
ETEC "PROFª. ANNA DE OLIVEIRA FERRAZ"
TECNICO EM MECÂNICA

Leandro da Silva Ribeiro
Leonardo Cesar Jeronymo
Matheus Crispim de Souza
William de Lima Paião
William Henrique dos Santos

Bancada Didática (Mecânica De Flúidos)

Araraquara
2018

ETEC "PROFª. ANNA DE OLIVEIRA FERRAZ"
TECNICO EM MECÂNICA

Leandro da Silva Ribeiro
Leonardo Cesar Jeronymo
Matheus Crispim de Souza
William de Lima Paião
William Henrique dos Santos

Bancada Didática (Mecânica De Fluídos)



Araraquara
2018

Leandro da Silva Ribeiro
Leonardo Cesar Jeronymo
Matheus Crispim de Souza
William de Lima Paião
William Henrique dos Santos

Bancada De Estudos (Mecânica dos Fluídos)

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a ETEC "Prof.^a Anna de Oliveira Ferraz", do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito para a obtenção do diploma de Técnico de Nível Médio em mecânica sob a orientação do Professor Donizete Pereira.

Araraquara
2018

A Deus

Ao Pai, Deus Pai, Deus Filho e Deus Espírito Santo

Aos Pais, Avós, Tios, Ovos e Familiares

Aos professores

Aos alunos de ensino fundamental

Aos alunos que participaram da construção do nosso TCC

Dedicamos esta obra aos nossos
familiares, professores e amigos.

AGRADECIMENTO

A Deus...

Ao Prof^o. Donizete Pereira nosso orientador,...

À Etec Prof^a Anna de Oliveira Ferraz...

Aos professores...

Aos colegas de classe...

Aos demais que contribuíram para a construção do nosso TCC.

Todos nós sabemos alguma coisa. Todos
nós ignoramos alguma coisa. Por isso,
aprendemos sempre.

PAULO FREIRE

RESUMO

O objetivo do projeto é a implantação de uma bancada didática para melhor aproveitamento prático das aulas de Mecânica de Fluidos (Automação Industrial) dos cursos técnicos em Mecânica e Mecatrônica da Etec Profª Anna Oliveira Ferraz. A ideia da bancada é fornecer ferramentas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Consiste num circuito pneumático, formado por válvulas de acionamento elétrico e manual, recipientes, montado em uma bancada, com todos os periféricos necessários para o funcionamento do mesmo. Com isso veremos bomba, temporizador, tubulação, contactoras.

A bancada dará visão dos mais variados processos incluindo variações de vazão e pressão do ponto de vista da hidrodinâmica.

Utilizaremos Número de Reynolds para demonstrar na prática, fenômenos antes somente vistos em teoria versando regimes de escoamento.

O projeto pode ser um primeiro passo para que no futuro os alunos possam se espelhar nesta ideia de criarem projetos visando a Mecânica.

Palavras-chave: Bancada experimental de mecânica de fluidos (Número de Reynolds).

ABSTRACT

The objective of the project is the implementation of a didactic bench for better practical use of the Fluid Mechanics (Industrial Automation) classes of the technical courses in Mechanics and Mechatronics of Etec Profª Anna Oliveira Ferraz.

The idea of the bench is to provide tools to improve the teaching-learning process. It consists of a pneumatic circuit, formed by valves of electric and manual drive, containers, mounted on a bench, with all the necessary peripherals for the operation of the same one. With this we will see pumps, timer, piping, contactors.

The bench will give insight into the most varied processes including variations in flow and pressure from the point of view of hydrodynamics.

We will use Reynolds Numbers to demonstrate, in practice, phenomena previously seen only in the theory of flow regimes.

The project can be a first step so that in the future the students can be mirrored in this idea to create projects aiming at Mechanics.

Keywords: Experimental workbench of fluid mechanics (Reynolds number).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Demonstração do escoamento laminar e turbulento	12
Figura 2 - Uso do aprendizado nas aulas de Automação Industrial para realização do projeto	12
Figura 3 - Escoamento laminar	14
Figura 4- Escoamento Turbulento	14
Figura 5 - Reynolds.....	16
Figura 6 - Desenho Técnico.....	19
Figura 7 – Flanges em compostos de fibra de vidro	21
Figura 8 - Conexões de pvc. Figura 9 – Tubulação escolhida para montagem de 1" e 2"	21
Figura 10 – Bomba a ser utilizada.....	22
Figura 11 - Dados da bomba periférica	22
Figura 12 – Manutenção da válvula eletropneumática	23
Figura 13 – Pintura da válvula de acionamento manual que ficarão na bancada para exposição e apoio de estudo	23
Figura 14 – Manutenção na válvula	24
Figura 15 - Montagem da válvula para teste	25
Figura 16 - Fiação colocada para teste	25
Figura 17 - Manutenção e teste da botoeira.....	26
Figura 18 - Testes elétricos	26
Figura 19- válvula de retorno.....	27
Figura 20 - Especificação das válvulas	28
Figura 21 - Especificação das válvulas	29
Figura 22 - Compressor da marca ProfiZap.....	30
Figura 23 - Especificações do compressor	31
Figura 24 - Mangueira 8mm	31
Figura 25 - Pintura da estrutura metálica das bancadas.....	32
Figura 26 - Corte da tubulação	33
Figura 27 - Flange instalada no primeiro recipiente	33
Figura 28 - Primeira tubulação instalada, nipes instalados	34
Figura 29 - Suporte para a bomba	34
Figura 30 - Bomba sob o suporte para teste	35
Figura 31 - Tubulação de saída da bomba	36
Figura 32 - Primeira válvula já instalada	36
Figura 33 - Continuação da tubulação	37
Figura 34 - Fixação dos parafusos dos flanges na válvula.....	37
Figura 35 - Válvula instalada	38
Figura 36 - Detalhes da válvula	38
Figura 37 - Flanges fixadas.....	39
Figura 38 - Corte da tampa do galão número 2	39
Figura 39 - Corte da tampa do segundo recipiente.....	40
Figura 40 - Parafuso tipo pitão	40
Figura 41 - Recipiente 2 travado por meio de correntes	41
Figura 42 - Flange instalada na tubulação de retorno	41
Figura 43 - Fixação flange do recipiente 2	42
Figura 44 - Mangueira cristal instalada	43
Figura 45 - Válvula instalada	44
Figura 46 - Retorno finalizado	44

Figura 47 - Montagem finalizada	45
Figura 48 - Bomba não funcionava, verificação do ocorrido.....	46
Figura 49 - Projeto quase pronto	47
Figura 50 - Fixação da botoeira na bancada.....	47
Figura 51 - Identificação da botoeira.....	49
Figura 52 - Recipiente 2	49
Figura 53 - Recipiente 1	50
Figura 54, válvula 1 - Identificação na parede	51
Figura 55 - Identificação bomba.....	51
Figura 56 - Manutenção de válvula com vazamento.....	52
Figura 57 - Realizando manutenção	52
Figura 58 - Mangueira cristal que iremos utilizar.....	53
Figura 59 - Regimes de escoamento	54
Figura 60 - Material para montagem do experimento	54
Figura 61 - Agulha adicionada e vedação do furo	55
Figura 62 - Escoamento turbulento	56
Figura 63 - Finalização do TCC	57
Figura 64 - Finalização do Projeto da Lei.....	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 DESENVOLVIMENTO	12
2.1 NÚMERO DE REYNOLDS	13
2.2 EXPERIMENTO DE REYNOLDS	15
3 CRONOGRAMA	17
4 LISTA DE MATERIAIS	19
5 INÍCIO DE PROJETO	21
5.1 MONTAGEM DO PROJETO	23
5.2 EXPERIMENTO DE REYNOLDS – PROJETO	53
6 CONCLUSÃO	57
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
8 REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

Criaremos uma bancada didática para apoio aos professores e alunos dos cursos de Técnico em Mecânica e Mecatrônica da Etec Anna Oliveira Ferraz, abrangendo a Mecânica de Fluidos em seu estudo e vivência prática.

Observaremos a montagem e funcionamento de válvulas eletropneumáticas, funcionamento de uma bomba periférica em um circuito.

Além disso, mostraremos em perfil prático o Experimento de Reynolds, dando veracidade ao experimento realizado por Reynolds em 1883. Verificaremos em nosso circuito o tipo de escoamento presente, sendo eles laminar ou turbulento, dependendo da pressão e vazão da bomba, abertura de válvulas e bitola da tubulação instalada.

2. DESENVOLVIMENTO

- Demonstração prática de funcionamento de um circuito eletropneumático;
- Veracidade do experimento do Número de Reynolds;
- Metodologia simplificada e prática para apoio ao professor e aluno nas aulas de Mecânica de Fluidos;
- Estudo de vazão e pressão num circuito;

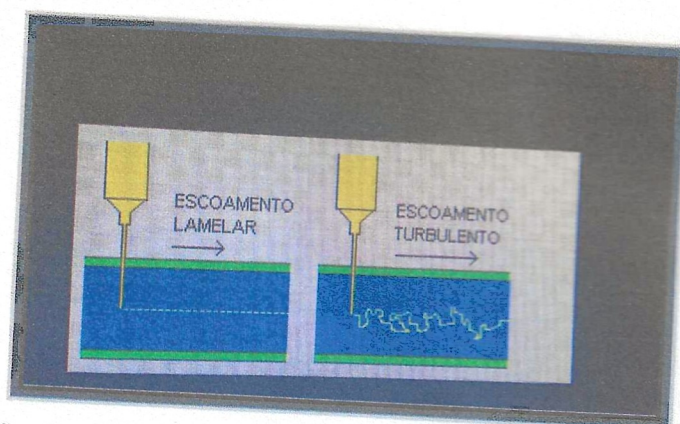


Figura 1 – Demonstração do escoamento laminar e turbulento



Figura 2 - Uso do aprendizado nas aulas de Automação Industrial para realização do projeto

2.1 Número de Reynolds

Descoberto por Osborne Reynolds em 1883, o número de Reynolds (Re) é um número adimensional usado em mecânica dos fluidos para o cálculo do regime de escoamento (regime que pode ser: Laminar ou Turbulento) de um determinado fluido, podendo ser esse escoamento: dentro de uma tubulação ou sobre uma superfície. O número de Reynolds é geralmente usado em projetos de tubulações industriais e asas de aviões.

Definição

O número de Reynolds é uma relação entre forças de inércia e forças viscosas, que pode ser expressa por:

$$Re = \frac{DV\rho}{\mu} \quad \text{ou} \quad Re = \frac{DV}{\nu}$$

- V- velocidade média do fluido
- D - O diâmetro para o fluxo no tubo
- μ - viscosidade dinâmica do fluido
- ρ - massa específica do fluido
- ν - viscosidade cinemática do fluido

Regime de escoamento

O número de Reynolds é usado para avaliar a estabilidade de um fluxo, indicando se o fluido flui de forma laminar ou turbulenta.

Escoamento Laminar

O escoamento laminar ocorre quando as partículas de um fluido se movimentam ao longo de trajetórias bem definidas, apresentando lâminas ou

camadas (daí o nome laminar), que preservam suas características durante o escoamento.

Nesse tipo de escoamento, a viscosidade age no fluido no sentido de amortecer a tendência de surgimento da turbulência. Sendo que este escoamento ocorre geralmente a velocidades baixas e em fluidos que apresentem grande viscosidade.

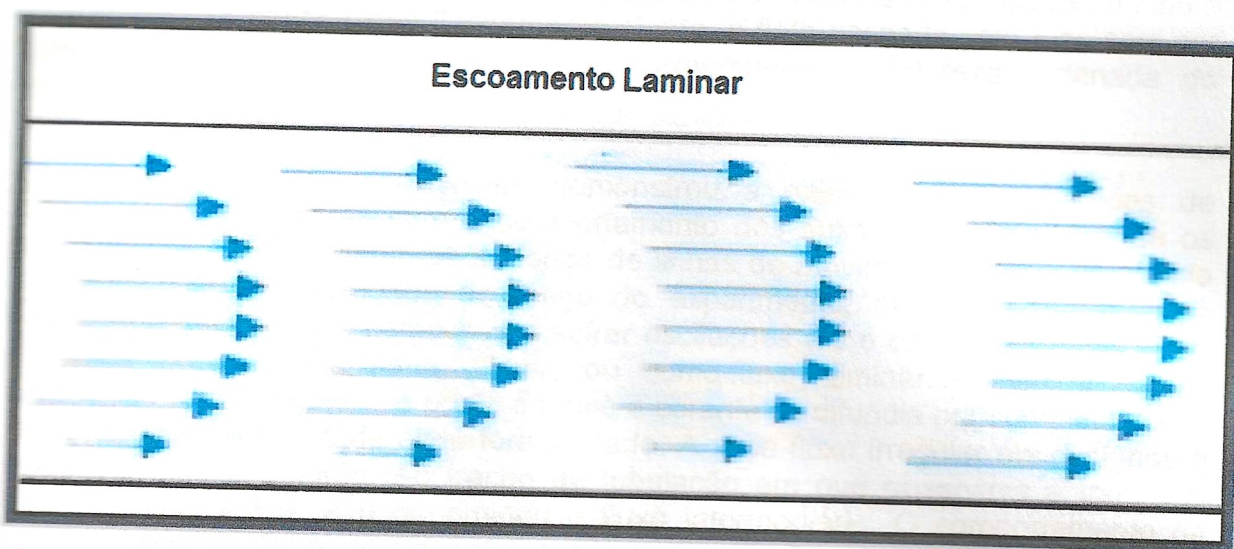


Figura 3 - Escoamento laminar

Escoamento Turbulento

O escoamento turbulento ocorre quando as partículas de um fluido não se movimentam ao longo de trajetórias bem definidas, ou seja, as partículas descrevem trajetórias irregulares, com movimento aleatório, produzindo uma transferência de quantidade de movimento entre regiões de massa líquida. Este escoamento é comum na água, cuja viscosidade é relativamente baixa.

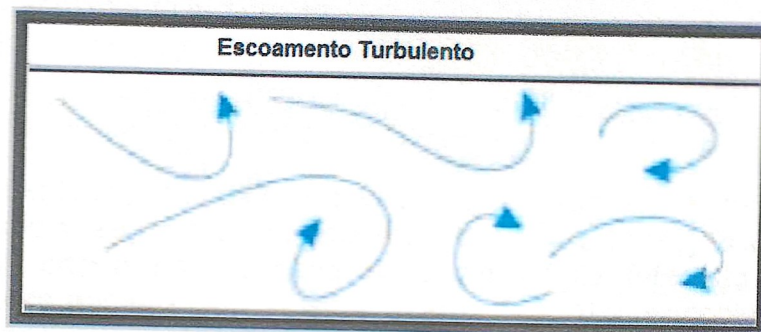


Figura 4- Escoamento Turbulento

2. 2 Experimento de Reynolds

Em 1883, Osborne Reynolds considerando um fluido em movimento, realizou um experimento que o consagrou como um pioneiro na moderna mecânica dos fluidos. Ele injetou dentro de um tubo transparente contendo água em movimento, uma fina corrente de um corante com peso específico igual ao da água e observou que a certa velocidade a corrente seguia. A experiência consistia basicamente em fazer-se escoar um fluido líquido através de um tubo juntamente a escoamento colorido, com vazão constante, controlada por uma válvula na extremidade do tubo e quando esta se encontrasse ligeiramente aberta, a tinta escoaria pelo tubo sem ser perturbada, formando assim, um filete, demarcando a natureza ordenada do escoamento.

