

**INSTITUTO
FEDERAL**

Minas Gerais

Campus Avançado
Arcos

**DENYS BARSANTE
DIEGO HENRIQUE FERREIRA
GABRIEL AGNELLI ALMEIDA
LEONARDO BARROS DE OLIVEIRA
LUCAS MATEUS SOUZA DA SILVA**

**TRABALHO ACADÊMICO INTEGRADOR: MÁQUINA EXPRESSO
ADAPTADA**

**ARCOS-MG
2017**

**DENYS BARSANTE
DIEGO HENRIQUE FERREIRA
GABRIEL AGNELLI ALMEIDA
LEONARDO BARROS DE OLIVEIRA
LUCAS MATEUS SOUZA DA SILVA**

**TRABALHO ACADÊMICO INTEGRADOR: MÁQUINA EXPRESSO
ADAPTADA**

Projeto apresentado referente à disciplina Trabalho Acadêmico Integrador do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia, Campus Arcos.

Orientador: Niltom Vieira

**ARCOS-MG
2017**

RESUMO

BARSANTE, Denys; FERREIRA, Diego Henrique; ALMEIDA, Gabriel Agnelli; OLIVEIRA, Leonardo Barros de; SILVA, Lucas Mateus Souza da. **Trabalho Acadêmico Integrador: Máquina Espresso Adaptada**. Arcos: IFMG Câmpus Avançado Arcos, 2017.

O presente relatório tem como objetivo mostrar a construção de uma máquina expresso adaptada que, além do café, serve outras bebidas como refrigerante, água, suco, demonstrando os princípios para seu funcionamento ideal. A ideia surgiu através da necessidade de uma maneira de servir uma determinada bebida de maneira rápida e eficiente. Este projeto leva em conta o método de uma construção da máquina de maneira que seja com materiais de fácil acesso e com preço acessível, também pensando em uso de materiais recicláveis visando um modo ecologicamente favorável.

Palavras-chave: Transporte de líquido. Bomba de partida a frio. Máquina expresso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gaggia Crema Caffè.....	8
Figura 2 - Bomba Cegonha.....	9
Figura 3 - Bomba Parafuso.....	9
Figura 4 - Bomba Hidráulica.....	10
Figura 5 - Máquina expresso adaptada.....	11
Figura 6 - Interruptor.....	13
Figura 7 - Circuito fechado.....	14
Figura 8 - Circuito aberto.....	14
Figura 9 - Poliestireno expandido.....	14
Figura 10 - Tetra pak.....	15
Figura 11 - Esquema Bomba hidráulica.....	16
Figura 12 - Bomba Centrifuga.....	18
Figura 13 - Escoamento de fluido.....	19
Figura 14 - Aviões.....	20
Figura 15 - Vaporizador.....	21
Figura 16 - Chaminé.....	21
Figura 17 - Peças externas máquina.....	25
Figura 18 - Pintura máquina.....	25
Figura 19 - Dobradiças.....	26
Figura 20 - Entrada molex.....	26
Figura 21 - Sistema elétrico máquina.....	27
Figura 22 - Caixa de leite aberta.....	27
Figura 23 - Desenho Elipse do reservatório.....	28
Figura 24 - Reservatório na forma elíptica.....	28
Figura 25 - Reservatório na máquina.....	29
Figura 26 - Elipse 2D.....	30
Figura 27 - Parábola 2D.....	31
Figura 28 - Paráboloide 3D.....	32
Figura 29 - Vistas no primeiro diedro.....	33
Figura 30 - Vistas em perspectiva.....	34
Figura 31 - Vista em corte.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Programa 1 (Função).....	23
Quadro 2 - Programa 2 (Calculocustos).....	23
Quadro 3 - Matlab.....	30
Quadro 4 - Matlab.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Cronograma.....	22
TABELA 2 - Materiais e custos.....	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Surgimento da máquina expresso.....	7
1.2 Surgimento das bombas hidráulicas.....	8
2 OBJETIVO.....	11
2.1 Objetivo geral.....	11
2.2 Objetivo específico.....	11
3 JUSTIFICATIVA.....	12
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4.1 Máquina expresso.....	13
4.2 Interruptor.....	13
4.3 Poliestireno expandido.....	14
4.4 Tetra Pak.....	15
4.5 Bomba hidráulica.....	16
4.5.1 Bomba centrífuga.....	16
4.5.2 Princípios de funcionamento.....	17
4.5.3 Geração de força centrífuga.....	17
4.5.4 Conversão de energia cinética em energia de pressão.....	18
4.6 Equação de Bernoulli.....	18
4.6.1 Aplicações da equação de Bernoulli.....	20
5 METODOLOGIA.....	22
5.1 Cronograma.....	22
5.2 Materiais e custos.....	22
5.3 Planejamento, cálculos e construção.....	24
5.3.1 Planejamento e construção.....	24
5.3.2 Cálculos e construção do reservatório.....	27
5.3.2.1 Cálculos da elipse.....	29
5.3.2.2 Cálculo das parábolas.....	30
5.3.3 Cálculo de vazão de líquidos (Água).....	32
5.3.4 Projeto no Autocad.....	33
6 CONCLUSÃO.....	35
7 REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Este projeto apresenta uma pesquisa sobre uma máquina expresso adaptada, tendo em vista a distribuição de bebidas diferentes do café, onde há uma aplicação das disciplinas referentes ao curso de engenharia mecânica.

1.1 Surgimento da máquina expresso

As máquinas expresso, em específico a máquina de café expresso, surgiu com a necessidade de um método rápido e eficiente. Atualmente as máquinas expresso, tanto de café como qualquer outro líquido traz uma praticidade tanto para o uso doméstico, devido a rapidez e comodidade que o café é feito, bem como para o uso em estabelecimentos como restaurantes, lanchonetes, em que através da máquina de café ou qualquer outro líquido é otimizado o tempo do funcionário e do próprio consumidor.

O surgimento da máquina expresso possui uma grande confusão, visto que há registros ambíguos. Existe um documento que diz que a primeira máquina expresso surgiu em 1822 com Louis Bernard Babaut, na qual ela produzia em torno de mil xícaras de café em uma hora, na qual Louis usava a pressão do vapor da água para empurrar o café através de um filtro, porém o registro também diz que a máquina apresentava problemas, como explodir e queimar o café (ALMEIDA, 2016).

A primeira máquina de café expresso foi apresentada ao mundo por volta do ano de 1901, patenteada pelo Sr. Luigi Bezzera, uma máquina simples que ele chamou de Tipo Gigante, onde o projeto não obteve sucesso para o mercado. A patente foi vendida a Desidero Pavoni, em 1905, que trouxe ao mercado um novo modelo de máquina de café expresso chamado Ideale. O Sr. Teresio Arduino, funda sua companhia chamada Victoria Arduino, na qual então começou a espalhar seu ideal do café expresso na Itália (HISTÓRIA....., 2011).

O tipo de máquina expresso conhecida e usada nos dias de hoje, entrou no mercado no ano de 1946/47, com o fim da Segunda G.M. Com a família Gaggia, que introduziu o modelo Gaggia Crema Caffè, com qual foi a primeira com a capacidade de pressurizar a água com sete bar ou mais, através de uma alavanca, na qual passava por uma faixa de café moído, tendo assim a bebida.

Segundo a revista online cafeicultura (2007): “Em 1967 o Sr. Nello Dal Tio proprietário da C.M.A – Astoria constrói sua primeira máquina de café expresso utilizando já os princípios fundamentais e modernos de café expresso italiano”.

Figura 1 - Gaggia Crema Caffè



Fonte: Gaggia Milano (2017).

