

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE TECNOLOGIA EM MECÂNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

**KEROLYNIE THAIS HERNANDES CASAGRANDE
LINDOLPHO CLÁUDIO DAMAS VEIGA
LUCCAS DAMASCENO DA CUNHA CASTORINI**

**CONSTRUÇÃO DE BANCADA DIDÁTICA PARA TESTE DE PERDA
DE CARGA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO

2015

**KEROLYNIE THAIS HERNANDES CASAGRANDE
LINDOLPHO CLÁUDIO DAMAS VEIGA
LUCCAS DAMASCENO DA CUNHA CASTORINI**

**CONSTRUÇÃO DE BANCADA DIDÁTICA PARA TESTE DE PERDA
DE CARGA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Mecânica Industrial do Departamento Acadêmico de de Tecnologia em Mecânica Industrial – COMIN – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção Industrial.

Orientador: Prof. Tiago Silva.

CORNÉLIO PROCÓPIO

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio



Nome da Diretoria
Nome da Coordenação
Curso Superior em Tecnologia em Manutenção Industrial

TERMO DE APROVAÇÃO

**CONSTRUÇÃO DE BANCADA DIDÁTICA PARA TESTE DE PERDA
DE CARGA**

por

KEROLYNIE THAIS HERNANDES CASAGRANDE
LINDOLPHO CLÁUDIO DAMAS VEIGA
LUCCAS DAMASCENO DA CUNHA CASTORINI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 30 de Julho de 2014, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Manutenção Industrial. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Msc. Tiago Silva
Orientador

Prof. Dr. Rubens Gallo
Membro titular

Prof. Carlo De Nardi
Membro titular

Cornelio Procópio
2015

Dedico esse trabalho a Andrea Hernandez Gaspar, minha mãe, que me serviu de exemplo como uma mulher batalhadora e que não desiste de seus sonhos, sempre me incentivando e dando forças para seguir em frente.

A meus avós João e Maria Helena, às minhas tias Márcia e Maria José e meus primos André e Nara que me apoiaram, motivaram, conduzindo à essa conquista.

Ao meu companheiro Pedro Henrique Guizeline que esteve ao meu lado por todo esse percurso, mesmo nos momentos em que estive ausente, me confortando e dando força para alcançar meus objetivos.

Aos meus amigos Daniele, Henrique, William, Monique, Müller e Aureo, pessoas que conheci na faculdade e que se tornaram muito especiais com o caminhar desses anos.

Aos demais professores e amigos que encontrei nessa jornada e deixaram um pouco de vocês em minha vida, e a todos que de alguma forma contribuíram para essa conquista, concedendo apoio e proporcionando momentos de alegria diante das correrias do dia-a-dia, sou grata

Kerolynie Thais Hernands Casagrande

Dedico esse empenho e conquista de formatura ao meu Pai Claudionor José Veiga e minha Mãe Claudete Silveira Damas, que me deram o apoio que precisei em todos os momentos.

Acima de tudo, não só nessa etapa da minha vida, mas em toda ela, dedico à minha avó Luzia de Olivera Veiga e meu avô José Veiga Sobrinho pelo amor incondicional que sempre tiveram comigo e pelo incentivo que sempre me deram para que eu me tornasse uma pessoa boa e honesta.

Dedico, também, com a mais sincera gratidão à SANEPAR, na pessoa de Aldecir dos Santos Costa, pelo apoio, amizade e ensinamentos.

Enfim, dedico esse trabalho a toda a minha família e amigos, que me apoiaram e não deixaram desistir de ser alguém melhor. A partir do estudo.

Lindolpho Claudio Damas Veiga

A memória de Luiz Moreira Castorini – Meu pai que sempre foi um exemplo de homem e superação para mim.

A Aparecida da Cunha Castorini – Minha mãe que sempre me mostrou a importância e me conduziram e incentivaram minha educação.

A Débora D’Almeida Teixeira – Minha companheira, meu amor; que me mostrou o significado da palavra amor, que me apoia em meus projetos de vida e sempre esteve conversando e me acalmando nos momentos difíceis;

A minha família, amigos e professores que acreditaram nos meus objetivos.