Diante dos fatos, Reynolds demonstrou a existência de dois tipos de escoamentos, de acordo com o comportamento dos fluxos. Ao primeiro onde os elementos do fluido seguem-se ao longo de linhas de movimento, onde aumentada gradativamente a velocidade ao longo do experimento, notava-se que a linha desenhada pelo corante começava a sofrer oscilações até o corante se difundir por completo no fluxo de água, classificou como fluxo laminar. À medida que a velocidade ia aumentando, o ponto em que o corante se difundia por completo ficava cada vez mais próximo de onde fora injetado. A esse fluxo irregular ele designou o nome de fluxo turbulento. Ao trecho da tubulação em que observava a transição entre os dois fluxos, e o denominou de fluxo intermediário. O comportamento na região de transição é uma função das propriedades do fluido, da geometria do sistema, da cinemática do sistema e da história do sistema, assim sendo, compatível com o modelo das membranas de tensão.

O Número de Reynolds (Re ou N_{RE}) caracteriza o tipo de escoamento de um fluido num tubo e representa a relação entre as forças de inércia e as forças viscosas. Para condições normais encontradas na engenharia, e para tubos, observa-se:

$Re \leq 2.100 \rightarrow$ Escoamento laminar

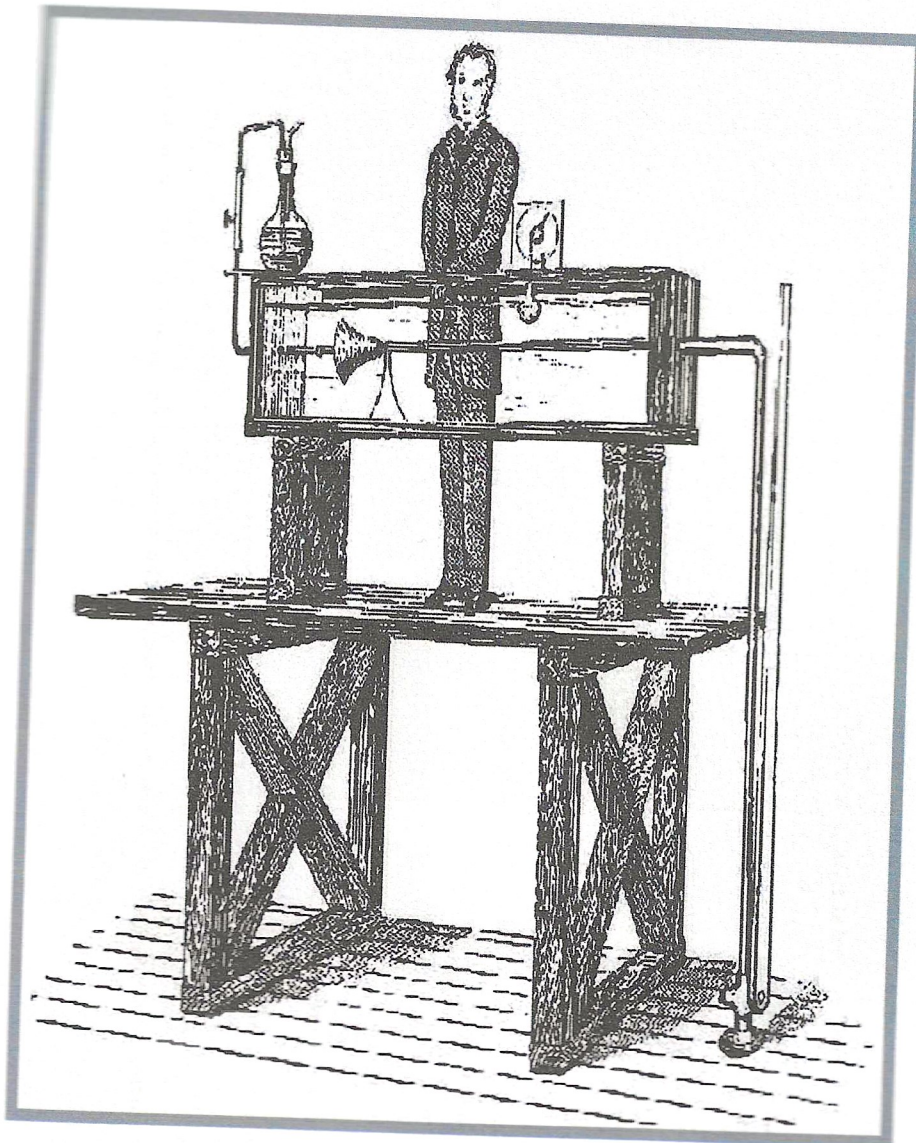
$2.100 < Re < 3.500 \rightarrow$ Escoamento de transição ou intermediário

$Re \geq 3.500 \rightarrow$ Escoamento turbulento

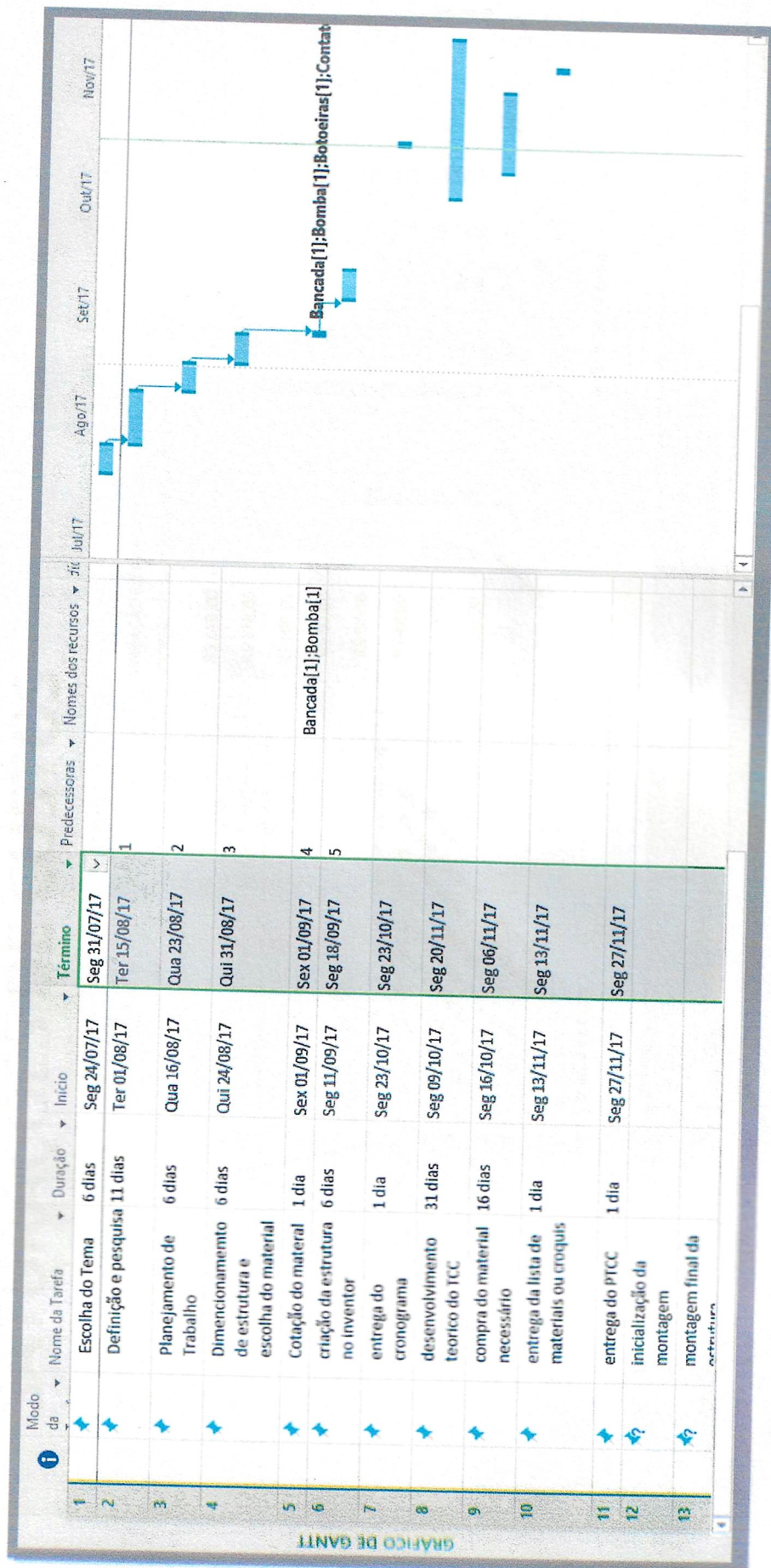
Complementando os dados apresentados acima, se releva a algumas observações adicionais, tais como a demonstração da transição do fluido laminar para turbulento ocorre na realidade para um amplo intervalo de número de Reynolds. Valores número de Reynolds abaixo de 2.100, encontra-se sempre em fluxo laminar, mas este pode persistir até números de Reynolds de vários milhares para várias condições especiais na entrada do tubo, bem verdade e líquido completamente em repouso no tanque.

Também é importante ter conhecimento sobre o regime de escoamento, pois as equações matemáticas que descrevem o escoamento são diferentes para os dois tipos de escoamento. Enquanto o escoamento laminar foi desenvolvido a partir de métodos matemáticos exatos, para o caso do regime turbulento, fez-se uso normalmente de métodos empíricos, por se tratar de um escoamento de difícil descrição matemática.

Figura 5 - Reynolds



3 CRONOGRAMA



SATURações DE CUSTOS

VARIAÇÃO DE CUSTO DE TAREFA

Variação custo de todas as tarefas de nível superior no projeto.



Nome	% concluída	Custo	Custo da linha de base	Variação de custo
------	-------------	-------	------------------------	-------------------

VARIAÇÃO DE CUSTO DO RECURSO

Variação de custo para todos os recursos de trabalho.



Nome	Custo	Custo da linha de base	Variação de custo
------	-------	------------------------	-------------------

4. LISTA DE MATERIAIS

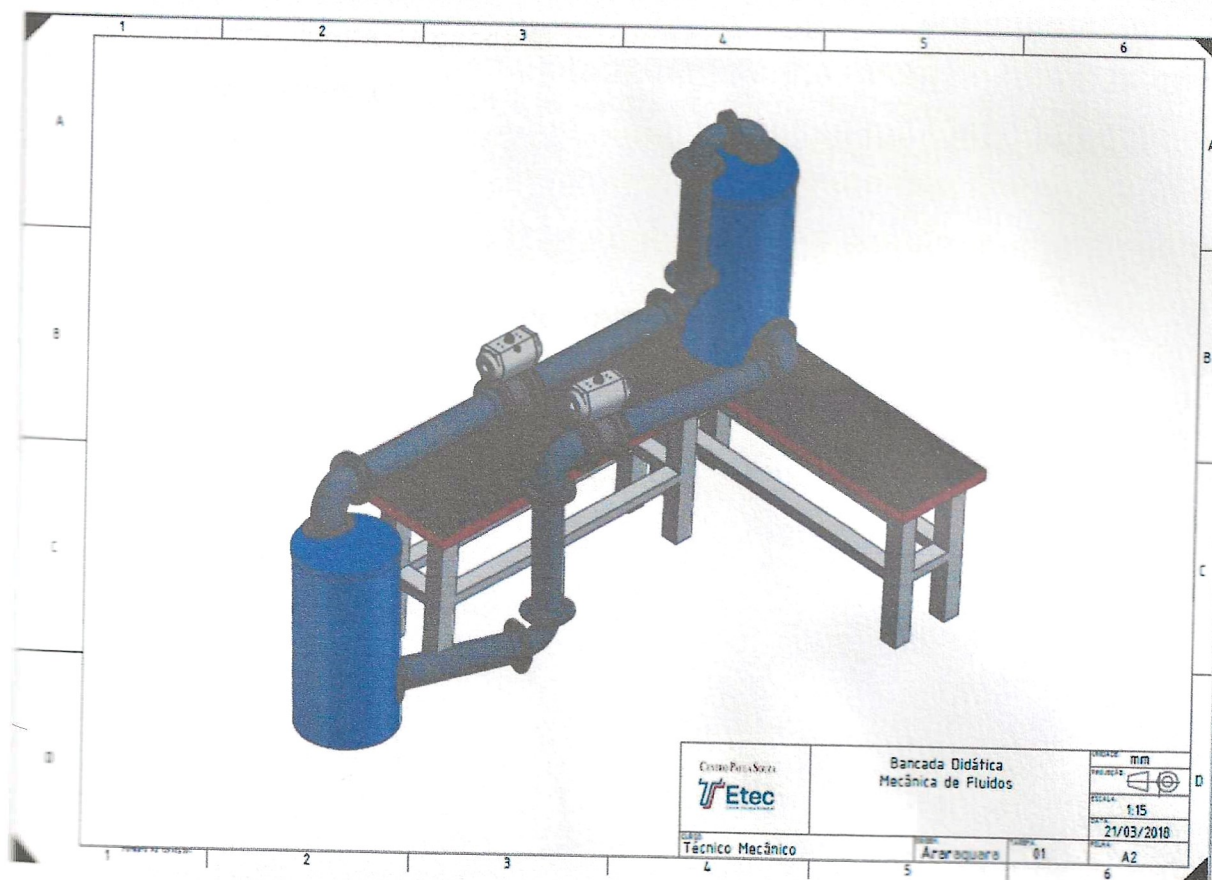


Figura 6 - Desenho Técnico

- Tubos em pvc nas medidas de 1 e 2"
- Conexões tipo luva nas medidas 1 e 2" em pvc
- Conexões tipo cotovelo de 90° em pvc
- Conexão tipo cotovelo de 45° em pvc
- Cola para tubos de pvc
- Mangueira cristal na medida de 1. 1/8"
- Abraçadeiras para mangueira de cristal
- Bancada fornecida pela ETEC para apoio dos demais itens
- 2 recipientes de 200litros
- Válvula de acionamento manual
- 2 válvulas eletropneumáticas
- 4 flanges para válvulas
- 16 parafusos e 16 porcas na medida 5/8" para flanges

- Bomba periférica BP500
- Tinta para pintura da bancada
- Contatora elétrica
- Fios elétricos
- Filtro de linha
- Extensão
- Botoeira elétrica com botão de emergência
- Eletroduto para organização dos fios elétricos
- Mangueira de ar nas medida 8mm
- Corrente para travamento do galão
- Parafuso pitão

5. INÍCIO DE PROJETO

Com base na distribuição das tarefas pelos integrantes do grupo, realizamos o levantamento dos materiais a serem utilizados. Por meio de orçamentos em lojas especializadas em hidráulica, cotamos três opções e escolhemos o melhor custo/benefício em questão de qualidade do material e valor final.