1.2 Surgimento das bombas hidráulicas

O homem sempre teve uma busca para a facilitação para a obtenção e transporte da água. Fazendo assim métodos de elevação do líquido surgiram em tempos onde não existe registro e com o decorrer do tempo, esses métodos foram melhorados continuamente conforme a necessidade. A importância das bombas hidráulicas não é tão exposta, visto que virou uma ferramenta tão comum, muitas pessoas não conseguem ver sua verdadeira e necessária presença no mundo.

Os egípcios por volta do ano de 2000 A.C inventaram um método chamado de bomba cegonha, que é constituída por duas partes de madeira longas e articulado, no qual um é fixado no solo para sustentação e o outro era fixado de maneira perpendicular ao primeiro, com uma extremidade com um peso e outra por uma recipiente para captação da água (COLDIBELLI,2014).

Figura 2 - Bomba Cegonha



Fonte: Wikipedia (2017).

Arquimedes, por volta de 250 A.C, inventou uma bomba chamada bomba de parafuso, aproveitada com sucesso na época atual. Na qual é feita com um parafuso dentro de um tubo cilíndrico oco, fazendo com quem a rotação do parafuso dentro do tubo faça o transporte da água (COLDIBELLI, 2014).

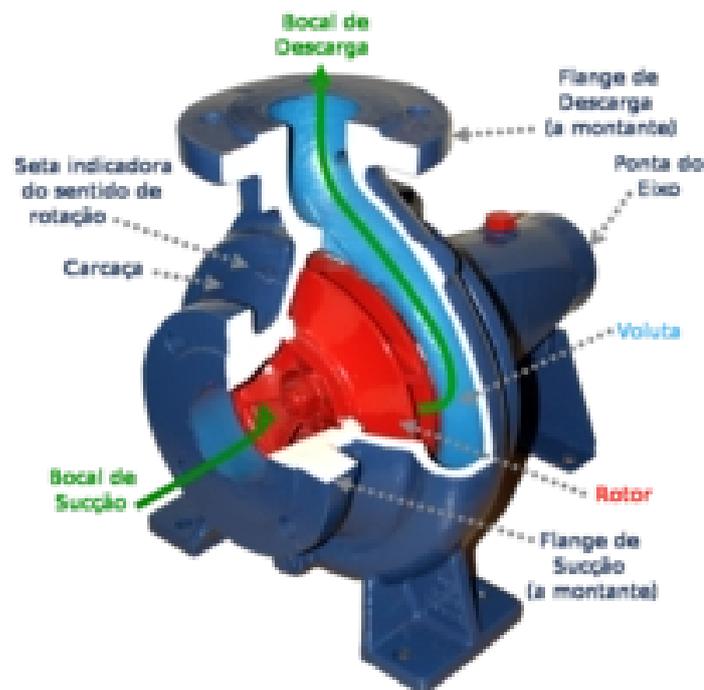
Figura 3 - Bomba Parafuso



Fonte: Engenharia Elétrica- UFBA (2017) .

Leonardo da Vinci teve grande importância para a inclusão das bombas hidráulicas da maneira que é mais usada e conhecida na época atual. Ele incluiu teorias em seus desenhos de máquinas hidráulicas, entre as quais a ideia de uma bomba centrífuga. Com isso, no fim do século XVII obteve grandes avanços tecnológicos: o surgimento da bomba centrífuga e o aproveitamento do vapor d'água para o bombeamento. Apesar de a ideia original ter sido de Leonardo, o francês Denis Papin foi o primeiro engenheiro a construir uma bomba centrífuga no ano de 1689 (NETTO,1989).

Figura 4 - Bomba Hidráulica



Fonte: Wikipedia (2017).

2 OBJETIVO

O Trabalho Acadêmico Integrador tem como objetivo a criação de uma determinada máquina, tendo em vista a aplicação das disciplinas da área de mecânica.

2.1 Objetivo geral

Este projeto tem como o objetivo demonstrar a construção de uma máquina expresso adaptada, com a utilização de bombas hidráulicas para o transporte de bebidas. Assim como apresentar cálculos para dimensionamento usado para a montagem da estrutura da máquina e de seu reservatório. Também para ter uma comodidade e facilitação para a obtenção de bebidas.

2.2 Objetivo específico

Utilização de conceitos vistos em sala de aula aplicados ao projeto, desenvolver as relações interpessoais através do trabalho em grupo, divisão de tarefas, liderança, além de usar materiais reutilizados e/ou ecologicamente corretos, com a finalidade de causar o mínimo de impacto ecologicamente possível, visto a crescente e atual preocupação com o meio ambiente.

Figura 5 - Máquina expresso adaptada



Fonte: Os autores (2017).

3 JUSTIFICATIVA

Tem como justificativa a expansão de máquinas como essas, gerando uma economia de tempo para obtenção de bebidas, a comodidade, redução de custo de produção, maior e mais ágil distribuição de bebida e a necessidade da busca de qualificação e crescimento social da comunidade.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O projeto partiu através de estudo e análise de temas relacionados ao funcionamento de uma bomba hidráulica de partida fria, na qual foi usado neste projeto, também ao estudo de funcionamento de um interruptor e finalmente o uso de maneiras para conservação de temperatura.

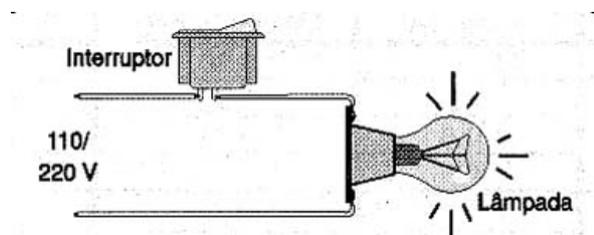
4.1 Máquina expresso

A máquina de expresso tem um sistema que força a passagem de um jato de água quente, em alta pressão, por uma massa compacta de pó de café bem fino. A grande diferença entre o café expresso e o coado caseiro é que neste último a água quente atravessa o coador movido apenas por seu próprio peso, enquanto no expresso a água pressurizada produz um café mais forte, denso e espumante.

4.2 Interruptor

A principal função de um interruptor é fechar ou abrir o circuito elétrico, com isso permite estabelecer ou interromper a corrente de modo a controlar o funcionamento de determinado objeto. Podemos usar os interruptores para ligar ou desligar a bomba hidráulica de partida a frio, ou seja, para estabelecer ou interromper a corrente que circula através da bomba.

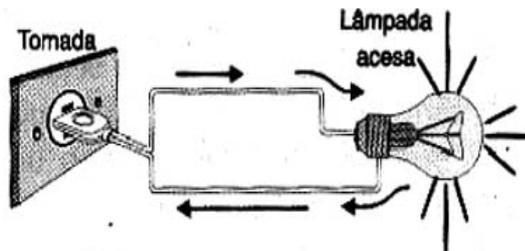
Figura 6 - Interruptor



Fonte: Instituto Newton Braga (2017).

Fala-se que um circuito está fechado quando existe um percurso completo para a corrente e ela pode circular alimentando algum aparelho(Instituto Newton Braga, S.d).

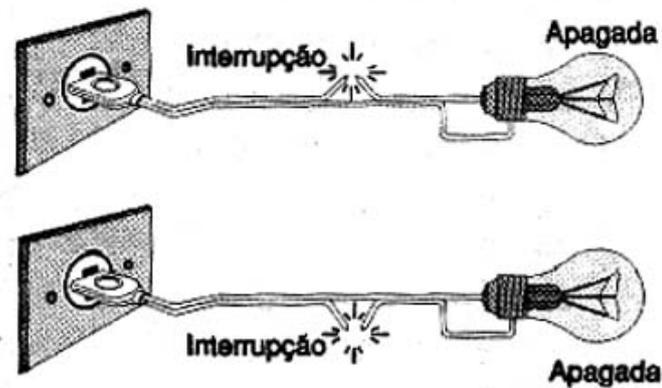
Figura 7 - Circuito fechado



Fonte: Instituto Newton Braga (2017).