A Anderson, Fabio, Everaldo, Everton, Rodrigo, Ronaldo, João; amigos e colegas de profissão que contribuíram para meu crescimento profissional.

Aos professores Conrado Di Raimo e Carlos de Nardi pelos conselhos, e longas conversas.

A todos que passaram pela minha vida e deixaram um pouco de sua experiência de vida.

As empresas, pessoas as quais essas linhas seriam poucas para enumera-las, que contribuíram com doações e se esforçando para que esse projeto fosse possível.

Aos meus amigos e parceiros de Trabalho de Conclusão de Curso Lindolpho e Kerolynie.

Luccas Damasceno da Cunha Castorini

AGRADECIMENTOS

Certamente estas linhas não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte do desenvolvimento desse Trabalho de Conclusão de Curso. Portanto, desde já pedimos desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do nosso pensamento e da nossa gratidão.

Gostaríamos de expressar nossa gratidão primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por colocar em nossas vidas pessoas especiais que foram essenciais para a realização deste trabalho.

Gostaríamos de agradecer a todas as pessoas que durante o período da graduação se fizeram presentes, que se preocuparam, que foram solidárias e que torceram por nós não deixando de buscar nossos objetivos.

A empresa *WEG* e todos os seus colaboradores em especial André Motikawa pela doação de dois Inversores de frequência, um botão de emergência e um Contator.

A *Franklin Electric Indústria de Moto bombas S.A.* pela doação de duas bombas centrifugas e todos seus colaboradores em especial Bruna Schmitt.

A *KSB* e seus representantes em Maringá *C.O Muller* pelo envio de uma bomba centrifuga em especial o senhor Vagner Florêncio da Silva e a senhora Ângela Alves.

A empresa *ICOS* pela doação e todos seus colaboradores em especial Carolina Gabriotti e Vanessa Reche.

A empresa *bimetal* pela doação de 7 manômetros em especial o senhor Marcos Godoy, ao professor Carlos Alberto Paschoalino, pela compra de uma tomada industrial e a *UTFPR*, pela doação de uma parte dos materiais eletricos

As demais empresas que responderam nossos contatos.

Ao orientador Tiago Silva pela dedicação e paciência ao orientar e conduzir o trabalho.

Agradecemos aos professores Ricardo Ferreira e Rubens Gallo, pela constante presença, entusiasmo, amizade e exemplo profissional.

A Professor Carlos Di Nardi pela ajuda e conselhos em todas as vezes que recorreremos a ele para esclarecimentos de dúvidas.

“Na Natureza nada se cria, nada se
perde, tudo se transforma.”

Antoine Lavoisier

RESUMO

CASAGRANDE, Kerolynie Thais Hernandes. VEIGA, Lindolpho Claudio Damas. CASTORINI, Luccas Damasceno da Cunha Castorini **CONSTRUÇÃO DE BANCADA DIDÁTICA PARA TESTE DE PERDA DE CARGA**. 2015. 99 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Manutenção Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2015.

Este trabalho visa a construção de uma bancada para estudos e testes na área de fluídos, que se fazia necessária para a apresentação aos alunos de mecanismos hidráulicos e também para comprovar, na prática, o que se aprende em sala de aula, junto dos por quês que surgem. A partir de uma estrutura de metalon, moto bombas e tubulação, confeccionamos, a princípio, uma estrutura para testes de perda de carga em linhas de sucção e recalque, com possibilidade de desenvolvimento da estrutura para outros ensaios com conjuntos moto bomba, automação ou supervisão. Do projeto à execução contou-se com, aproximadamente, 90% de doações, que partiram das mais diversas empresas, que adotaram nosso projeto como um trabalho promissor. Com projeto executado, os alunos da universidade se familiararão com instalações hidráulicas, de bombeamento e instalações elétricas semelhantes as industriais, apresentando um diferencial na aprendizagem e conhecimento prático ao se adentrarem no mercado de trabalho. A bancada foi construída no laboratório de mecânica dos fluidos da presente Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Palavras-chave: Bancada didática. Perda de Carga. Motobombas.