Figura 7 – Flanges em compostos de fibra de vidro



Figura 8 - Conexões de pvc

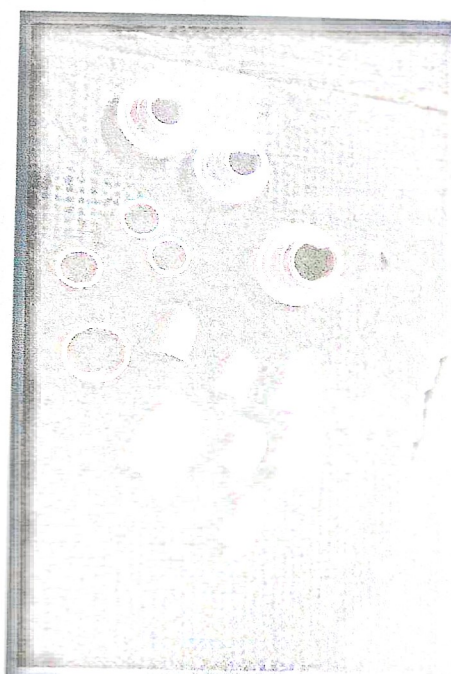


Figura 9 – Tubulação escolhida para montagem de 1" e 2"

Para o sistema, precisaremos de uma bomba para funcionar todo o circuito, utilizaremos uma bomba periférica de 1/2 HP da marca Intech Machine, modelo BP 500:

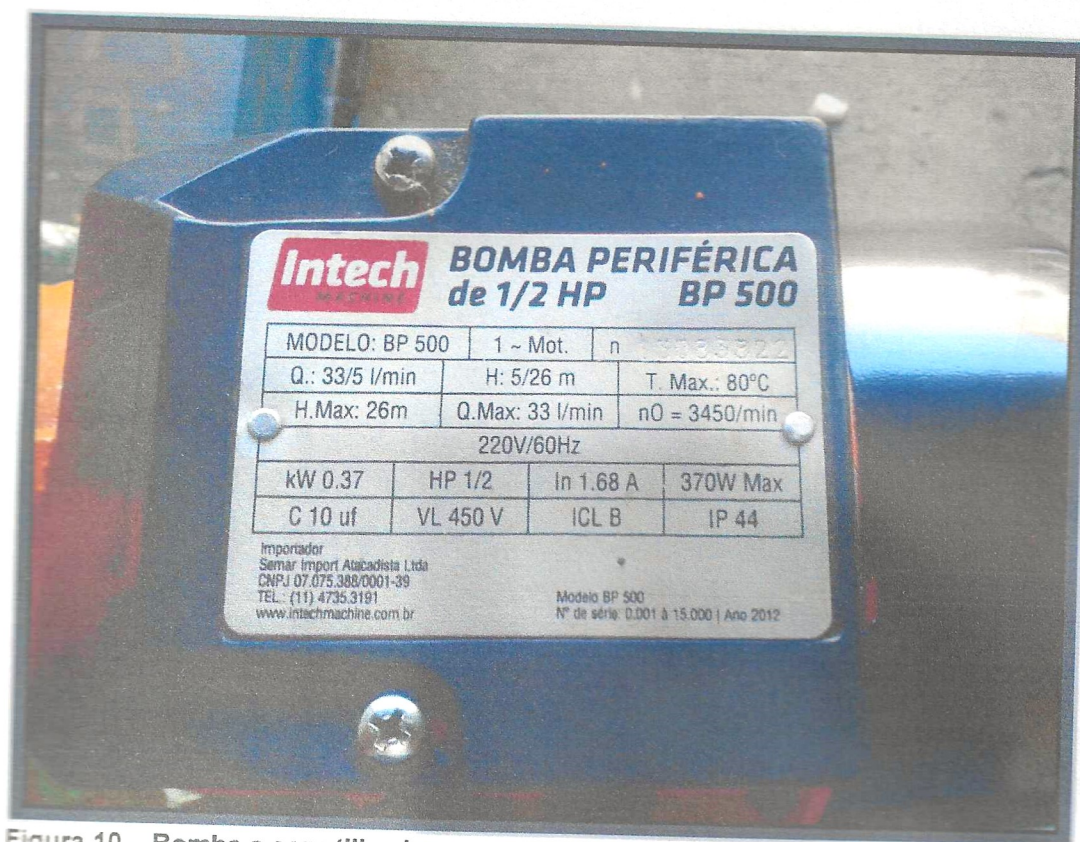


Figura 10 – Bomba a ser utilizada

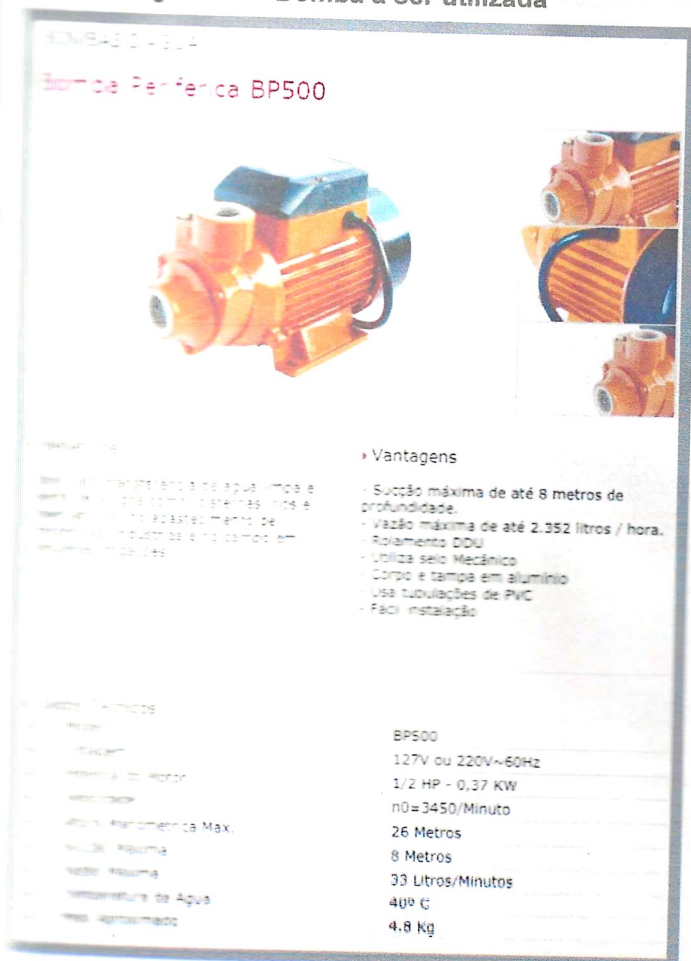


Figura 11 - Dados da bomba periférica

5.1 MONTAGEM DO PROJETO

De início, fizemos a manutenção das válvulas escolhidas:



Figura 12 – Manutenção da válvula eletropneumática

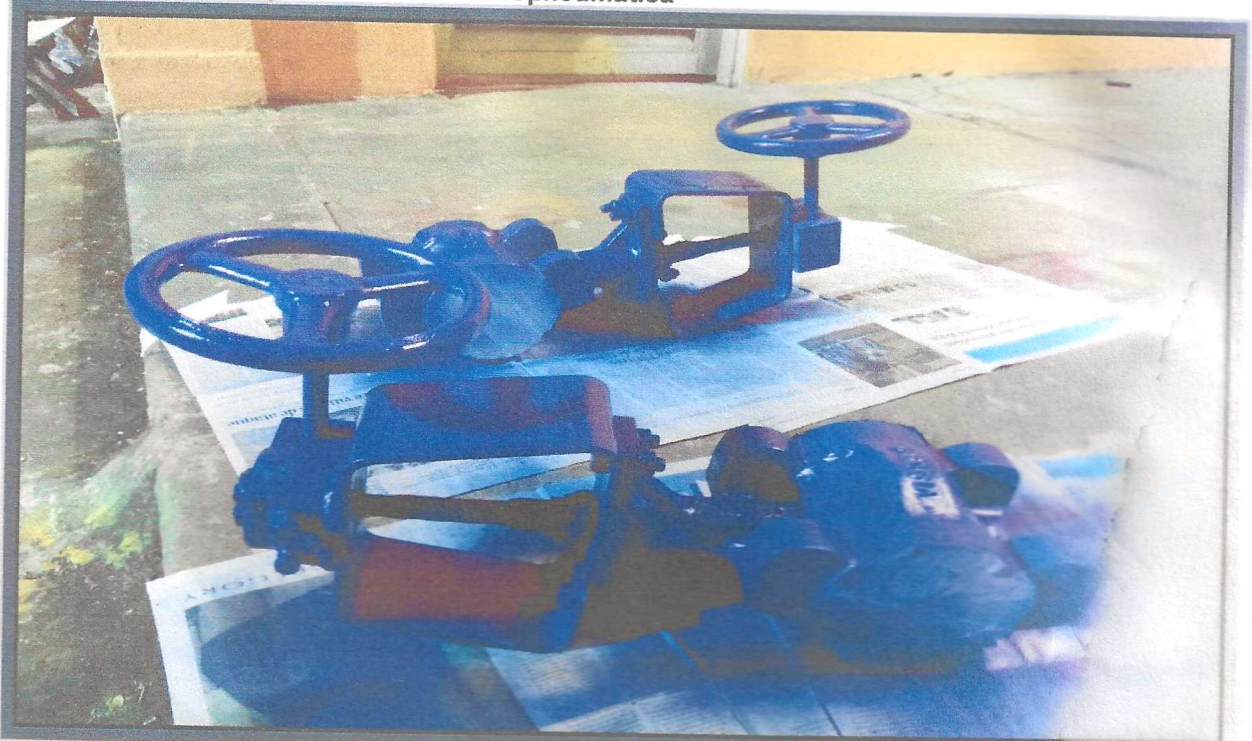


Figura 13 – Pintura da válvula de acionamento manual que ficarão na bancada para exposição e apoio de estudo



Figura 14 – Manutenção na válvula

Após manutenção das válvulas, fizemos testes de funcionamento das mesmas fora do circuito:



Figura 15 - Montagem da válvula para teste



Figura 16 - Fiação colocada para teste



Figura 17 - Manutenção e teste da botoeira

Válvulas em pleno funcionamento, começamos a parte elétrica do circuito, adicionando botoeira, contatora elétrica e fiação necessária para funcionamento eletropneumático.

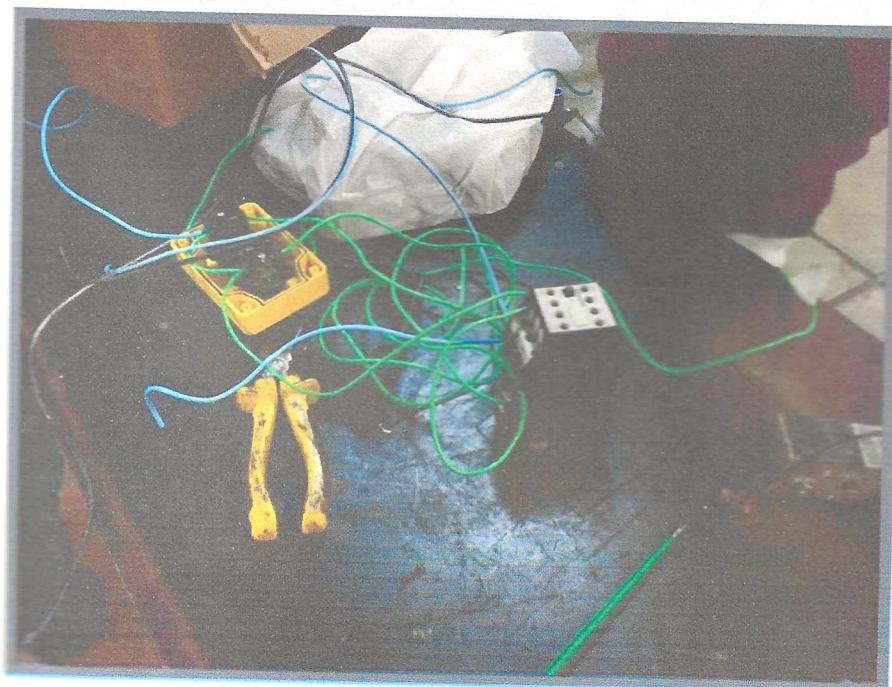


Figura 18 - Testes elétricos

As válvulas a serem utilizadas são da marca Masterkits



Figura 19- válvula de retorno

Modelo da válvula:

MK92S PRESS: MAX 10 BAR TEMP – 20° C A +80° C

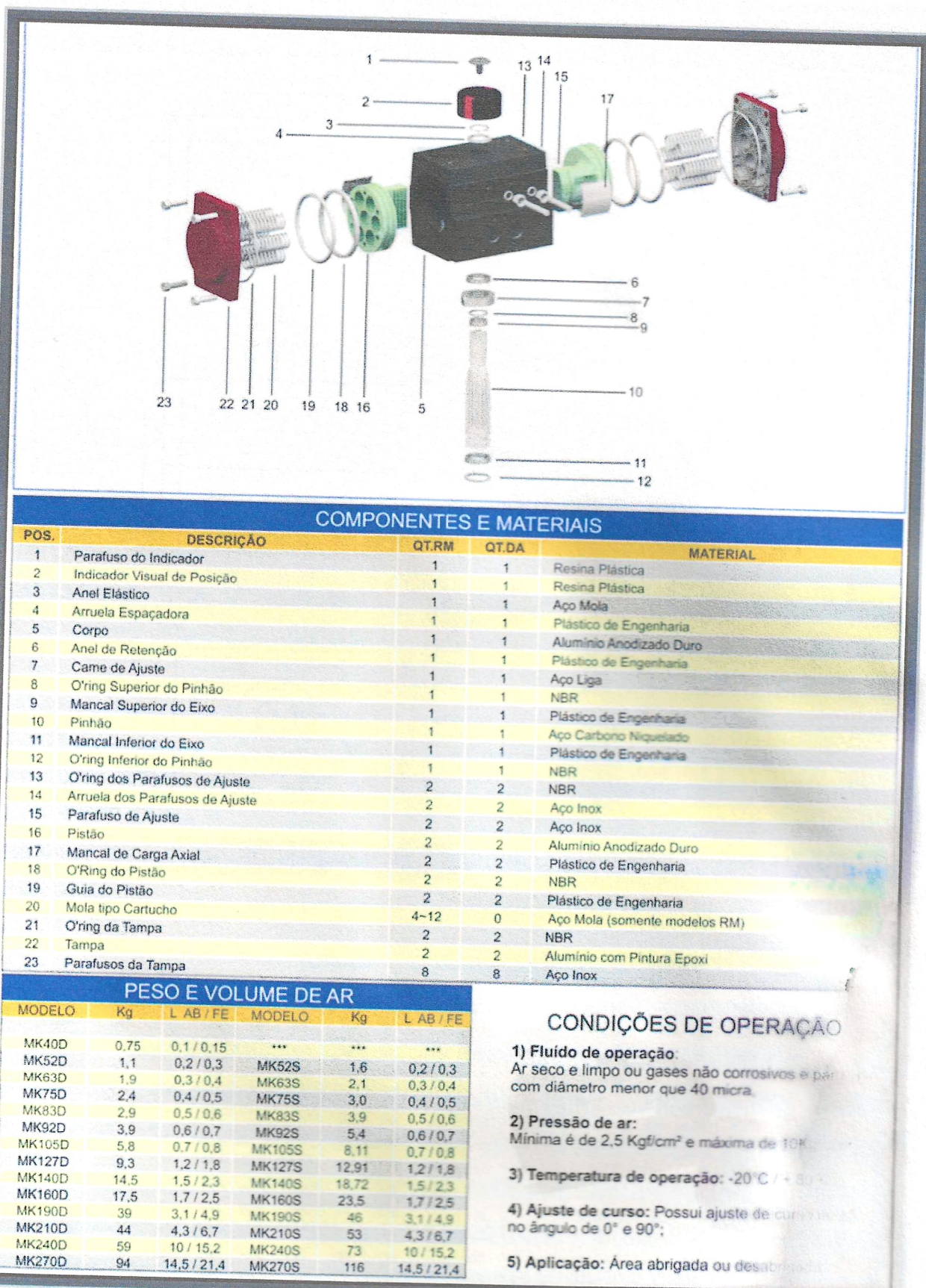
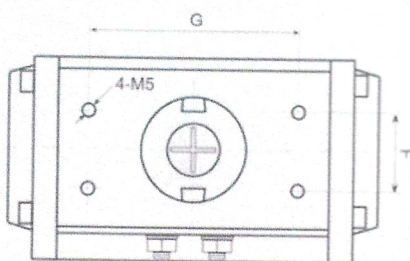
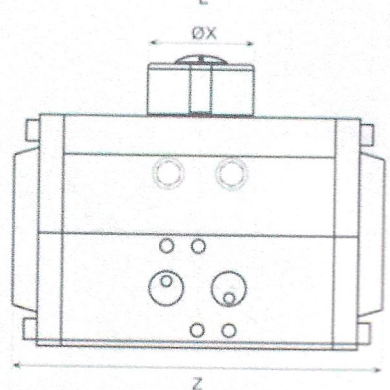
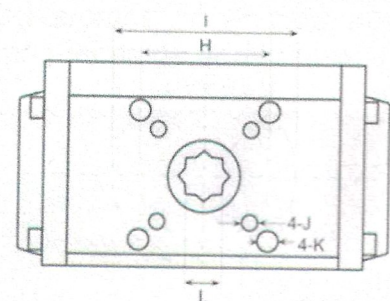
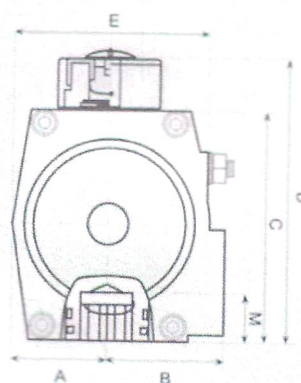
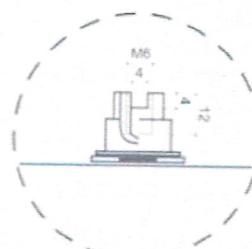


Figura 20 - Especificação das válvulas

DIMENSIONAL

MICROXITS


Acoplamento NAMUR



Conexão Padrão NAMUR



*Medidas em milímetros

DIMENSÕES (mm) E DADOS TÉCNICOS

MODELOS S ou D	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Z	X	Conexão de Ar NAMUR
MK40	25	32	60	80	50	30	50	36	50	M5X8	M6X8	9	12	108	40	1/4"
MK52	30	40	74	94	59	30	80	36	50	M5X8	M6X8	11	15	135	40	1/4"
MK63	36	44	88	108	74	30	80	50	70	M6X10	M8X13	14	16	142	40	1/2"
MK75	42	50	101	121	80,5	30	80	50	70	M6X10	M8X13	14	16	168	40	1/2"
MK83	46	57	109	129	88	30	80	50	70	M6X10	M8X13	17	19	188	40	1/2"
MK92	50	56	117	137	96,5	30	80	50	70	M6X10	M8X13	17	22	222	40	1/2"
MK105	57,5	64	133	153	109,5	30	80	70	102	M8X13	M10X16	22	26	258	40	3/4"
MK127	68,5	69	161	181	132	30	130	70	102	M8X13	M10X16	22	26	310	55	3/4"
MK140	75	77	180	200	137,5	30	130	102	125	M10X16	M12X20	27	31	370	55	3/4"
MK160	86	78	198	218	158	30	130	102	125	M10X16	M12X20	27	31	397	55	3/4"
MK190	103	103	230	260	186	30	130		140		M16X25	36	40	466	60	1"
MK210	113	113	255	285	202	30	130		140		M16X25	36	40	502	60	1"
MK240	129	129	290	320	233	30	130		165		M20X25	46	50	606	60	1 1/2"
MK270	146	146	320	350	264	30	130		165		M20X25	46	50	715	60	1 1/2"

Figura 21 - Especificação das válvulas

Para o sistema pneumático, faremos uso do compressor que alimenta a rede da Etec. Precisaremos do ar para alimentar as duas válvulas eletropneumáticas. Usaremos mangueiras de ar de 8mm

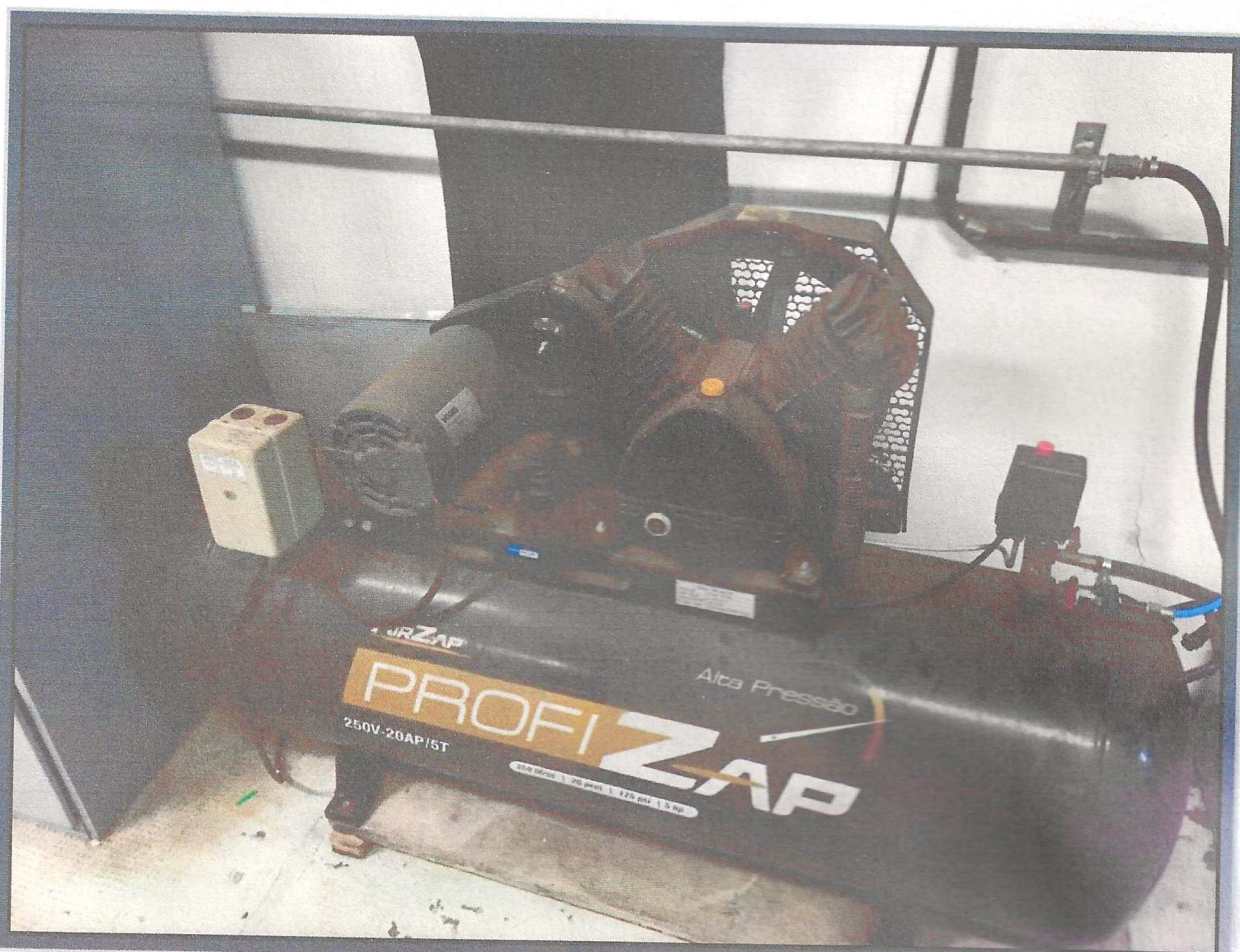


Figura 22 - Compressor da marca ProfiZap

Especificações do compressor:

- Baixa rotação - 930 RPM
- Tanque: 250 Litros
- Tensão: 220V ou 380V - Trifásico
- Potência: 3,5 KW / 5 HP
- Vazão: 566 l/m / 20 pcm
- Pressão máxima: 12 bar / 175 psi
- Cilindro: 3 em W construído em ferro fundido
- Duplo estágio
- Ruído: 82 dB(A)
- Dimensões com embalagem (CxLxA): 145 x 50 x 100 cm
- Dimensões sem embalagem (CxLxA): 135 x 42 x 95 cm
- Peso: 182 Kg
- Protetor térmico no motor elétrico
- Dreno manual