Fala-se que um circuito está aberto quando existe alguma interrupção que impede a circulação da corrente(Instituto Newton Braga,S.d).

Figura 8 - Circuito aberto



Fonte: Instituto Newton Braga (2017).

4.3 Poliestireno expandido

Figura 9 - Poliestireno expandido



Fonte: EPS (2017).

O EPS (poliestireno expandido) é um plástico celular e rígido usado em diversas

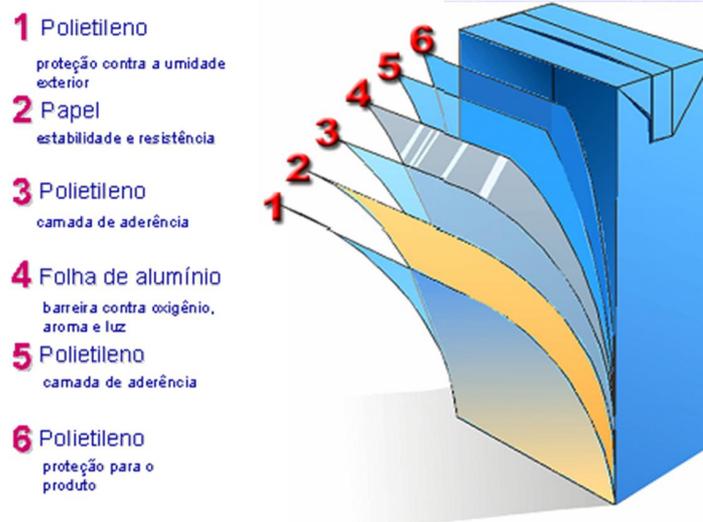
aplicações. É uma espuma formada do conjunto de grânulos, tal material tem diversas utilidades, principalmente pelo seu potencial de isolamento térmico como a exemplo em eletrodomésticos, produtos eletrônicos e outros (EPS....., S.d).

Como destacado anteriormente a principal característica do EPS é a capacidade de impedir a passagem de calor. Tal característica se deve a sua estrutura celular que é formada por milhões de células fechadas com diâmetro muito pequeno e paredes de apenas 1mm. Esta espuma é composta de aproximadamente 2% de poliestireno e 98% de ar. A estrutura consegue manter uma grande quantidade de ar imóvel, dentro de suas células, assim diminuindo a passagem de calor.

O EPS além de sua diversa utilidade se destaca pelo baixíssimo dano a natureza visto que quimicamente ele se consiste apenas de carbono e hidrogênio, além de não possuir produtos tóxicos para o ambiente ou camada de ozônio. Sua fabricação exige pouca energia e provoca poucos resíduos. E após seu uso ele é totalmente reciclável ambiente.

4.4 Tetra Pak

Figura 10 - Tetra pak



Fonte: Portal Metálica (2017).

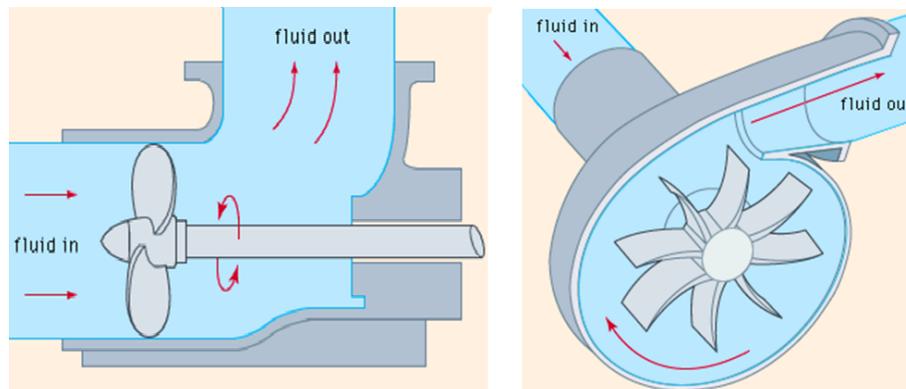
O engenheiro aposentado Luis Otto Schumutzler descobriu uma maneira de diminuir a temperatura dos ambientes utilizando embalagens do tipo longa vida, facilmente encontradas em depósitos de lixo e de difícil degradação. Ao observar atentamente uma caixa de leite, ele percebeu que o material usado nas embalagens – papelão, alumínio e polietileno poderiam ser transformados em manta isolante para telhados, a exemplo das folhas de alumínio já utilizadas como isolante térmico na construção civil. “O alumínio tem a propriedade de refletir os raios

infravermelhos, as ondas de calor”, afirma (MASCARENHAS, 2001).

Para provar tal teoria um trabalho de extensão universitária foi feito na cidade de Videira no estado de Santa Catarina, onde a face laminada das caixas foram postas nos telhados das casas. O resultado obtido foi que as casas que antes possuíam forros passaram a registrar temperaturas internas menores no verão e maiores no inverno. Isto se dá em razão de a parte laminada refletir 95% da radiação. Esta solução além de rápida e barata, pode ser executada sem conhecimentos muito técnicos. Essa alternativa oferece grandes benefícios ao meio ambiente, devido ao menos desperdício de material, e economia de energia nas residências (FERNANDES; DANIELEWICZ; SECCO, 2014).

4.5 Bomba hidráulica

Figura 11 - Esquema Bomba hidráulica



Fonte: britannica (2017).

Neste sistema autor data, as citações são feitas pelo sobrenome do autor, seguida da data do documento e página da citação, caso ela seja na ordem direta. A organização das referências será em ordem alfabética por sobrenome.

4.5.1 Bomba centrífuga

Bombas centrífugas são aquelas em que a energia fornecida ao líquido é primordialmente do tipo cinética, sendo posteriormente convertida em grande parte em energia de pressão. Estas bombas caracterizam-se por operarem com altas vazões, pressões moderadas e fluxo contínuo. Bombas são equipamentos que conferem energia de pressão aos líquidos com a finalidade de transportá-los de um ponto para outro. Nas bombas centrífugas a movimentação do líquido é produzida por forças desenvolvidas na massa líquida pela rotação de um rotor. Este rotor é essencialmente um conjunto de palhetas ou de pás que impulsionam

o líquido.

Para uma bomba centrífuga funcionar é preciso que a carcaça esteja completamente cheia de líquido que, recebendo através o movimento de rotação do impelidor, fica sujeito a força centrífuga que faz com que o líquido se desloque para a periferia do rotor causando uma baixa pressão no centro, o que faz com que mais líquido seja admitido na bomba. O fluido a alta velocidade (energia cinética elevada) é lançado para a periferia do impelidor onde o aumento progressivo da área de escoamento faz com que a velocidade diminua, transformando energia cinética em energia de pressão.

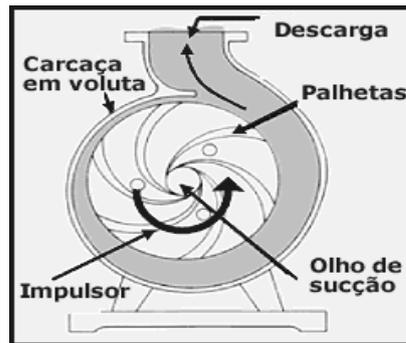
4.5.2 Princípios de funcionamento

Uma bomba centrífuga é, na maioria das vezes, um equipamento simples. Seu propósito é converter a energia de uma fonte motriz principal (um motor elétrico ou turbina), a princípio, em velocidade ou energia cinética, e então, em energia de pressão do fluido que está sendo bombeado. As transformações de energia acontecem em virtude de duas partes principais da bomba: O impulsor e a voluta, ou difusor. O impulsor é a parte giratória que converte a energia do motor em energia cinética. A voluta ou difusor é a parte estacionária que converte a energia cinética em energia de pressão.

