR
Bomba recalque	MOD 1895	INDAPLAST

#### 4.6 SUPORTE E FIXAÇÃO DO SISTEMA

Para o suporte da máquina de café, bem como o arranjo e fixação dos equipamentos de refrigeração que compõem o sistema, desenvolveu-se um armário em MDF, dimensionamento demonstrado no anexo C:

Figura 17 – Representação do suporte do sistema



## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho em questão apresenta o desenvolvimento de um sistema para ser acoplado a uma máquina de café, visando o fornecimento de bebidas frias. Foram realizados testes de acoplamento do sistema desenvolvido com a máquina de café, apresentando este bom desempenho, e atingindo todos os objetivos pra o qual foi desenvolvido.

Foram realizados os cálculos de carga térmica utilizados para determinar através de catálogos de fornecedores, os elementos mais indicados para a composição do sistema. Também realizou-se o dimensionamento do local que os componentes do sistema devem ser posicionados, com a finalidade de garantir um local adequado para cada um destes.

Concluiu-se que a utilização do sistema é válida, pois o equipamento demonstra plenas condições de operação e pode ser utilizado como uma ferramenta para alavancar as vendas de bebidas, solucionando o problemas de ociosidade das máquinas automáticas de café durante os períodos de elevadas temperaturas do ano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABVA. Associação Brasileira de Vendas Automáticas. 2000. Disponível em: <<http://www.abva.com.br/template.php?pagina=historico>>. Acesso em: 15/06/2014.

ARL. AR CLNDICIONADO E REFRIGERAÇÃO LTDA. Tudo de cobre capilar. Disponível em: <<http://arl.com.pt/shop/1/3504/tubo-de-cobre-capilar>>. Acesso em: 01/09/14.

COSTA, Ennio Cruz da. Refrigeração. 3 ed. São Paulo: Blucher, 1982.

EMBRACO (2014). Trainee Embraco. Disponível em: <<http://trainee.embraco.com/embraco.php>>. Acesso em: 19/07/2014

FERRAZ, Fábio. Apostila refrigeração. **Processo de evaporação**. Disponível em: <http://fabioferrazdr.files.wordpress.com/2008/09/ref13.pdf>>. Acesso em: 01/07/2014

INDAPLAST. Comércio de Plásticos Ltda. Bomba de imersão. Disponível em: <<http://www.indaplast.com.br/>>. Acesso em: 11/07/2014.

GARRIDO, Ana Paula. Comportamento dos fluidos refrigerantes em um sistema de refrigeração. Disponível em: < [www.ambientegegelado.com.br](http://www.ambientegegelado.com.br)>. Acesso em: 15/06/2014.

LOPES, Marco Aurélio. **Projeto e Simulação de Resfriadores de Líquidos**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SF BRASIL. Sistema de Fluxo Brasil Ind. E Com. Ltda. **Tabelas técnicas**.

STOECKER, W. F.; JABARDO, J. M. S. **Refrigeração Industrial**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2002. 384 p.

## ANEXO A – CATÁLOGO DE UNIDADE CONDENSADORA EMBRACO

Comparar	Modelo	Code	Gás Refrigerante	Voltagem	Frequência	Aplicação	HP	Capacidade (kcal/h)	Tipo de Motor	Aprovações
<input type="checkbox"/>	UC UL 63A183 460/60 - 380-415/50	515800024	R404A	380 - 460V/50 - 60HZ	50 Hz	LBP	3	13.290	3Ph	BR
<input type="checkbox"/>	UC UT 6222E 220V/60Hz	515301139	R22	220V/60Hz	60 Hz	M/HBP	1	8.285	CSR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UF 8,5HBK 220V/60Hz	515301171	R134a	220V/60Hz	60 Hz	L/MBP	1/4	807	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFI 12HBX 220V/60Hz	515301007	R134a	220V/60Hz	60 Hz	L/MBP	1/3+	1.170	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFU 100HAK115-127V/60Hz	515301023	R134a	115 - 127V/60Hz	60 Hz	L/MBP	1/3	927	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFU 100HAK115-127V/60Hz	515301591	R134a	115 - 127V/60Hz	60 Hz	L/MBP	1/3	927	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFU 130HAX 115-127V/60Hz	515301025	R134a	115 - 127V/60Hz	60 Hz	L/MBP	1/3+	1.230	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFU 70HAK 220-240V/50-60Hz	515301017	R134a	220V/50 - 60Hz	50 Hz	L/MBP	1/4	598	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFU 70HAK115-127/60	515301016	R134a	115V/60Hz	60 Hz	L/MBP	1/4	719	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFU 80HAK 220-240V/50-60Hz	515301019	R134a	220 - 240V/50-60Hz	50 Hz	L/MBP	1/4+	654	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFU 80HAK115-127/60	515301018	R134a	115 - 127V/60Hz	60 Hz	L/MBP	1/4+	786	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFU100HAK 220/50-60	515301024	R134a	220V/50 - 60Hz	50 Hz	L/MBP	1/3	775	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UFU130HAX 220V/60Hz	515301026	R134a	220V/60Hz	60 Hz	L/MBP	1/3+	1.230	CSIR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UH 23A383 1 208-230V/60Hz	515800008	R22	208 - 230V/60Hz	60 Hz	M/HBP	3	32.548	CSR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UH 23A423 1 208-230V/60Hz	515800011	R22	208 - 230V/60Hz	60 Hz	M/HBP	3,5	36.156	CSR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UH 23A423 460/60 - 380-415/50	515800013	R22	380 - 460V/50 - 60HZ	50 Hz	M/HBP	3,5	30.130	3Ph	BR
<input type="checkbox"/>	UC UH 23A543 460/60 - 380-415/50	515800015	R22	380 - 460V/50 - 60HZ	50 Hz	M/HBP	4,5	38.212	3Ph	BR
<input type="checkbox"/>	UC UH 23A623 460/60 - 380-415/50	515800017	R22	380 - 460V/50 - 60HZ	50 Hz	M/HBP	5	43.496	3Ph	BR
<input type="checkbox"/>	UC UH 29B20U 208-230/60Hz	515800091	R22	208 - 230V/60Hz	60 Hz	M/HBP	1,5	16.224	CSR	BR
<input type="checkbox"/>	UC UH 29B24U 265-60 220/240-50 1	515800093	R22	220 - 240V/50Hz	50 Hz	M/HBP	2	16.626	CSR	BR

 Selecionar códigos para comparação

1 | 2 | 3 | 4 | 5  Última

Itens por página: 20 

**ANEXO B – SISTEMA EM FUNCIONAMENTO**



**ANEXO C – PROJETO DO ARMÁRIO SUPORTE**