- Pressostato com chave liga/desliga
- Chave magnética

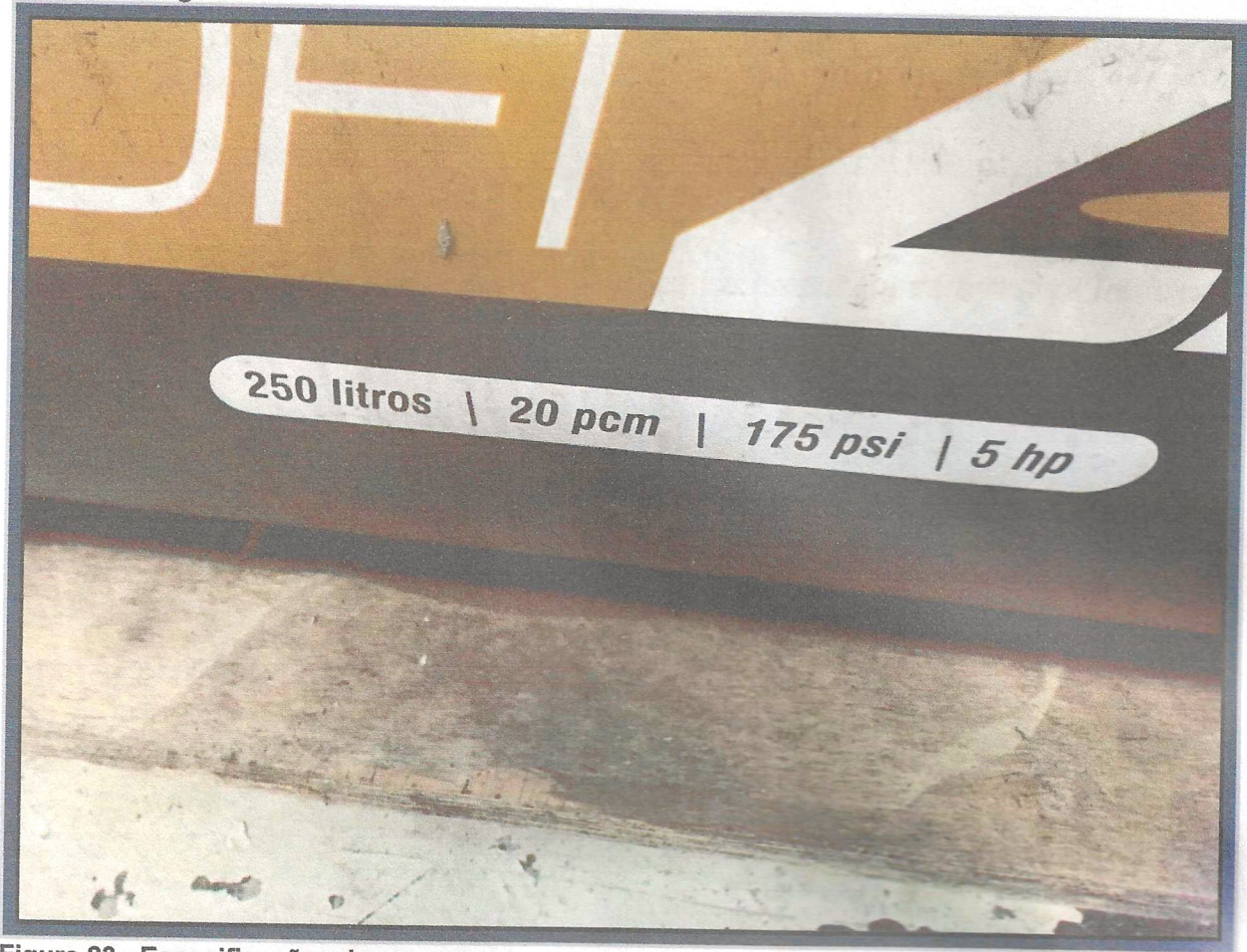


Figura 23 - Especificações do compressor

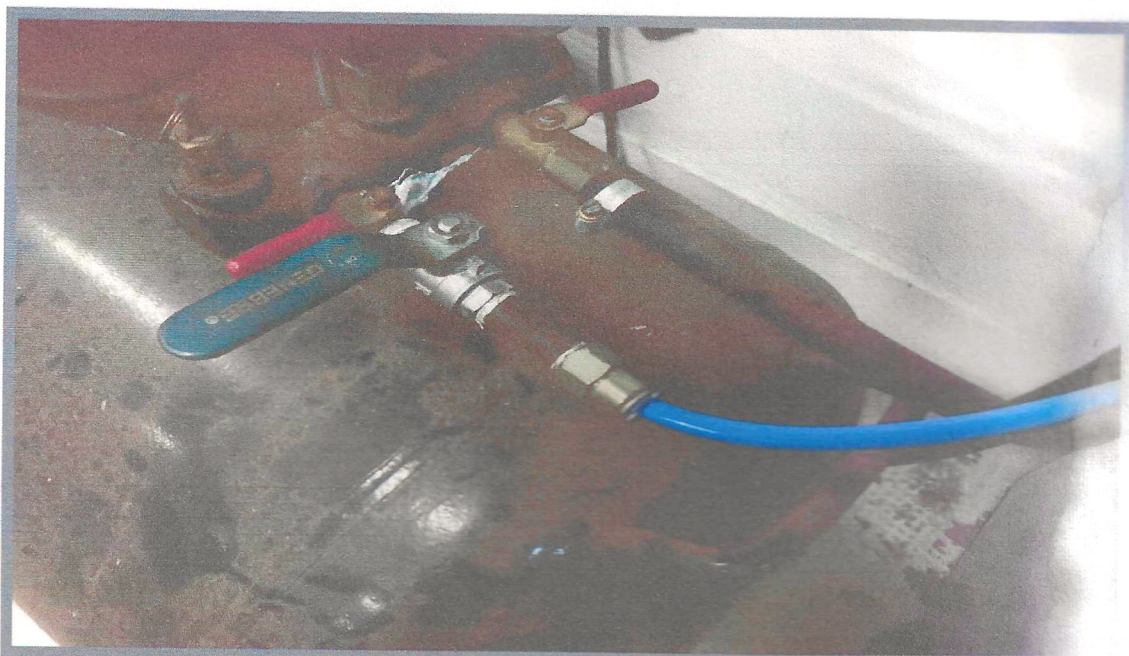


Figura 24 - Mangueira 8mm

Para a montagem, fizemos os ajustes necessários de pintura da estrutura metálica das bancadas.



Figura 25 - Pintura da estrutura metálica das bancadas

Fixamos os galões nos locais adequados para definição do corte da tubulação de PVC, evitando assim perdas desnecessárias de material.

Cortamos os tubos com auxílio de uma serra manual, de acordo com as medidas exigidas, conforme necessidade de curvas e desvios, fizemos uso de luvas e cotovelos de pvc para dar desenho ao projeto



Figura 26 - Corte da tubulação

Com o auxílio de uma serra copo, fizemos um furo na parte de baixo do primeiro recipiente, pouco acima da base para colocarmos a flange de pvc (especialmente usada em caixas d'água residenciais), esta de 1"



Figura 27 - Flange instalada no primeiro recipiente

Colocamos a primeira tubulação: saída do primeiro galão com a entrada da bomba. Adicionamos o nipe de pvc na entrada e saída da bomba, fazendo uso de fita veda rosca para evitar vazamentos



Figura 28 - Primeira tubulação instalada, nipes instalados

Como seria necessário nivelar a altura da bomba para que a tubulação ficasse no nível correto, criamos um suporte de mdf para a bomba para deixá-la devidamente posicionada



Figura 29 - Suporte para a bomba



Figura 30 - Bomba sob o suporte para teste

Materiais utilizados:

- Chapa de mdf 25cmx30cmx1,5cm
- Chapa mdf 15cmx25cmx0,6cm
- Parafusos 4,0mmx40mm
- Parafusadeira

Adicionamos a tubulação de saída da bomba



Figura 31 - Tubulação de saída da bomba

Instalamos curvas com cotovelos de 90° para dar o alinhamento diante da bancada e colocamos o restante da tubulação. Prendemos os flanges na primeira válvula eletropneumática por meio de parafusos. Após isso continuamos a tubulação, já fazendo uso de cola nas conexões para garantir total vedação, além de lixar todos os pontos do pvc onde seria colado.



Figura 32 - Primeira válvula já instalada



Figura 33 - Continuação da tubulação



Figura 34 - Fixação dos parafusos dos flanges na válvula

Após fixação, instalamos a válvula 1 no circuito

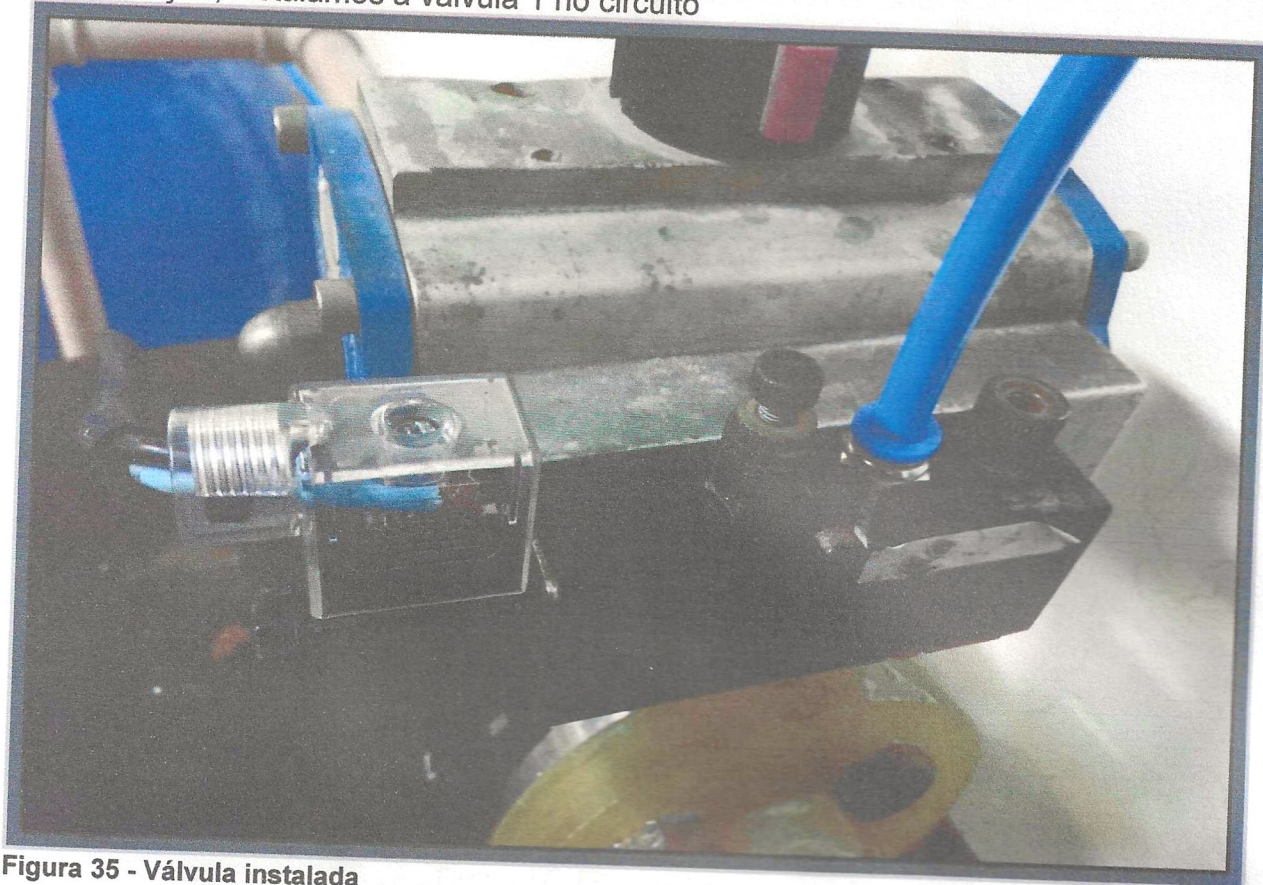


Figura 35 - Válvula instalada

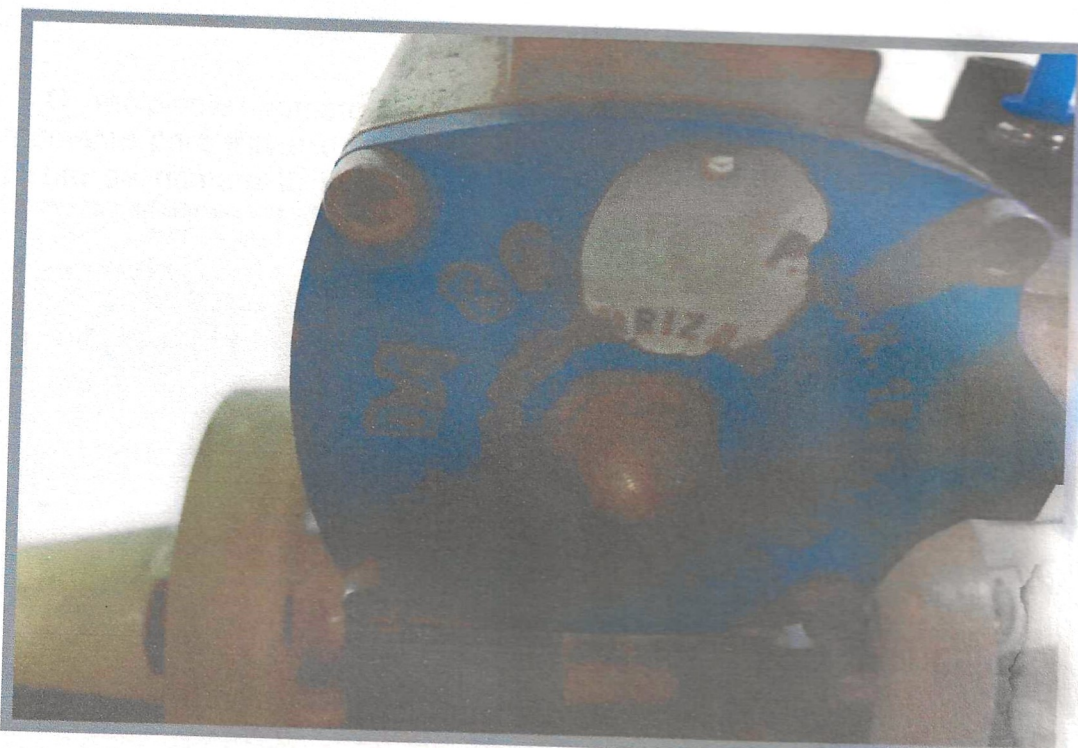


Figura 36 - Detalhes da válvula



Figura 37 - Flanges fixadas

O recipiente número 1 tem tampa removível o que nos deu acesso internamente para travar o flange tipo caixa d'água (trava com roscas inversas). O recipiente de número 2, por ser de modelo diferente não tinha tampa removível.

Cortamos a tampa, com auxílio de uma esmerilhadeira, devidamente protegidos com EPI's

Materiais utilizados:

- Esmerilhadeira 4"
- Disco de corte 4"
- Óculos de proteção individual
- Luva
- Botina de segurança

Figura 38 - Corte da tampa do galão número 2



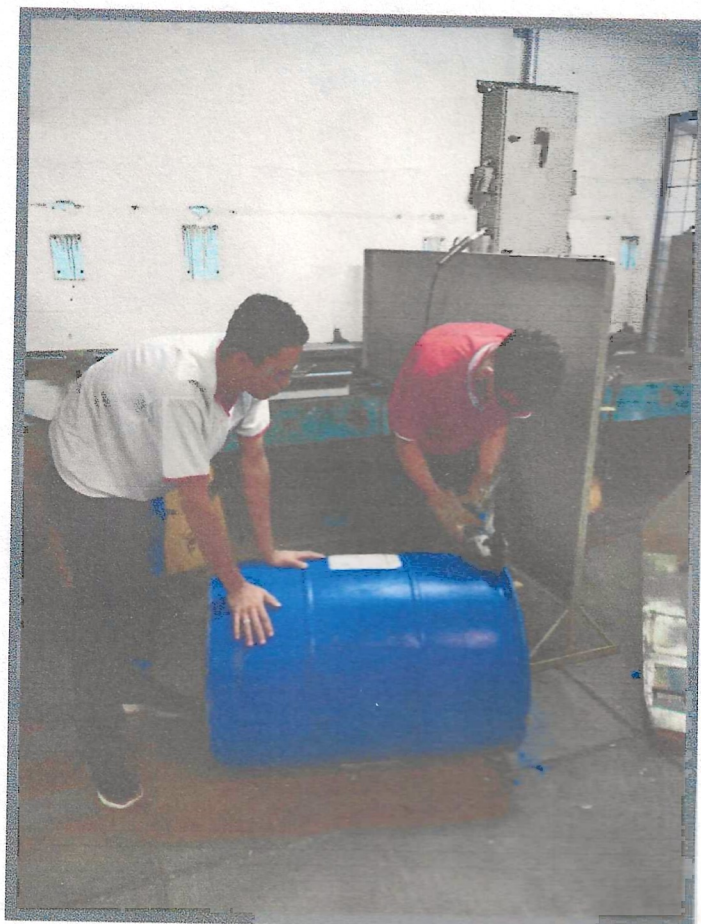


Figura 39 - Corte da tampa do segundo recipiente

Fixamos os recipientes nos devidos locais. O primeiro na altura do solo e o segundo em cima da bancada. Para garantir a segurança de todos que fossem fazer uso, adotamos uma fixação por corrente, garantindo assim que o recipiente 2 ficasse travado, evitando assim acidentes que poderiam ocorrer caso o recipiente caísse.

Fizemos a marcação dos locais corretos para os furos na parede, com o auxílio de uma furadeira.

Materiais utilizados:

- Furadeira
- Broca de videa 6mm
- Bucha 6
- Parafuso pitão

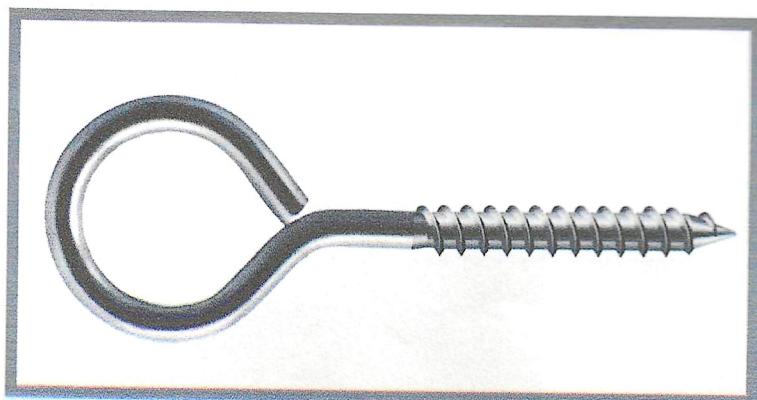


Figura 40 - Parafuso tipo pitão



Figura 41 - Recipiente 2 travado por meio de correntes

No recipiente 2, com auxílio de uma serra copo, fizemos os dois furos. Um de entrada na parte superior de 1" para fixação de flange de caixa d'água. Outro furo abaixo de 2" para fixação de flange caixa d'água da tubulação de retorno.