4.5.3 Geração de força centrífuga

O líquido entra no bocal de sucção e, logo em seguida, no centro de um dispositivo rotativo conhecido como impulsor. Quando o impulsor gira, ele imprime uma rotação ao líquido situado nas cavidades entre palhetas externas, proporcionando-lhe uma aceleração centrífuga. Cria-se uma área de baixa pressão no olho do impulsor causando mais fluxo de líquido através da entrada. Como as lâminas do impulsor são curvas, o fluido é impulsionado nas direções radial e tangencial pela força centrífuga. A figura a abaixo mostra um corte lateral de uma bomba centrífuga indicando o movimento do líquido.

Figura 12 - Bomba Centrífuga



Fonte: SCHOOL (2017).

4.5.4 Conversão de energia cinética em energia de pressão

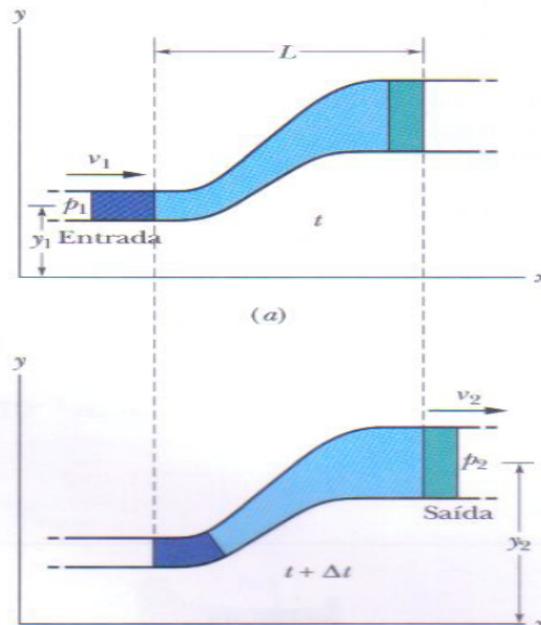
A energia criada pela força centrífuga é a energia cinética. A quantidade de energia fornecida ao líquido é proporcional à velocidade na extremidade, ou periferia, da hélice do ímpulsor. Quanto mais rápido o ímpulsor move-se, ou quanto maior é o ímpulsor, maior será a velocidade do líquido na hélice, e tanto maior será a energia fornecida ao líquido.

Esta energia cinética do líquido, ganha no ímpulsor, tende a diminuir pelas resistências que se opõem ao fluxo. A primeira resistência é criada pela carcaça da bomba, que reduz a velocidade do líquido. No bocal de descarga, o líquido sofre desaceleração e sua velocidade é convertida a pressão, de acordo com o princípio de Bernoulli.

4.6 Equação de Bernoulli

A figura 13 mostra um tubo através do qual um fluido ideal escoava com vazão constante. Supondo que, em um intervalo de tempo Δt , um volume Δv do fluido, de cor violeta na figura, entra pela extremidade esquerda (entrada) do tubo e um volume igual, de cor verde na figura sai pela extremidade direita (saída) do tubo. Como o fluido é incompressível, com uma massa específica constante ρ , o volume que sai deve ser igual ao volume que entra (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 2009).

Figura 13 - Escoamento de fluido



Fonte: HALLIDAY; RESNICK; KRANE (2017).

Sejam y_1 , v_1 e p_1 a altura, a velocidade e a pressão do fluido que entra do lado esquerdo e y_2 , v_2 e p_2 os valores correspondentes do fluido que sai do lado direito. Aplicando a lei de conservação de energia, é possível mostrar que esses valores estão relacionados através da equação 1:

$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2$ (Equação 1), Onde o termo $\frac{1}{2} \rho v^2$ é chamado de energia cinética específica (energia cinética por unidade de volume) do fluido. A equação 1 também pode ser escrita na forma:

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y = \text{constante} \quad (\text{Equação 2})$$

As equações 1 e 2 são formas equivalentes da equação de Bernoulli, que tem este nome por causa de Daniel Bernoulli, que estudou o escoamento de fluidos no século XVIII. Uma previsão importante da equação de Bernoulli surge quando supomos que y é constante ($y = 0$, digamos), ou seja, que a altura do fluido não varia. Nesse caso, a equação 1 se torna:

$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$, ou em outras palavras, isso significa que nas regiões em que as linhas de fluxo estão mais concentradas (ou seja, em que a velocidade é maior) a pressão é menor, e vice-versa.

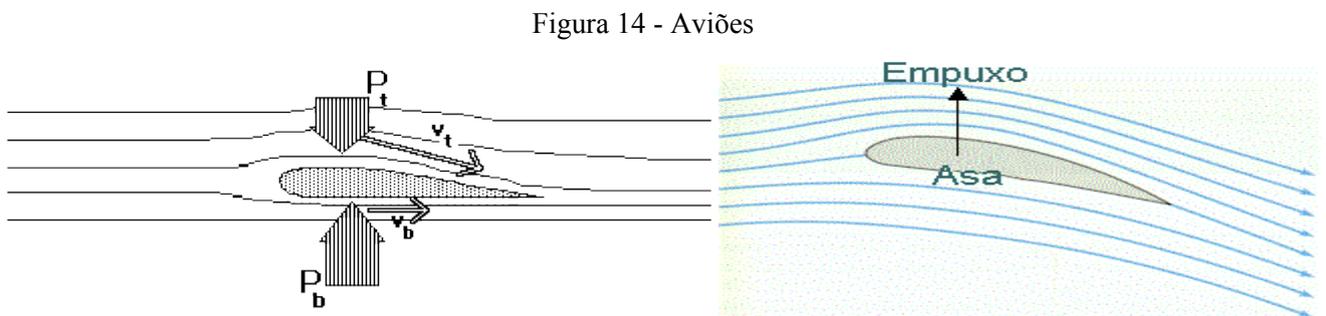
A relação entre uma mudança de velocidade e uma mudança de pressão faz sentido quando consideramos um elemento do fluido. Quando o elemento se aproxima de uma região estreita a pressão mais elevada atrás dele o acelera, de modo que ele adquire uma velocidade

maior, Quando o elemento se aproxima de uma região mais larga a pressão maior a frente o desacelera, de modo que ele adquire uma velocidade menos.

A equação de Bernoulli é estritamente válida apenas para fluidos ideais. Quando forças viscosas estão presentes partes da energia é convertida em energia térmica (HALLIDAY; RESNICK; KRANE, 2009, p.73).

4.6.1 Aplicações da equação de Bernoulli

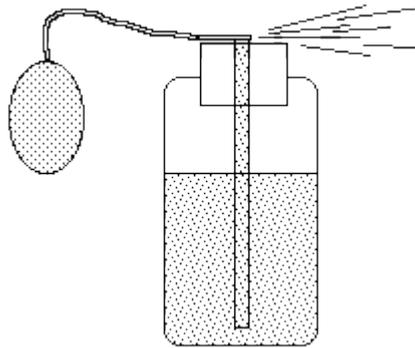
Aviões: A asa de um avião é mais curva na parte de cima. Isto faz com que o ar passe mais rápido na parte de cima do que na de baixo. De acordo com a equação de Bernoulli, a pressão do ar em cima da asa será menor do que na parte de baixo, criando uma força de empuxo que sustenta o avião no ar (BERTULANI, 99).



Fonte: Universidade Federal do Rio de Janeiro (2017).

Vaporizadores: Uma bomba de ar faz com que o ar seja empurrado paralelamente ao extremo de um tubo que está imerso em um líquido. A pressão nesse ponto diminui, e a diferença de pressão com o outro extremo do tubo empurra o fluido para cima. O ar rápido também divide o fluido em pequenas gotas, que são empurradas para frente (BERTULANI, 99).