ABSTRACT

CASAGRANDE, Kerolynie Thais Hernandes. VEIGA, Lindolpho Claudio Damas. CASTORINI, Luccas Damasceno da Cunha Castorini **BENCH CONSTRUCTION TEACHING LOAD LOSS TEST**. 2015. 99 pages. Work Course Completion Technology in Industrial Maintenance - Federal Technological University of Paraná. Cornélio Procópio 2015.

This work aims to build a bench for studies and tests on fluids area, which was necessary for presentation to students of hydraulic mechanisms and also to prove in practice what is learned in the classroom, from the whys that arise. From a metalon structure, bike pumps and piping, we made, in principle, a framework for pressure drop tests on suction and discharge lines, with the structure development of possibility for further testing sets bike pump, automation and supervision . From design to implementation counted with approximately 90% of donations, which departed from various companies who adopted our project as a promising work. Executed project, students of the university is familiarização with plumbing, pumping and electrical systems like industrial, with a difference in learning and practical knowledge when venturing into the labor market. The bench was constructed in the laboratory of fluid mechanics of this Federal University of Paraná Tecnologica.

Key-words: Stand. Pressure drop. Motor pumps.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Turbina Pelton.....	20
Figura 2 - Turbina Francis	20
Figura 3 - Turbina Kaplan.....	20
Figura 4 - Classificação dos principais tipos de Bombas	22
Figura 5 - Classificação das bombas de deslocamento positivo	23
Figura 6 - Classificação das bombas de deslocamento positivo	27
Figura 7 - Aplicação de força tangencial	27
Figura 8 - Força aplica ao fluido.....	28
Figura 9 - Exemplo de Escoamento com nivel constante.....	29
Figura 10 - Localização da particula com o vetor posição.....	30
Figura 11 - Comportamento de um fluido localizado entre duas placas paralelas	31
Figura 12 - Velocidade relativa nos fluidos.....	32
Figura 13 - (a) Experimento utilizado para caracterizar o escoamento em tubos (b) Filetes de tinta típicos.....	34
Figura 14 - Exemplo de tubo de corrente	38
Figura 15 - Pressão Estática	42
Figura 16 - Tomada Piezométrica	42
Figura 17 - Diagrama Representativo de escalas	43
Figura 18 - Pressões estática dinâmica e total.....	44
Figura 19 - Pressão Diferencial.....	45
Figura 20 - Aplicação do Teorema de Stevin.	46
Figura 21 - Aplicação do Principio de Pascal.	46
Figura 22 - Manômetro de Tubo em “U”.....	48
Figura 23 - Bombas Centrifugas KSB e Schneider (Da esquerda para direita 3/4	52
Figura 24 - Inversor de Frequencia Siemens Micromaster 420.....	53
Figura 25 - Bancada inicial.....	57
Figura 26 - Bancada inicial (outro ângulo).....	57
Figura 27 - Projeto de melhoria da Bancada (mesa).....	58
Figura 28 - Projeto de Melhoria da Bancada (parte superior).....	59
Figura 29 - Bancada Pronta	61
Figura 30 - Bancada Pronta (outro ângulo)	61
Figura 31 - Patrocinadores.....	62

Figura 32 - Detalhe do sensor de nível62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CV	Cavalo a Vapor
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
Km	Quilômetros
Fig.	Figura
p.	Página
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
A	Área
F	Força
m/s ²	Metros por segundo ao quadrado
°C	Celsius
Mm	Milímetros
Atm	Atmosfera
Q	Vazão
Ft	Força Tangencial
Pg	Pagina
dp	Varição diferencial de pressão
Dv	Varição diferencial de volume
V	Volume
EP	Energia em Potencial
E	Energia mecânica total
CPGM	Conferencia geral de pesos e medidas
Si	Sistema Internacional
PSI	Unidade de pressão (inglesa)
Dn	Diâmetro nominal
NR	Norma regulamentadora
V	Volts