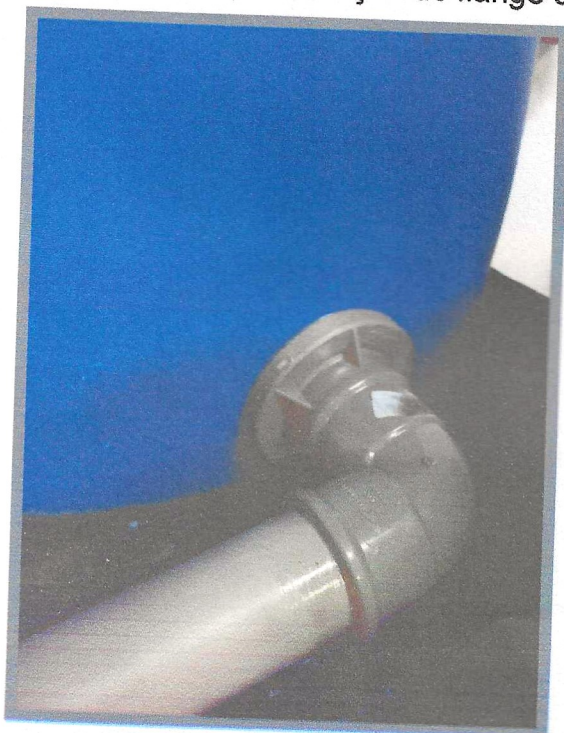


Figura 42 - Flange instalada na tubulação de retorno

Voltando para a tubulação, instalamos uma válvula de acionamento manual. Após a curva, colocamos uma mangueira cristal para visualização do fluído, fixadas por meio de abraçadeiras, presas por parafusos. Fixamos a mangueira com suportes presos à parede. Com silicone, fizemos a vedação da flange no recipiente.

Materiais utilizados:

- Tubulação de 1"
- Mangueira cristal na medida de 1. 1/8"
- Abraçadeiras
- Chave de fenda
- Suportes para fixação
- Furadeira
- Broca videa 6mm
- Bucha 6
- Parafuso 4,0 x 40
- Silicone

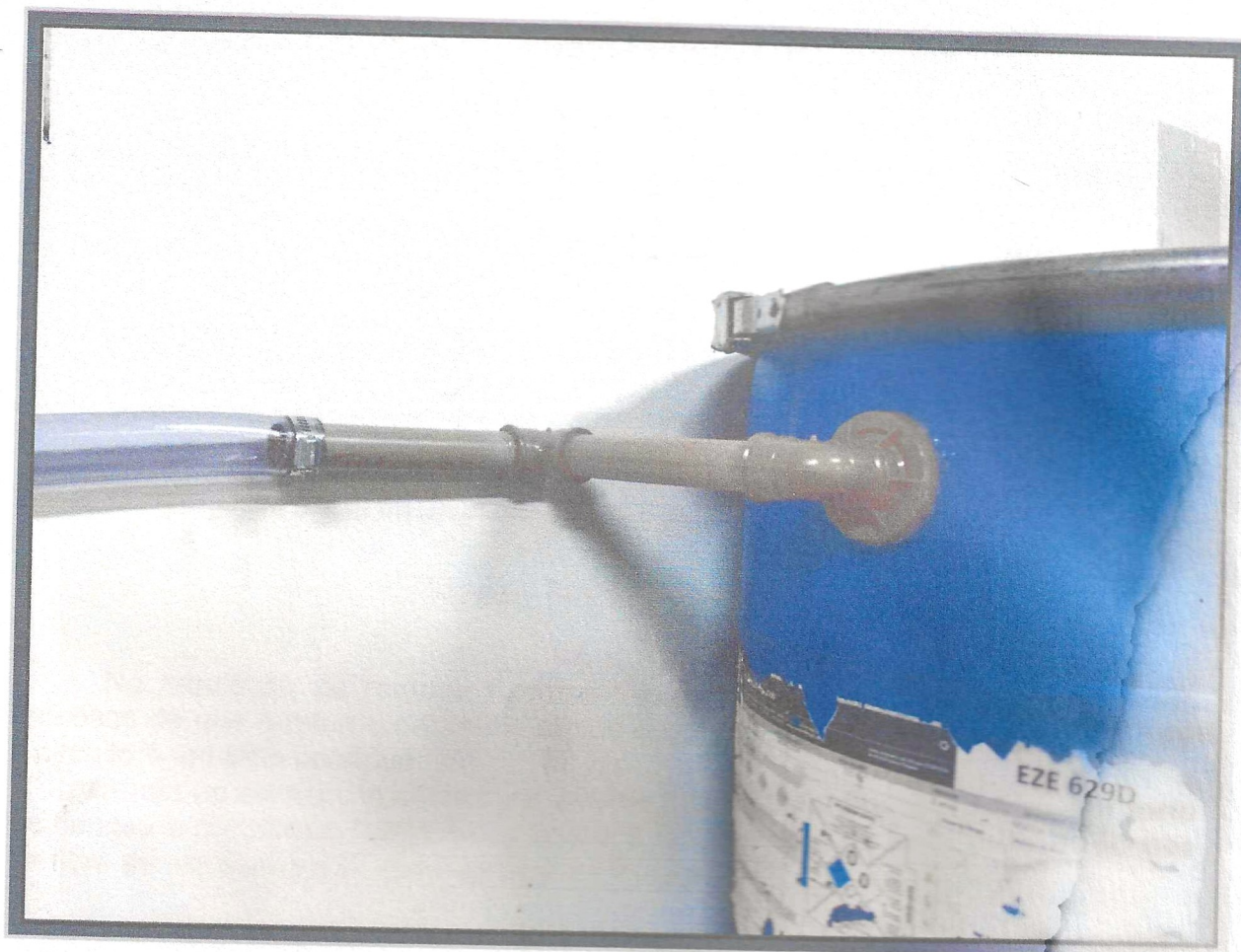


Figura 43 - Fixação flange do recipiente 2



Figura 44 - Mangueira cristal instalada

Na tubulação de retorno, fizemos uso de tubos de pvc de 2". Estávamos receosos de que o retorno não seria rápido o suficiente já que com a bomba ligada, o circuito é um ciclo contínuo.

Ainda no retorno, instalamos a válvula 2 presa entre as tubulações por meio de flanges e parafusos. Neste caso, houve a necessidade de usinagem nos flanges de fibra de vidro para que as luvas de pvc coubessem.

Materiais utilizados:

- Cola de tubos pvc
- Tubulação de 2" pvc
- Flange de plástico rígido
- Flange de fibra de vidro

- Prisoneiros na medida 5/8" (barra roscada)
- Porcas na medida 5/8"



Figura 45 - Válvula instalada



Com auxílio de uma serra copo novamente, furamos a tampa do recipiente 1 para passar a tubulação. Usamos uma curva de 45° para melhor encaixe no furo.

Figura 46 - Retorno finalizado

Com a parte de tubulação finalizada, o circuito já toma forma.



Figura 47 - Montagem finalizada

Montagem básica finalizada, enchemos os recipientes com a quantidade necessária de água, tomando os cuidados para que a bomba não trabalhe "seca", pois se esta acontecesse, queimaria.

Na primeira tentativa de ligar o circuito, tivemos o imprevisto da bomba periférica não ligar. Com auxílio de um multímetro, verificamos se havia corrente passando. O funcionamento elétrico estava normal e achamos que seria necessário

comprar outra bomba para nosso projeto. Ao examinar com mais calma, observamos que a hélice do motor da bomba estava parada e travada. Abrimos e tivemos a surpresa de que era necessário soltar o parafuso do eixo. Hélice solta, a bomba começou a funcionar.

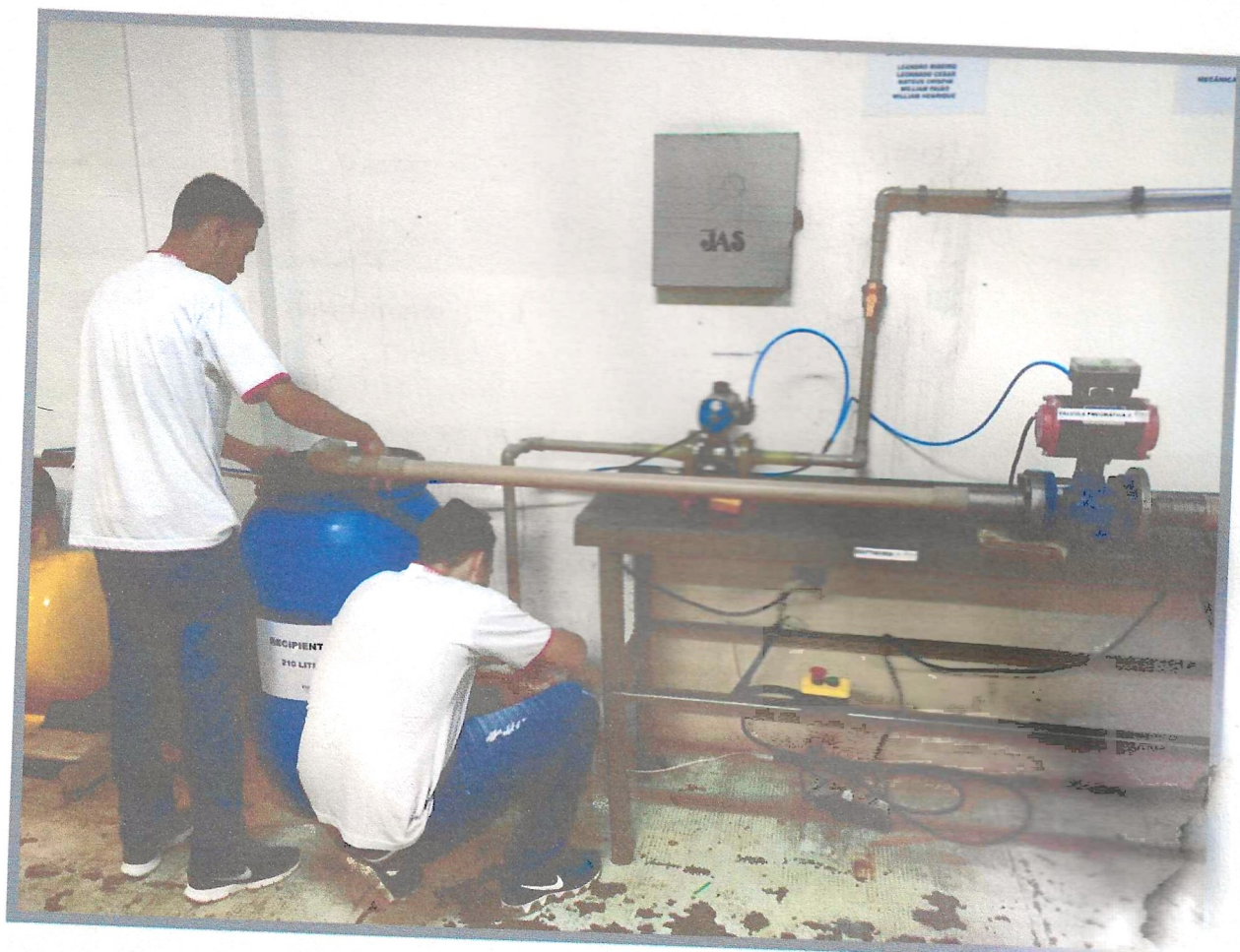


Figura 48 - Bomba não funcionava, verificação do ocorrido

Fizemos os primeiros testes, constatamos alguns pontos de vazamentos. Realizamos os reparos necessários.

Circuito funcionando, prendemos as botoeiras na bancada e as contactoras na parte de baixo da bancada, para que toda fiação não ficasse a mostra.



Figura 49 - Projeto quase pronto

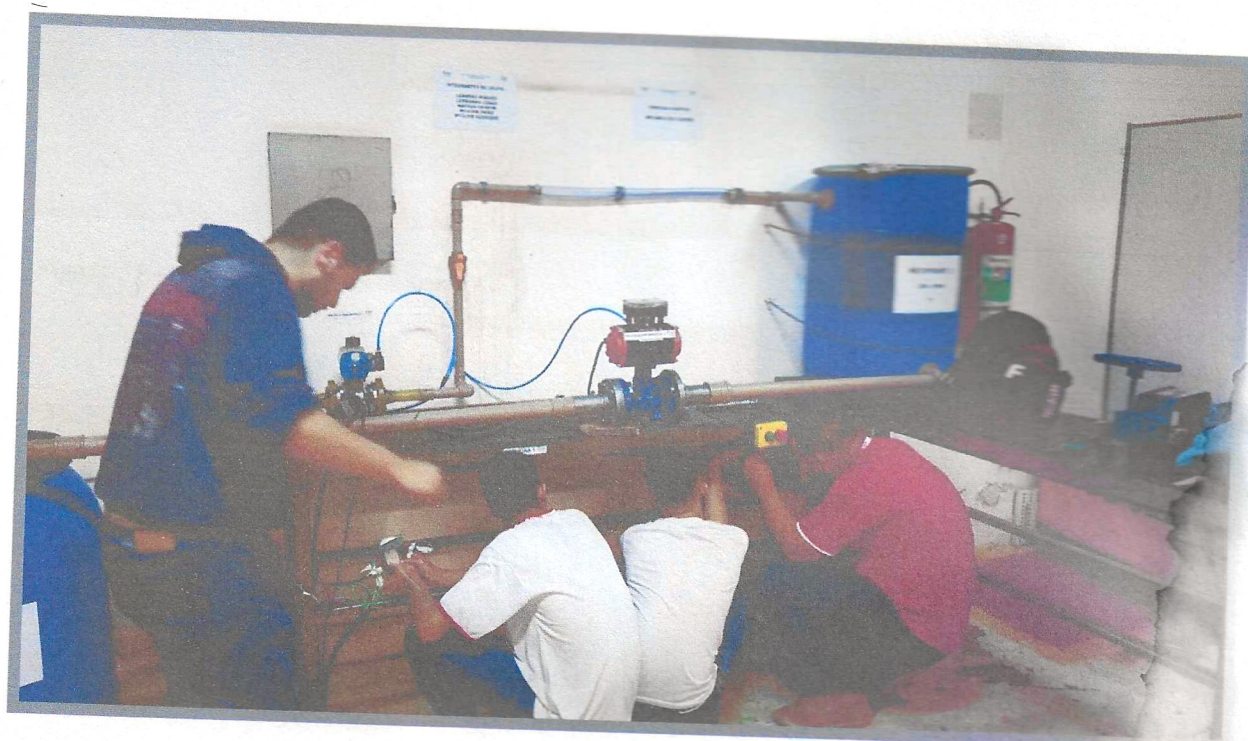


Figura 50 - Fixação da botoeira na bancada

Adicionamos placas de identificação em alguns pontos do projeto, como nome do trabalho, nome dos integrantes do grupo, recipientes, válvulas e bomba