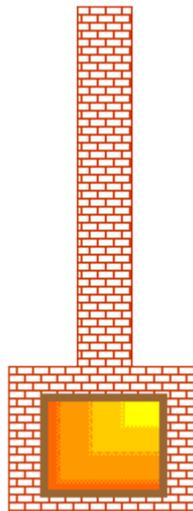
Figura 15 - Vaporizador



Fonte: Universidade Federal do Rio de Janeiro (2017) .

Chaminé: O movimento de ar do lado de fora de uma casa ajuda a criar uma diferença de pressão que expulsa o ar quente da lareira para cima, através da chaminé (BERTULANI,99).

Figura 16 - Chaminé



Fonte: Universidade Federal do Rio de Janeiro (2017).

5 METODOLOGIA

Foi definido um tema, no qual foi escolhida uma máquina expresso adaptada, com isso, foi feito um esboço de como seria o formato da máquina, com esse esboço foi definido as dimensões do projeto. Logo depois, as tarefas foram divididas em semanas para a compra e pesquisa dos materiais. Quando se tinha todos os materiais necessários para a montagem, a máquina foi construída.

5.1 Cronograma

TABELA 1 - Cronograma

Atividade	
Semanas 1 e 2	Definição de membros, definição sobre o tema a ser abordado.
Semanas 3 e 4	Pesquisa sobre o tema escolhido, pesquisa sobre materiais.
Semanas 5 e 6	Orçamento de materiais, teste de bomba de água reutilizada (sem sucesso).
Semanas 7 e 8	Teste de nova bomba de água (eletrobomba de motor de partida a frio).
Semanas 9 e 10	Aquisição de materiais para montagem da estrutura externa e montagem da mesma.
Semanas 11 e 12	Junção da estrutura interna e externa.
Semanas 13 e 14	Acabamento da estrutura e testes finais.
Semana 15	Revisão.

Fonte: Os autores (2017).

5.2 Materiais e custos

O total gasto com cada material e o custo total do projeto é calculado utilizando o Matlab. Para isso foi criado dois programas, o primeiro uma função (será utilizada no segundo programa) que calcula o valor total relacionando o preço unitário e quantidade, o segundo através de uma matriz, laços de repetição (while,for) exibe o custo total de cada material e custo total do projeto, além disso através de uma estrutura condicional (if,elseif e else), de acordo com o valor gasto no projeto ele exibe uma mensagem informando se o projeto teve um custo pequeno, mediano ou elevado.

Quadro 1 - Programa 1 (Função)

```
function [valor_total] = entrada(nome)
disp(nome); disp('=====');
preco=input('Informe o valor unitário(R$): \n');
quantidade=input('Informe a quantidade: \n');
while quantidade<=0
disp('Favor informar a quantidade maior que Zero');
quantidade=input('Informe a quantidade: \n ');
end
valor_total = preco*quantidade;
end
```

Fonte: Os autores (2017).

Quadro 2 - Programa 2 (Calculocustos)

```
material = cell(16,2);
material={'Bomba';'Caixa';'Coladesilicone';'Durepoxi';'Dobradica';'Ferrodesolda';'Fios';'
Fonte';'Furadeira';'Interruptor';'Isopor';'Madeirite';'Mangueira';'Martelo';'Prego';'Tinta';
for i=1:16
    material{i,2}= entrada(material{i,1});
    fprintf('Valor total gasto nesse material: %5.2f\n',material{i,2}); disp('=====');
end
total = 0;
for i=1:16
    total = total + material{i,2};
end
fprintf('O custo total do projeto foi de: %5.2f\n',total); disp(' ');
```

Fonte: Os autores (2017).

TABELA 2 - Materiais e custos

Objetos	Unidade de medida	Preço unitário(R\$)	Quantidade	Preço total (R\$)
Bomba injetora 12 V	-	25,00	02	50,00
Caixa Tetra pak	-	-	25	0,00
Cola de silicone	-	3,70	02	7,40

Durepoxi	-	3,00	01	3,00
Dobradiça		2,00	03	6,00
Ferro de solda	-	-	01	0,00
Fios	Metros	-	05	0,00
Fonte de computador	-	-	01	0,00
Furadeira	-	-	01	0,00
Interruptor	-	3,00	02	6,00
Placa de isopor 50x100	-	6,00	1	6,00
Madeirit	2,20x1,10x0,10	32,00	1	32,00
Mangueiras	Metros	3,00	2	6,00
Martelo	-	-	1	0,00
Pregos	10x10	0,055	40	2,20
Tinta spray	-	17,00	1	17,00
Total:				135,60

Fonte: Os autores (2017)

5.3 Planejamento, cálculos e construção

5.3.1 Planejamento e construção

Para iniciar a construção da máquina expresso adaptada, parte-se de um croqui de como seria a ideia da máquina, mudando para se adaptar ao objetivo desejado, quando pronto utiliza-se ferramenta AutoCad para desenhar, com todas as partes internas e sua perspectiva para assim conseguirmos enxergar se a máquina se encaixaria no plano desejado. Com as medidas fomos até uma serralheria para cortar o Madeirit nos tamanhos que seriam utilizados para a máquina.

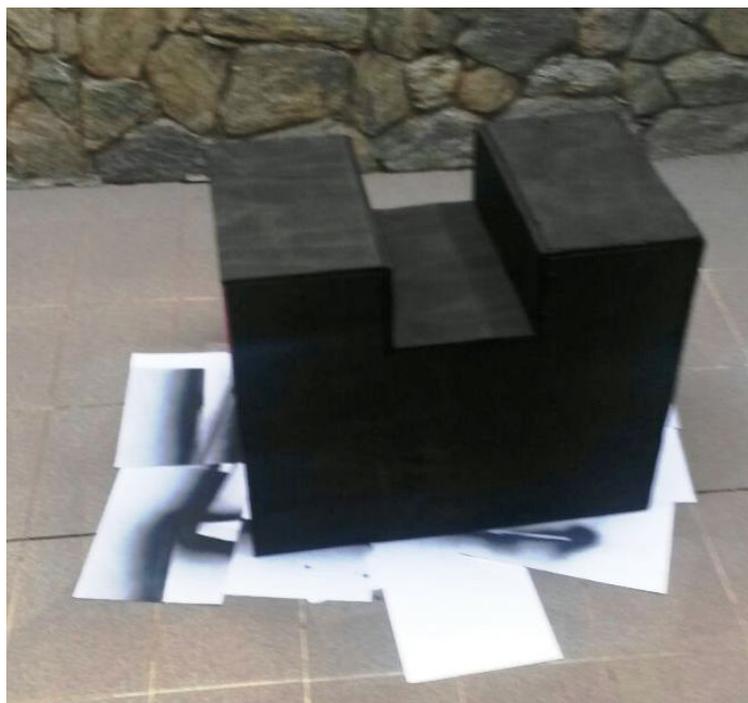
Figura 17 - Peças externas máquina



Fonte: Os autores (2017).

Após a junção de todas as partes com pregos, a estrutura da máquina foi pintada com spray preto fosco.

Figura 18 - Pintura máquina



Fonte: Os autores (2017).

Depois de seco, coloca-se a parte traseira da máquina que possui um sistema de abertura, utilizando dobradiças.

Figura 19 - Dobradiças



Fonte: Os autores (2017).

Logo após, ligamos a fonte de energia às bombas e ao interruptor, as mangueiras as bombas e até a saída onde encherá os copos. Para conectar os cabos, um fio vindo do interruptor e outro da bomba devem ser colocados na entrada Molex da fonte de computador. Onde os fios preto são o polo negativo e os coloridos positivos.