SUMÁRIO

SUMÁRIO	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA	15
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO	16
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo Geral.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 JUSTIFICATIVA.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 CLASSIFICAÇÃO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	19
2.1.1 Máquinas Motrizes.....	19
2.1.2 Máquinas Mistas.....	21
2.1.3 Maquinas Geratrizes.....	21
2.2 DEFINIÇÃO DE BOMBAS	21
2.2.1 Classificação das Bombas – Quanto ao Deslocamento	22
2.3 CARACTERISTICAS DAS BOMBAS	22
2.3.1 Bombas de Deslocamento Positivo ou Volumétricas.....	22
2.3.2 Bombas Dinâmicas ou Turbo bombas.....	24
2.4 BOMBAS CENTRIFUGAS.....	24
2.4.1 Classificações das Bombas Centrifugas e Funcionamento	24
2.4.2 Principais Componentes.....	25
2.4.2.1 Rotor.....	25
2.4.2.2 Carcaça.....	26
2.4.2.3 Curva característica de uma bomba	26
2.5 FLUIDO	26
2.6 FLUIDO CONTINUO E CAMPO DE VELOCIDADE	28
2.7 VISCOSIDADE	31
2.8 FLUIDOS VISCOSOS E NÃO VISCOSOS.....	33
2.9 ESCOAMENTO LAMINAR E TURBULENTO.....	34
2.10 ESCOAMENTO COMPRESSÍVEL E INCOMPRESSÍVEL.....	35
2.11 CLASSIFICAÇÃO DA MECÂNICA DOS FLUIDOS	36
2.12 ESCOAMENTO EM TUBOS E DUTOS.....	36

2.13	PERDA DE CARGA.....	37
2.13.1	Equação de Bernoulli.....	37
2.13.2	Perdas Distribuídas ou Contínuas	38
2.13.3	Perdas Localizadas	39
2.14	PRESSÃO	40
2.14.1	Definições de Pressão.....	40
2.14.2	Pressão Estática.....	41
2.14.3	Pressão Dinâmica ou Cinética.....	42
2.14.4	Pressão Total	44
2.14.5	Pressão Diferencial.....	44
2.14.6	Teorema de Stevin	45
2.14.7	Princípio de Pascal	46
2.14.8	Elementos Mecânicos para Medição de Pressão.....	47
2.14.8.1	Elementos mecânicos de medição direta de pressão.....	47
2.14.8.2	Elementos mecânicos elásticos de medição de pressão.....	49
2.15	INVERSOR DE FREQUÊNCIA	50
2.15.1	Como Funciona os Inversores de Frequência	50
2.15.2	Vantagens do Inversor de Frequência.....	51
3	MATERIAL E MÉTODOS	52
3.1	CONCEPÇÃO DA BANCADA	54
3.1.1	Croqui da Bancada de Perda de Carga.....	55
3.1.2	Bancada de Perda de carga Construída.....	60
3.1.3	Orçamento.....	63
3.1.4	Funcionamento da Parte Hidráulica.....	63
3.1.5	Esquema Elétrico.....	64
4	LIMITAÇÕES DO PROJETO.....	65
5	DIFICULDADES DO PROJETO	66
6	OPORTUNIDADES DE MELHORIA.....	67
7	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS.....	69
	APÊNDICE A – PROJETO ELÉTRICO	70
	APENDICE B – DISTRIBUIDOR	80
	ANEXO A – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DOS MANOMETROS.....	81

1 INTRODUÇÃO

As bombas hidrodinâmicas são utilizadas amplamente pelas indústrias nas aplicações de circuitos hidráulicos, para converter energia mecânica em energia hidráulica, abastecendo seus reservatórios e as diversas aplicações onde há necessidade da movimentação de fluídos, sendo que hoje há uma grande quantidade de estudos feitos para se melhorar o fator de rendimento de máquinas hidráulicas, especialmente as bombas centrifugas, buscando uma melhor performance e uma menor perda de carga possível na distribuição de um fluido. Porém, hoje temos ainda discentes que encontram algumas dificuldades nas áreas de Manutenção, Mecânica dos Fluídos, Elementos de máquinas dentre outras. Estas mesmas dificuldades são apresentadas pelos discentes dos cursos Técnicos, Tecnológicos e de Engenharia, em procedimentos práticos e comuns, encontrados na grande maioria das fábricas e indústrias, na operação e manutenção destes tipos de bombas e no referenciamento de estudo “aula versus prática”, levando com que o discente não saiba como poderá realizar tais melhorias.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Desde o surgimento da humanidade, o conhecimento sobre energia contida nos fluídos e sua utilização tem sido um dos principais fatores para o desenvolvimento da humanidade. (HENN, 2012, p. 25).