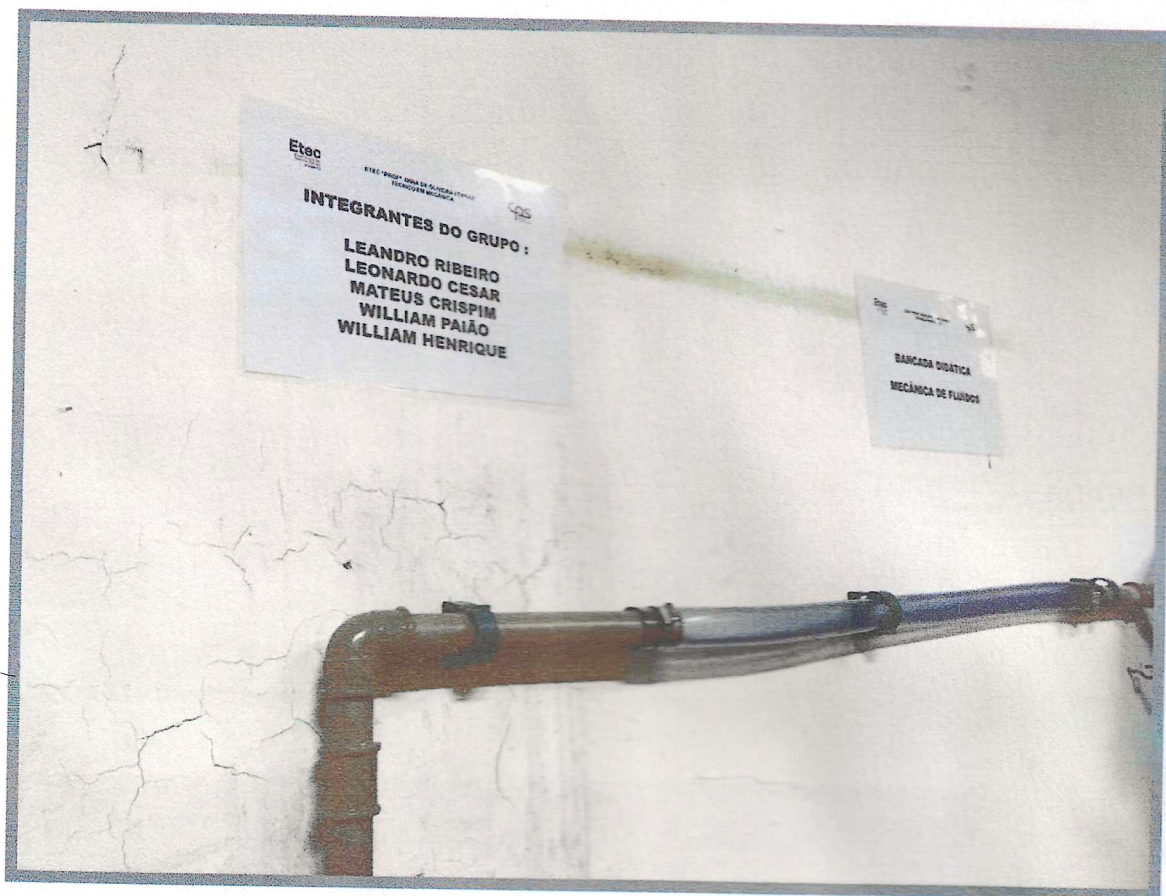


Figura 51 – Placas para identificar o TCC

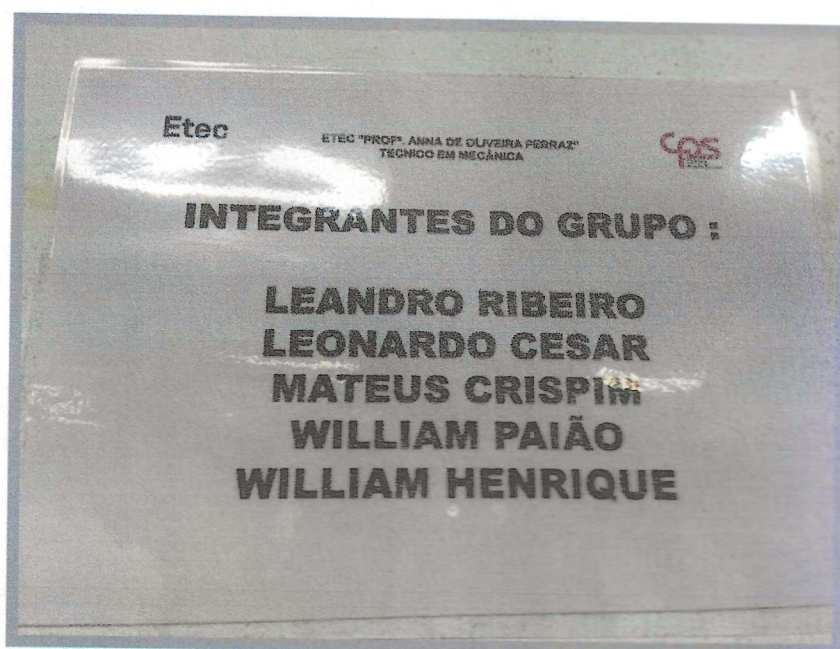


Figura 52 - Placas instaladas



Figura 51 - Identificação da botoeira



Figura 52 - Recipiente 2



Figura 53 - Recipiente 1

Materiais utilizados:

- Fita dupla face

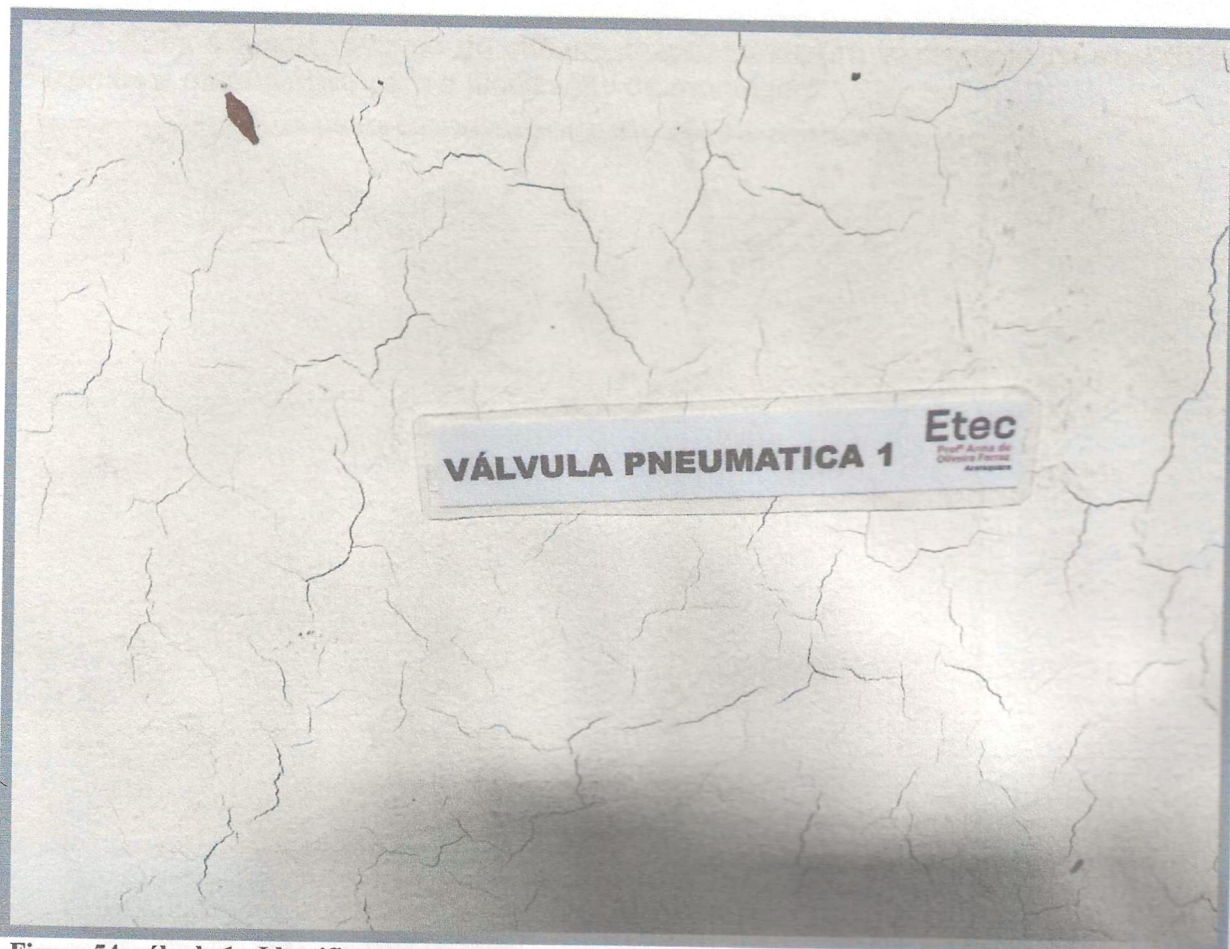


Figura 54, válvula 1 - Identificação na parede

Figura 55 - Identificação bomba



Após o funcionamento do circuito, constatamos um vazamento na válvula 1. Fizemos a manutenção para a finalização da montagem.



Figura 56 - Manutenção de válvula com vazamento

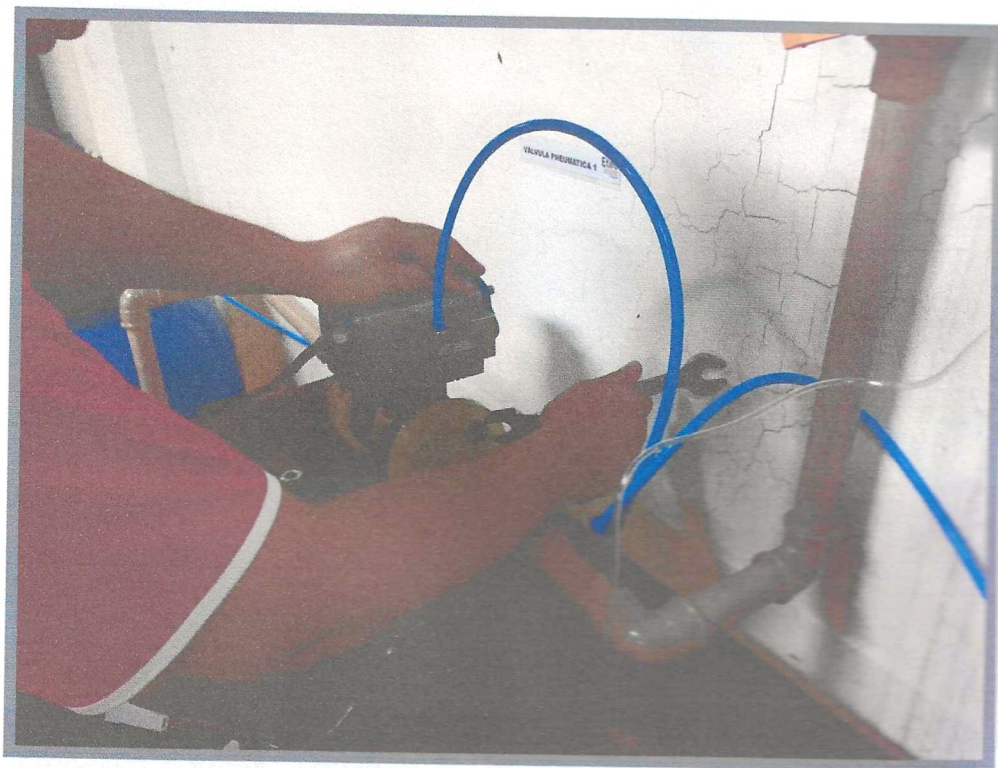


Figura 57 - Realizando manutenção

5.2 Experimento de Reynolds – Projeto

Utilizando nosso projeto que basicamente nos traz na prática, fenômenos vistos anteriormente somente em sala de aula, como: hidráulica e pneumática (Aulas de Automação Industrial dos cursos de Mecânica e Mecatrônica da Etec), trazendo o funcionamento de válvulas eletropneumáticas, estudo de vazão e pressão, e um olhar prático do funcionamento de mecanismos como de bombas, válvulas pneumáticas e manuais e instalações elétricas, visando a Mecânica de Fluidos.

Complementaremos nosso projeto elaborando o Experimento de Reynolds.

Fazendo uso da mangueira cristal anteriormente instalada, iremos colocar uma agulha instalada em ângulo para que possamos injetar o corante por meio de uma seringa.



Figura 58 - Mangueira cristal que iremos utilizar

Nosso circuito é pressurizado pela ação da bomba periférica que atua num processo contínuo, onde o fluido avança de um recipiente para outro e retorna sucessivas vezes enquanto a bomba está ligada. Por meio dessa pressão adquirida, faremos o experimento, injetando o corante, a fim de verificar visualmente a

veracidade do experimento, mostrando-nos se o escoamento é laminar ou turbulento.