Figura 20 - Entrada molex



Fonte: TecMundo (2017).

Figura 21 - Sistema elétrico máquina



Fonte: Os autores (2017).

5.3.2 Cálculos e construção do reservatório

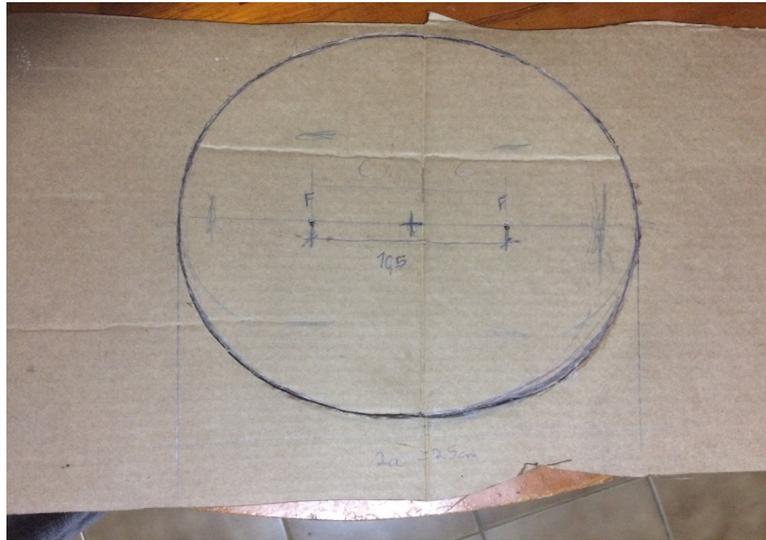
A parte do reservatório a frio foi pensada e construída para aperfeiçoar a transferência térmica, usando um método ecologicamente favorável, pegamos caixas de leite e abrimos, utilizamos sua parte interna que já foi construída para o mesmo propósito de manter a temperatura.

Figura 22 - Caixa de leite aberta



Fonte: Os autores (2017).

Figura 23 - Desenho Elipse do reservatório



Fonte: Os autores (2017).

Assim posicionam-se nos focos as garrafas que serão utilizadas, usa-se a propriedade de reflexão destas formas para otimizar o resfriamento do líquido imerso em gelo, para refletir e manter o líquido em boa conservação utiliza-se caixas tetra pack, pois esta tem sua capacidade de conservação de elevada qualidade e a propriedade de reflexão por ter alumínio em sua composição o qual seria necessário neste desenvolvimento, para melhorar ainda mais a qualidade de resfriamento e conservação da temperatura do reservatório ele foi revestido de material poliestireno expandido).

Figura 24 - Reservatório na forma elíptica



Fonte: Os autores (2017).

Figura 25 - Reservatório na máquina



Fonte: Os autores (2017).

5.3.2.1 Cálculos da elipse

A partir do posicionamento adequado das garrafas consegue-se as medidas mínimas do reservatório:

- $2a = 250$ mm
- $2b = 220$ mm
- $2c = 105$ mm
- $e = 0,42$

Segue a equação reduzida da elipse:

$$\frac{x^2}{15.625} + \frac{y^2}{12.100} = 1$$

Para visualização desta elipse e confirmação os cálculos, foi utilizado o Matlab e plotamos o gráfico da mesma, Utilizando o comando:

Quadro 3 - Matlab

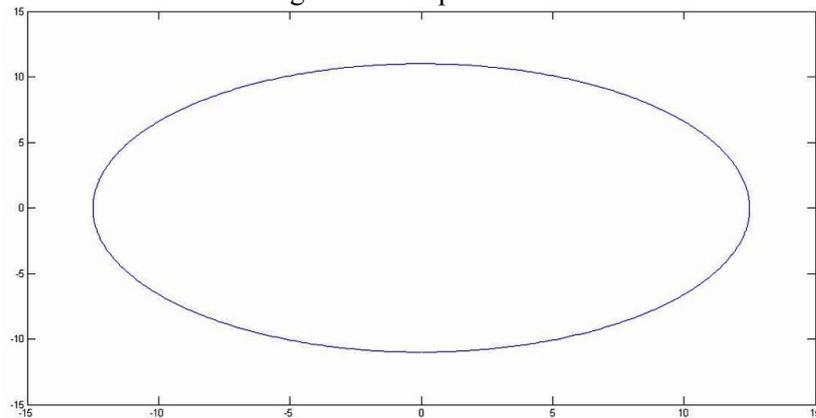
```

%PARABOLA%
x=-12.5:0.1:12.5;
y1=x.^2/20;
y2=-x.^2/20+40;
%ELIPSE%
a=12.5;b=11;
d=-pi:0.001:pi;
x0=0;y0=0;
xx=x0+a*sin(d);
yy=y0+b*cos(d);
%GRAFICO DA PARABOLA%
axis([-15 15 0 40])
subplot(2,1,1)
plot(x,y1,x,y2)
%GRAFICO DA ELIPSE%
subplot(2,1,2)
plot(xx,yy)

```

Fonte: Os autores (2017).

Figura 26 - Elipse 2D



Fonte: Os autores (2017)

5.3.2.2 Cálculo das parábolas

Após os cálculos da elipse, usa-se o termo $2a(250\text{mm})$ para determinar o tamanho máximo da parábola e foco a $200\text{mm}(p)$ da diretriz(d) em $y = -100\text{mm}$, no plano $x-z$,

chegando a: $Z = \frac{x^2}{20}$; e tem-se no plano y-z a equação: $Z = \frac{y^2 + 100}{20}$

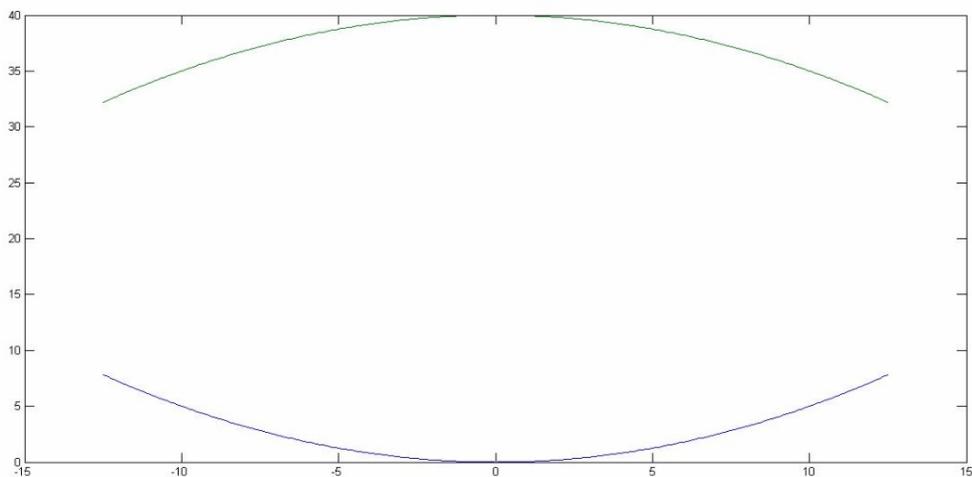
Utilizando o Matlab, para confirmar os cálculos e plotar o gráfico da parábola para conseguir visualizá-la. Utilizando o comando:

Quadro 4 - Matlab

```
%PARABOLA%
x=-12.5:0.1:12.5;
y1=x.^2/20;
y2=-x.^2/20+40;
%ELIPSE%
a=12.5;b=11;
d=-pi:0.001:pi;
x0=0;y0=0;
xx=x0+a*sin(d);
yy=y0+b*cos(d);
%GRAFICO DA PARABOLA%
axis([-15 15 0 40])
subplot(2,1,1)
plot(x,y1,x,y2)
%GRAFICO DA ELIPSE%
subplot(2,1,2)
plot(xx,yy)
```

Fonte: Os autores (2017).