No presente trabalho é dada ênfase ao estudo de perda de carga, que nos dias de hoje é uma grande incógnita nas indústrias e companhias de saneamento, provocando perdas de rendimento e consequentes perdas financeiras para tais empresas, que na maioria das vezes, se não em todas, ocorrem por um simples erro de cálculo.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

De acordo com a realidade da UTFPR Campus Cornélio Procópio, é difícil realizar uma atividade prática em laboratório, devido à ausência de equipamentos que permitam conciliar o estudo realizado em sala, com o estudo praticado na sistemática e solução de casos possíveis do cotidiano de um profissional da área mecânica.

Analisando essa variável, o projeto e execução de bancada aqui exposta, vêm com a missão, não só de um trabalho de conclusão de curso, mas como de um equipamento a ser utilizado no dia-a-dia desta universidade, proporcionando a todos os futuros profissionais, aqui instruídos, uma ambientalização prática e consistente da aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala da aula.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um equipamento, mostrando aos futuros profissionais, a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos em seus respectivos cursos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Mostrar a sistematização de um problema encontrado geralmente dentro de uma grande indústria, (cálculos de vazão, associação de bombas, dimensionamentos de tubulações entre outros) uma possível solução para tal (projeto); e a execução de tal medida corretiva.
- b) Construir uma bancada ativa, onde se possa elaborar problemas e mostrar seu respectivo estudo e conseqüente solução, para aprimoramento das habilidades técnicas especializadas.

- c) Provar a funcionalidade do equipamento, dando ênfase ao estudo da perda de carga em tubulações em um sistema hidráulico de sucção e recalque de fluido, nesse estudo a água.

1.4 JUSTIFICATIVA

De acordo com o levantamento feito para justificar esta proposta, algumas disciplinas nas áreas de Manutenção, Mecânica dos Fluidos, Elementos de máquinas dentre outras, apresentam dificuldade em representar para alunos dos cursos Técnicos, Tecnológicos e de Engenharia procedimentos práticos comuns, encontrados na grande maioria das fábricas e indústrias, na operação e manutenção destes tipos de bombas.

GIBBONS et al(1994), classifica o conhecimento como um modo de 1 e 2, onde o modo 1 é um modo de conhecimento acadêmico explícito, disciplinas “científicas” e o modo 2 é o conhecimento prático, difícil de documentar, transdisciplinar e “profissional”. Segundo VICKERS et al (1983), ter conhecimento não importa o tipo ou modalidade, e por si só é insuficiente. O profissional precisa, além do conhecimento, ter habilidades de julgamento, onde o ensino de julgamento é outra área onde os métodos tradicionais ensinados por meio de palestras e aulas teóricas não se aplicam. Ele precisa ser adquirido através da prática.

Inovar no campo da educação é um ideal que se atualiza constantemente por via de diferentes novidades. Curiosamente ao lado desses índices de inovação, pairam velhas críticas como “Na prática, é bem diferente do que na teoria”. A grande maioria dos casos é que muitos discentes e docentes continuam sem saber como relacionar teoria e prática, sem instrumentos e meios suficientes para fazer esta relação. A compreensão inadequada de como se devem ser dadas as relações entre teoria e prática traz como consequência o famoso gesto de “pedir receitas”. A prática resume-se à experiência, à execução ou a aplicação como consta em outros meios. Quando o ensino vem sem o acompanhamento da prática observa-se que não há espaço para o questionamento, ou a inovação teórica para os envolvidos, mas quando temos a prática conciliada com a teoria temos o desencadeamento de caminhos,

hipóteses a serem testadas, com a possibilidade de novas discussões e configurações teóricas. (BARROS & MARTINS adap. 2008).