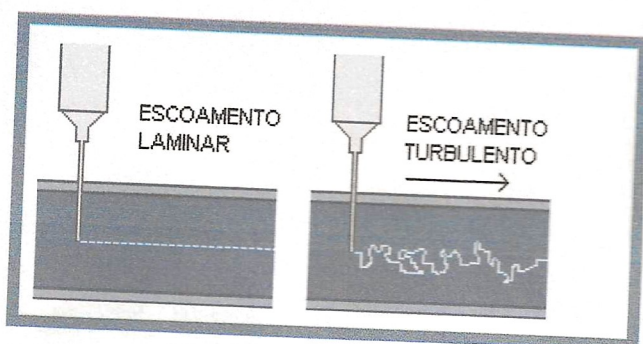


Figura 59 - Regimes de escoamento

Faremos uso de uma seringa, um tubo condutor e uma agulha:

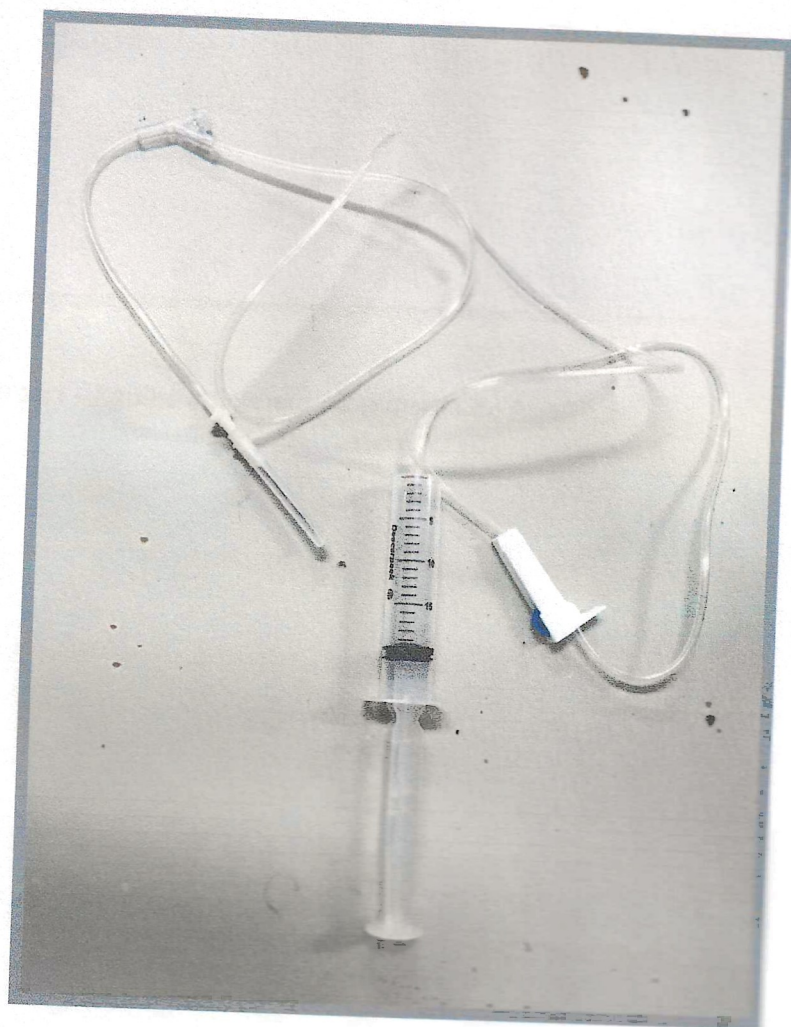


Figura 60 - Material para montagem do experimento

Fizemos um furo na mangueira cristal, colocamos a agulha e vedamos com silicone

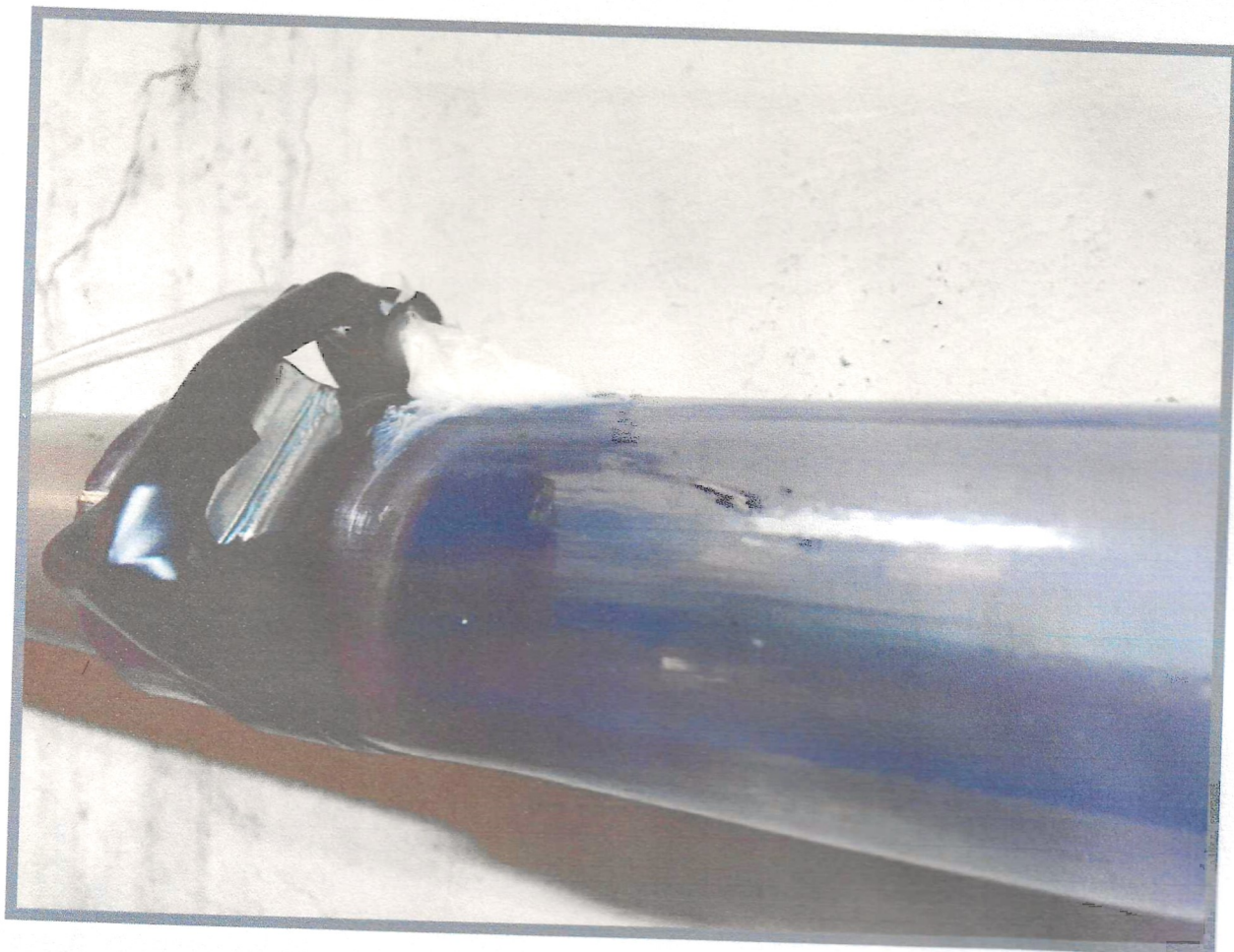


Figura 61 - Agulha adicionada e vedação do furo

Adicionamos o corante e pudemos verificar a distribuição do corante e os tipos de escoamento

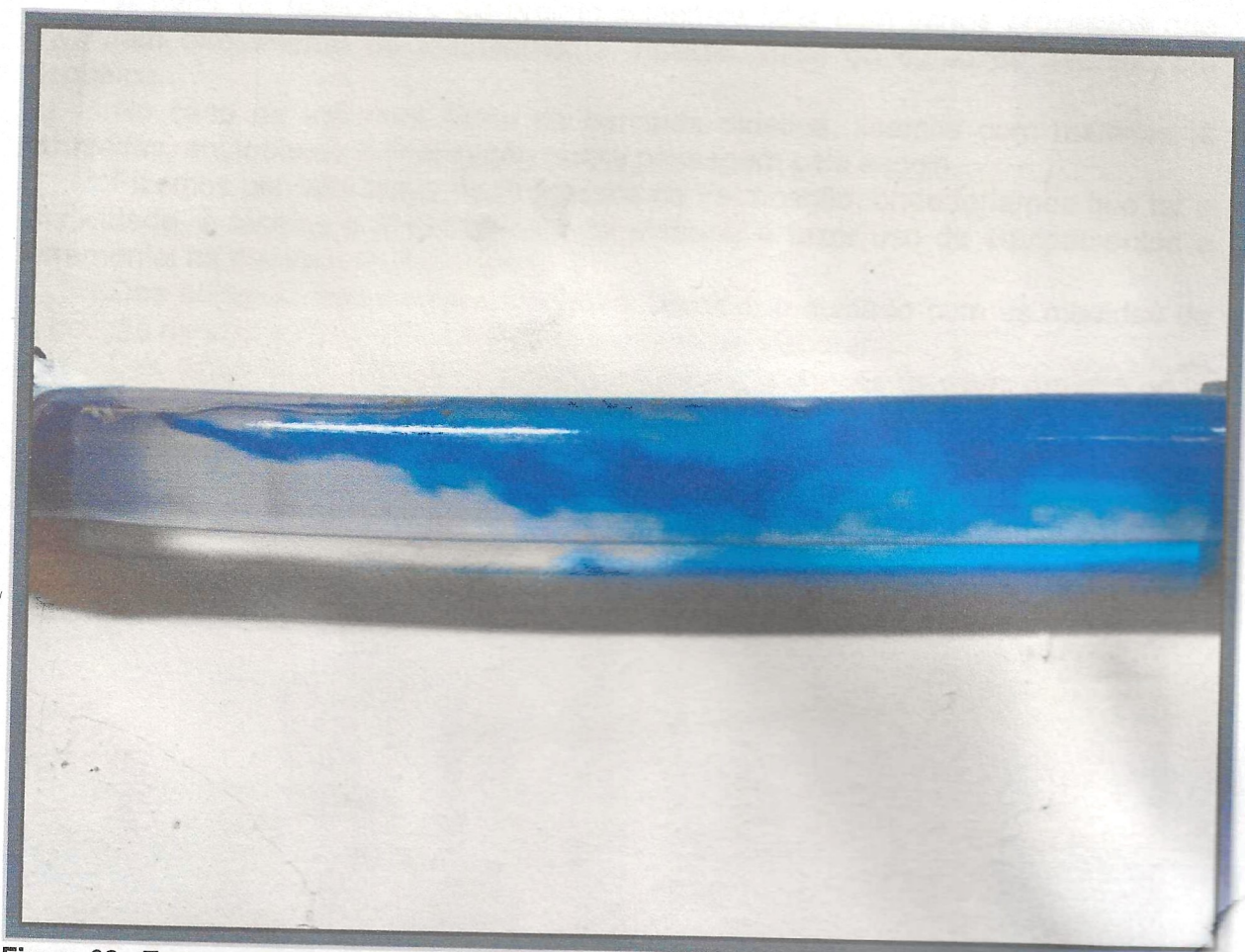


Figura 62 - Escoamento turbulento

Constatamos que com esse experimento temos um escoamento turbulento devido a pressão de trabalho da bomba.

6. CONCLUSÃO

A partir da elaboração do projeto pudemos lidar com vários processos que envolviam diretamente ou indiretamente, nossas aulas do curso de Técnico em Mecânica.

No caso da estrutura física da bancada didática, lidamos com matérias já estudadas, englobando e finalizando nossa passagem pela escola.

Fizemos uso das aulas de Processos de Fabricação, onde teríamos que ter a criatividade, a técnica e a experiência de elaborar e fazer uso de equipamentos e ferramental na construção do projeto.

Das aulas de Metrologia e Desenho Técnico, o cuidado com as medidas de execução de projeto, a leitura da melhor maneira de elaborar.

Das aulas de Automação Industrial e Elétrica, a criação física do projeto, onde criamos uma bancada didática, fizemos uso de hidráulica e pneumática além da instalação elétrica.



Figura 63 - Finalização do TCC

7. Considerações Finais

Finalizado projeto, tivemos um resultado satisfatório. Conseguimos mostrar na prática alguns fenômenos antes estudamos somente na teoria em sala de aula. Tudo para que sirva de auxílio aos alunos e professores nas aulas dos cursos de Mecânica e Mecatrônica da Etec Anna Oliveira Ferraz. Dentre eles:

- Funcionamento de uma bomba
- Funcionamento de válvulas
- Estudo de pressão e vazão
- Dimensionamento de materiais
- Funcionamento de uma contatora
- Funcionamento de uma botoeira
- Instalação elétrica
- Conceitos de hidráulica e pneumática

Além disso, mostramos na prática o Experimento de Reynolds. Conseguimos mostrar que existem vários tipos de escoamentos e cada um tem suas particularidades e características.



Figura 64 - Finalização do Projeto da Lei

Esperamos que assim, conseguimos ajudar alunos e professores no estudo da Mecânica de Fluidos.

8. REFERÊNCIAS

Coeficiente de Reynolds

- https://pt.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_Reynolds

Acesso em: 15/03/2018

Número de Reynolds

- <http://www.engquimicasantosp.com.br/2013/10/numero-de-reynolds.html>

Acesso em: 15/03/2018

Número de Reynolds

- <http://www.tqs.com.br/tqs-news/consulta/artigos/1084-o-numero-de-reynolds-e-a-flambagem-da-agua>

Acesso em: 12/10/2017

Número de Reynolds

- <https://profes.com.br/Patifreitas/blog/numero-de-reynolds>

Acesso em: 12/10/2017

Bomba Periférica

- <http://intechmachine.com.br/Produto>

Acesso em: 10/05/2018

Válvulas eletropneumáticas

- <http://www.microkits.com.br/>

Acesso em: 10/05/2018

Válvulas eletropneumáticas

- <http://chp.com.br/site/index.php/valvulas-pneumaticas-conheca-suas-funcoes/#.WyVRftJKiUk>

Acesso em: 14/05/2018

Válvulas pneumáticas

- <http://alfamatec.com.br/artigos-valvulas-direcionais-pneumaticas-2/>

Acesso em: 14/05/2018

Válvulas pneumáticas

- <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAATn4AK/valvulas-pneumatica>

Acesso em: 14/05/2018

- Funcionamento bomba periférica

<https://www.youtube.com/watch?v=IBqBAKhCTCQ>

Acesso em: 17/05/2018

- Funcionamento bomba periférica

<https://www.youtube.com/watch?v=3zweHmxQY1E>

Acesso em: 17/05/2018

- Montagem bomba periférica

<https://www.youtube.com/watch?v=sKeTrDkHIdE>

Acesso em: 17/05/2018

- Funcionamento bomba periférica

<https://www.youtube.com/watch?v=KICCegIVClg>

Acesso em: 17/05/2018

- Montagem bomba periférica

<https://www.youtube.com/watch?v=UTjPx1ED8BY>

Acesso em: 17/05/2018

- Defeitos de bomba periférica

<https://www.youtube.com/watch?v=YXJkIxBa4c4>

Acesso em: 17/05/2018

- Instalações hidráulicas

<https://www.youtube.com/watch?v=G0QDvN1nay4>

Acesso em: 22/05/2018

- Ligação de um contator

https://www.youtube.com/watch?v=ng3_wuxew7c

Acesso em: 22/05/2018

- Instalação botoeira

<https://www.youtube.com/watch?v=3tAvUTYH3U>

Acesso em: 24/05/2018