Figura 27 - Parábola 2D

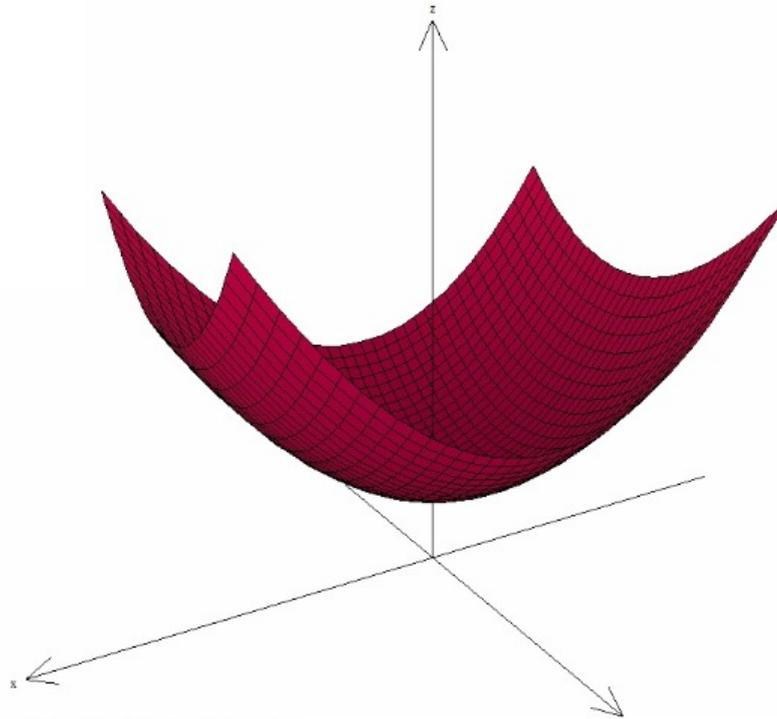


Fonte: Os autores (2017)

Utilizou-se para visualização da parabolóide elíptico no Winplot, de uma maneira

semelhante todavia análoga.

Figura 28 - Paráboloide 3D



Fonte: Os autores (2017)

E seguindo os cálculos e utilizando em nosso trabalho, necessitamos utilizar no plano tridimensional x-y-z, surgindo assim a forma de uma paráboloide elíptico, que tem a equação reduzida:

Equação reduzida para paráboloide elíptico:
$$\frac{z}{c} = \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}$$

Equação reduzida para paráboloide do projeto:
$$\frac{z}{52,5} = \frac{x^2}{15,625} + \frac{y^2}{12,100}$$

5.3.3 Cálculo de vazão de líquidos (Água)

Bomba 1 (Esquerda):

Volume: $v(t) = 30,7t$

Bomba 2 (Direita):

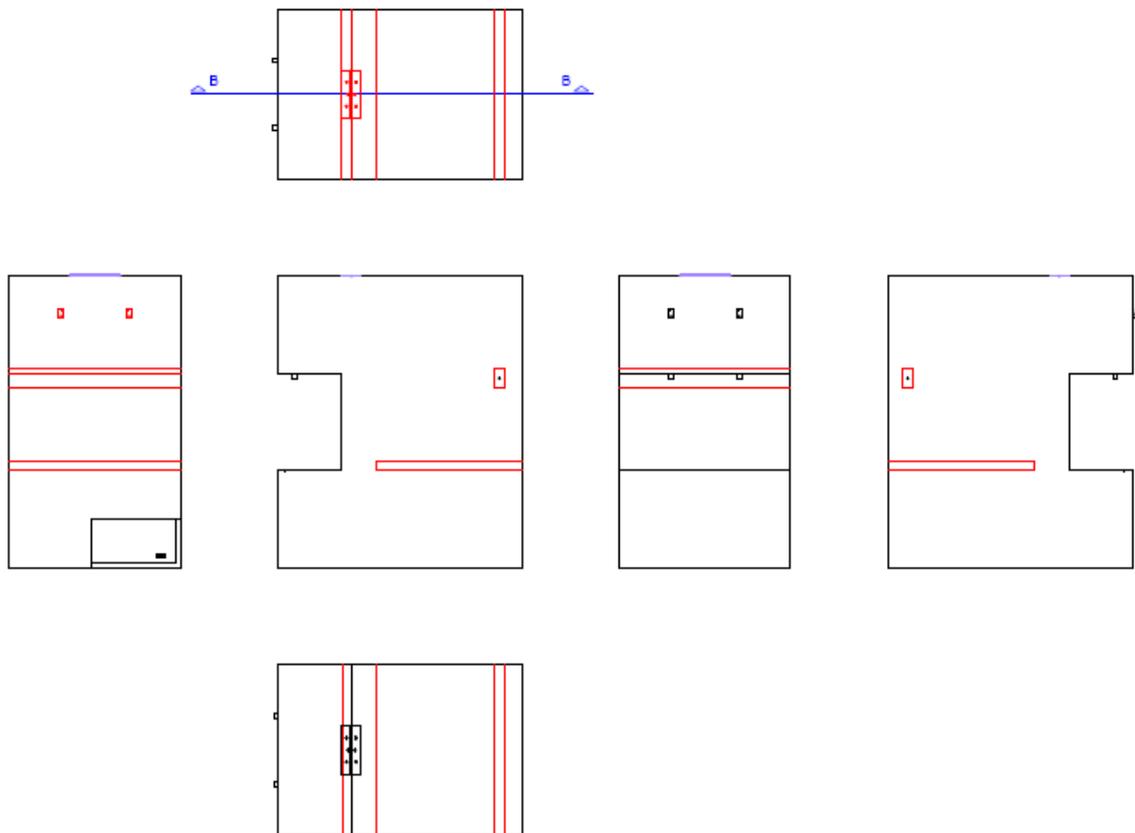
Volume: $v(t) = 46,5t$

Como $v'(t) = nct^{n-1}$, temos que a velocidade de vasão é de 30,7 cm³/s na bomba 1 e de 46,5 cm³/s na bomba 2.

5.3.4 Projeto no Autocad

Depois da ideia de como seria o formato da máquina, foi realizado um desenho no programa AutoCad para melhor idealização da sua forma. Primeiro fizemos a vista da máquina no primeiro diedro, obtendo as seguintes formas:

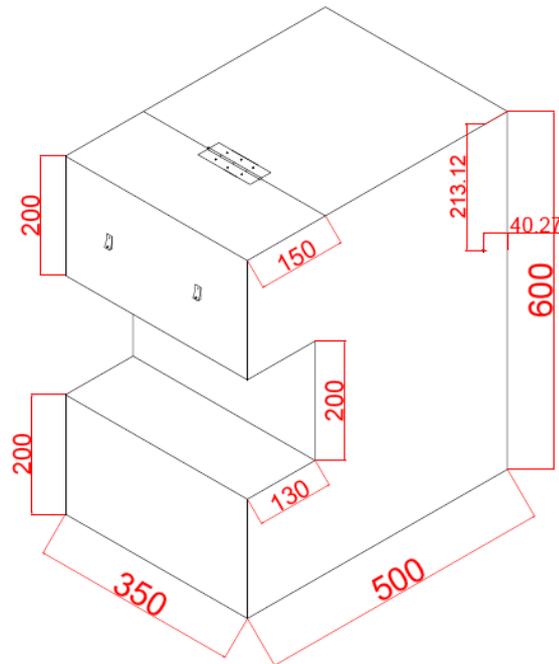
Figura 29 - Vistas no primeiro diedro



Fonte: Os autores (2017)