Sendo assim esta proposta de TCC visa à construção de uma bancada contendo elementos que possam proporcionar aos alunos e professores um ambiente prático, onde seja possível simular através de atividades o funcionamento deste tipo de equipamento.

Portanto a construção desta bancada, tem o intuito de: facilitar o entendimento do processo de funcionamento e exemplificar os procedimentos práticos para a utilização das bombas hidrodinâmicas, deixando assim, este processo o máximo didático possível, a fim de melhorar as atividades didáticas e pedagógicas das disciplinas envolvidas com este equipamento

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o desenvolvimento deste trabalho se faz necessário um estudo aprofundado nos conceitos fundamentais em mecânica dos fluidos, bombas centrífugas e afins.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DE MAQUINAS HIDRAULICAS

Segundo Mancityre (2010, p.37) e Santos (2007, p.25) as máquinas hidráulicas podem ser classificadas como: máquinas motrizes, máquinas mistas e máquinas geratrizes que pode ser chamada de operatrizes. Santos (2007, p.25) afirma que as “máquinas hidráulicas são maquinas transformadoras de energia.”

2.1.1 Máquinas Motrizes

“São as máquinas que transformam energia hidráulica em trabalho mecânico.” (MANCITYRE,2010 p.37; SANTOS,2007 p. 25). Em outras palavras, podemos dizer que são equipamentos que funcionam geralmente para acionar outro equipamento, principalmente geradores de energia elétrica.

São membros desse grupo às turbinas hidráulicas e as rodas hidráulicas dentre qual as turbinas geralmente empregas são as: Pelton (Figura 1), Francis (Figura 2), Kaplan (Figura 3), Propeller e Deriaz. (MANCINTYRE, 2010 p. 37).

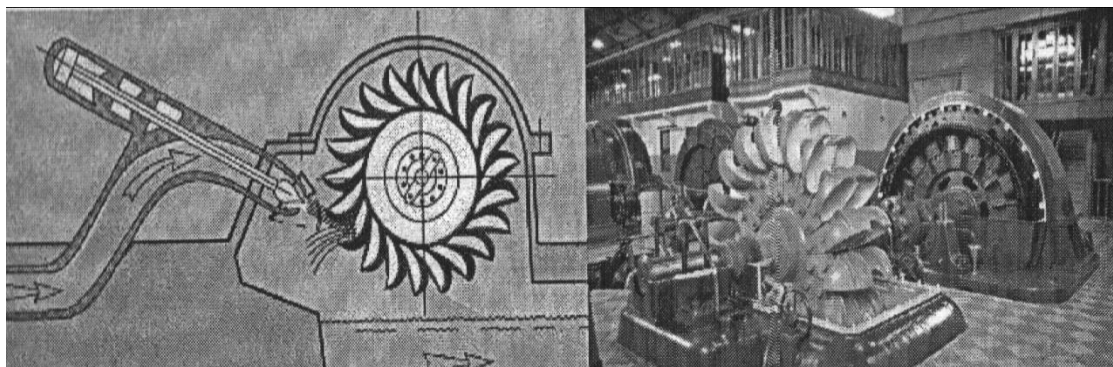


Figura 1 - Turbina Pelton
Fonte: Santos (2007, p. 25).

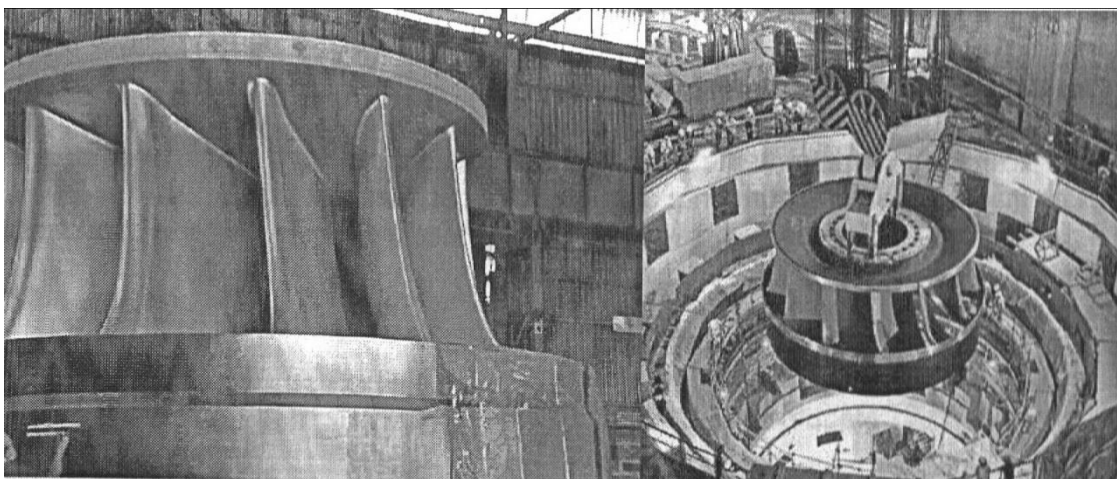


Figura 2 - Turbina Francis
Fonte: Santos (2007, p. 26).

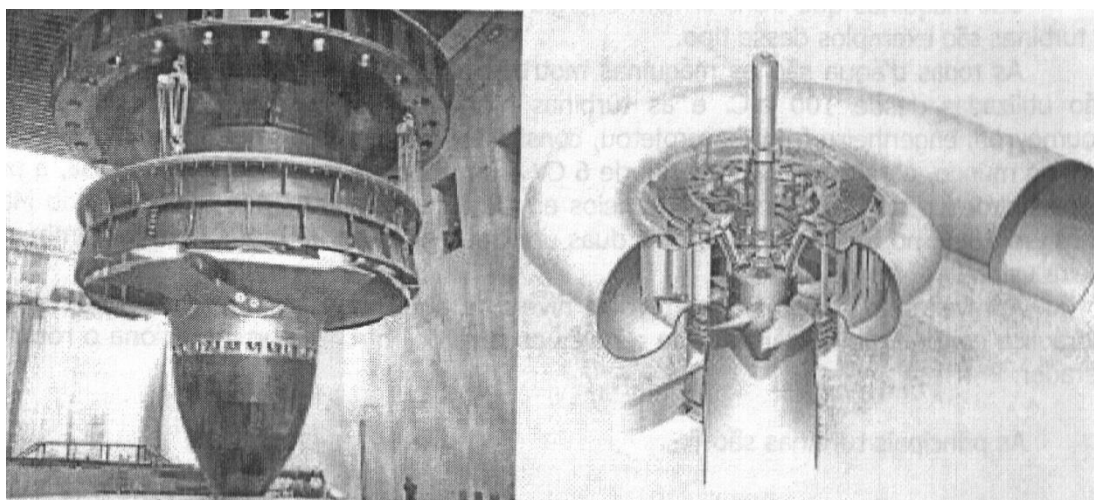


Figura 3 - Turbina Kaplan
Fonte: Santos (2007, p. 26).

2.1.2 Máquinas Mistas

“São máquinas que transformam energia mecânica em energia hidráulica, ou seja, fornecem energia hidráulica ao serem acionadas pelo mesmo tipo de energia” (SANTOS, 2007 p.26).

Pertencem a esta classe: ejetores ou redutores, os pulsômetros, os carneiros hidráulicos ou aríete hidráulico, as bombas de emulsão de ar, etc.

2.1.3 Maquinas Geratrizes

Segundo Santos (2007, p.27) “são maquinas que transformam energia mecânica em energia hidráulica.

Macintyre (2010, p. 37-38) diz que:

São aquelas que recebem trabalho mecânico, geralmente fornecido por uma máquina motriz, e o transforma em energia hidráulica, comunicando ao líquido um acréscimo de energia sob a forma de energia potencial de pressão e cinética.