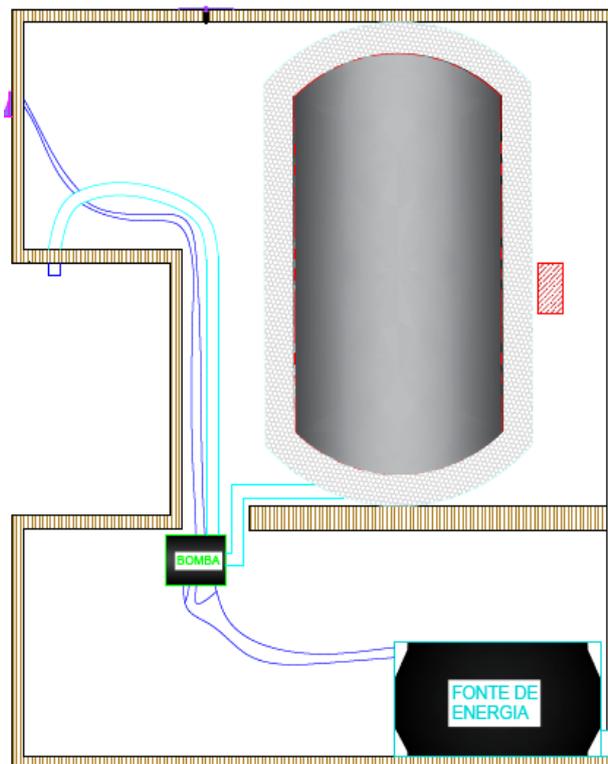
Depois de ter as vistas de todos os lados do projeto, se obtém uma perspectiva da máquina e uma vista em corte:

Figura 30 - Vistas em perspectiva



Fonte: Os autores (2017)

Figura 31 - Vista em corte



Fonte: Os autores (2017)

6 CONCLUSÃO

Com o término do projeto, conclui-se que a máquina expresso adaptada apresentada pelo grupo, é uma máquina relativamente de fácil construção e oferece grande facilidade e agilidade para o cotidiano. Conclui-se também que a máquina toda oferece grande relação com as disciplinas cursadas no curso de engenharia mecânica.

Dentre o tempo utilizado para a construção da máquina, percebe-se que o método mais fácil para o sucesso do projeto, é o respeito ao cronograma apresentado no início do projeto. A máquina apresentou o funcionamento esperado, se mostrando um projeto concreto para a produção e realização.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA. Disponível em: <<http://almeida.ebelohorizontebrasil.com/a-historia-de-maquinas-de-cafe-expresso/>>. Acesso em: 25 de jun de 2017.

Área Parabólica. UFMG. Disponível em: <http://www.mat.ufmg.br/~syok/cursos/mat039/projetos2/henderson/area_par.html> Acesso em: 25 de jun de 2017.

Cálculo: Equações Paramétricas de uma Elipse. Tutor Brasil. Disponível em: <<http://www.tutorbrasil.com.br/forum/viewtopic.php?t=7261>> Acesso em: 25 de jun de 2017

CATELANI, M; MEDEIROS, J.B. Placa térmica isolante obtida a partir de embalagem cartonada (Tetra Pak): Construção e avaliação de sua eficiência. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2014/trabalhos/13/6001-19485.html>> Acessado em: 25 de jun de 2017.

Como calcular o volume abaixo do parabolóide elíptico. Vira Read. Disponível em: <<http://viva-read.com/article/como-calcular-o-volume-abaixo-do-parabolide-elptico>> Acessado em: 25 de jun de 2017.

Como funciona a máquina de café expresso? Redação Mundo Estranho. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/como-funciona-a-maquina-de-cafe-expresso/>> Acesso em: 25 de junho de 2017.

BERTULANI. Disponível em: <<http://www.if.ufjf.br/~bertu/fis2/hidrodinamica/hidrodin.html>>. Acesso em: 6 ago 2017.

britannica. Disponível em: <<https://www.britannica.com/technology/axial-flow-centrifugal-pump>>. Acesso em: 5 ago 2017.

COLDIBELLI, Sidney. COLDIBELLI. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://bombascentrifugas.com.br/bombas-uma-breve-historia/>>. Acesso em 24 Jun 2017

Engenharia Elétrica- UFBA. PET. Disponível em: <<http://www.peteletrica.eng.ufba.br/parafuso-de-arquimedes/>>. Acesso em 24 Jun 2017

EPS.... Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>>. Acesso em: 5 ago 2017.

FERNANDES, Jaquiel Salvi e DANIELEWICZ, Ramona Jaqueline e SECCO, Joice. **ISOLAMENTO TÉRMICO DE RESIDÊNCIAS ATRAVÉS DA REUTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS TETRA PAK.** REVISTA BRASILEIRA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, v. 5, n. 1, p. 13–17, 21 Abr 2014.

Gaggia Milano. Disponível em: <<https://www.gaggiamilano.ch/n-m-co/espresso/the-story>>. Acesso em: 8 de jun de 2017.

HALLIDAY, David e RESNICK, Robert e WALKER, Jearl. **Fundamentos de física.** Rio de Janeiro (RJ): LTC, 2009.

HISTÓRIA..... Disponível em: <<http://chavena.com/artigos/historia-cafe-expresso>>. Acesso

em: 5 de jun de 2017 .

História das Máquinas de Café Expresso. Revista Cafeicultura. Disponível em:
<<http://revistacafeicultura.com.br/?mat=13437>> Acesso em: 25 de jun de 2017.

Instituto Newton Braga. Disponível em:
<<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/eletrica-domiciliar/2184-el011.html>>. Acesso em: 5 jul 2017.

MAGALHÃES, Fabrício Carraro; PAULA, Gustavo Solaira Medeiros de. COUTINHO, Josadarck Tomas; GUMERATO Péricles Pompermayer; SANTOS, Plínio Sandes dos.

Poliestireno Expandido. Disponível em:

<<http://www.fem.unicamp.br/~assump/Projetos/2009/g7.pdf>> Acesso em: 25 de jun de 2017.

MASCARENHAS. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/giro-lacteo/menos-calor-com-caixa-de-leite-longa-vida-no-telhado-12502n.aspx>> . Acesso em: 25 de jun de 2017 .

NASCIMENTO, Renata Mara de Moura; VIANA, Marina Miranda Marques; SILVA, Glaura Goulart; BRASILEIRO, Lilian Borges. **Embalagem Cartonada Longa Vida: Lixo ou Luxo?**. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc25/qs01.pdf>> Acesso em: 25 de jun de 2017.

NETTO . [S.l: s.n.]. Disponível em:

<http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_154_n_66.pdf>. Acesso em: 6 ago 2017

Portal Metálica. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/ecotelhado>>. Acesso em: 5 ago 2017.

SCHOOL, We are Engineering. **My Engineering School.** Disponível em:
<<http://www.myengineeringschool.com/2016/02/piping-questions-pump-alignment-pump.html>>. Acesso em 10 jun 2017

SANTOS, José Carlos Fernandes dos. **Interruptores domésticos.** Disponível em:

<<http://educacao.globo.com/artigo/interruptores-domesticos.html>> Acesso em: 25 de junho de 2017

TecMundo. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/conectores/20641-hora-do-pesadelo-para-que-servem-todos-os-conectores-da-fonte-.htm>>. Acesso em: 5 ago 2017.

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em:

<<http://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/hidrodinamica/hidrodin.html>>. Acesso em: 5 jun 2017.

VENTURI, Jacir J. **Cônicas e quádras.** Curitiba: Unificado, 2003. 246 p.

WIKIPEDIA. Wikipedija. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<https://hr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C4%90eram&oldid=4672612>>. Acesso em: 4 jun 2017.

WIKIPEDIA. Wikipédia, a enciclopédia livre. [S.l: s.n.], 2 Ago 2017. Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Bomba_centro%ADfuga&oldid=49474722>. Acesso em: 4 jun 2017.