Neste grupo de máquinas estão inclusas todas as bombas hidráulicas o qual será dado um enfoque maior no respectivo trabalho. A seguir definiremos o conceito de bombas e classificaremos as mesmas.

2.2 DEFINIÇÃO DE BOMBAS

“Bombas são máquinas geratrizes cuja finalidade é realizar o deslocamento de um líquido por escoamento” (MANCINTYRE, 2010 p. 38).

Podendo ser chamadas de Geratrizes por receber trabalho mecânico para acioná-las, e transformá-lo em hidráulico ao ceder energia ao fluido sob forma de energia de pressão ou cinética ou podendo, também, serem chamadas de Operatrizes Hidráulicas, pois realizam um trabalho útil específico ao deslocarem um líquido. (MANCINTYRE, 2010).

2.2.1 Classificação das Bombas – Quanto ao Deslocamento

“Segundo Mattos e Falco (1998 p. 105) “as bombas podem ser classificadas pela sua aplicação ou pela forma com que a energia é cedida ao fluido”. Podemos afirmar então que necessário analisar o modo que é feito à transformação do trabalho em energia hidráulica e o recurso utilizado para cede-la ao liquido para aumentar sua velocidade e/ou pressão. (MANCINTYRE, 2010).

Assim podemos classifica-las, conforme apresentado na figura 4, em:

- Bombas de deslocamento positivo ou volumógenas;
- Bombas dinâmicas ou Turbas bombas.

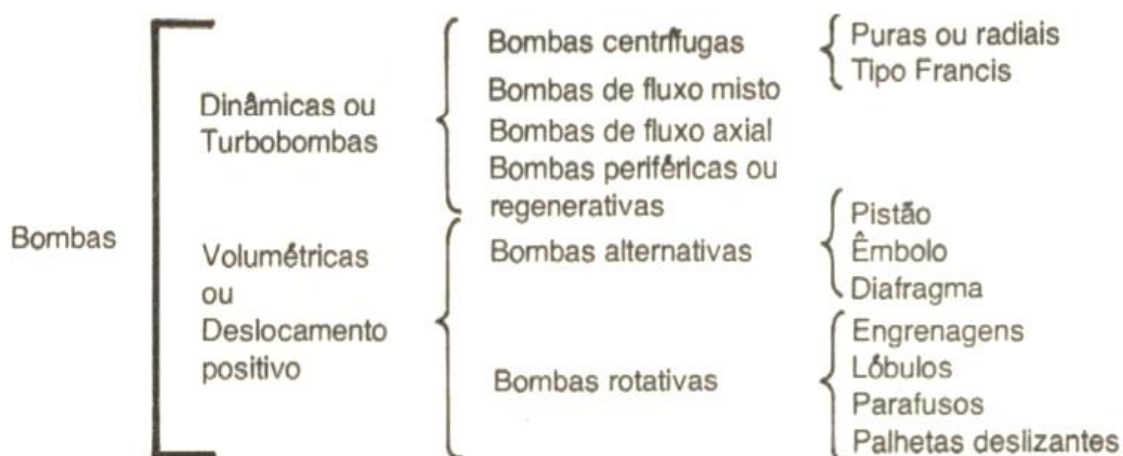


Figura 4 - Classificação dos principais tipos de Bombas
 Fonte: MATTOS; FALCO (1998, p. 105).

2.3 CARACTERISTICAS DAS BOMBAS

2.3.1 Bombas de Deslocamento Positivo ou Volumétricas

Bombas estáticas, são bombas que possuem uma ou mais câmaras, onde após o fluido ser confinado na mesma, pela ação de um pistão ou peças rotativas e transferida energia de pressão ao liquido, provocando seu escoamento, assim

favorecendo as condições para que se realize o escoamento na tubulação de sucção até a bomba e na tubulação de recalque até o ponto de utilização.

Segundo Macintyre (2010), (Figura 5) as bombas de deslocamento positivo podem se dividir em dois grupos: Alternativas e Rotativas, sendo que Santos afirma ainda que as mesmas “podem ter o deslocamento fixo ($Q = cte$) ou de deslocamento variável.”

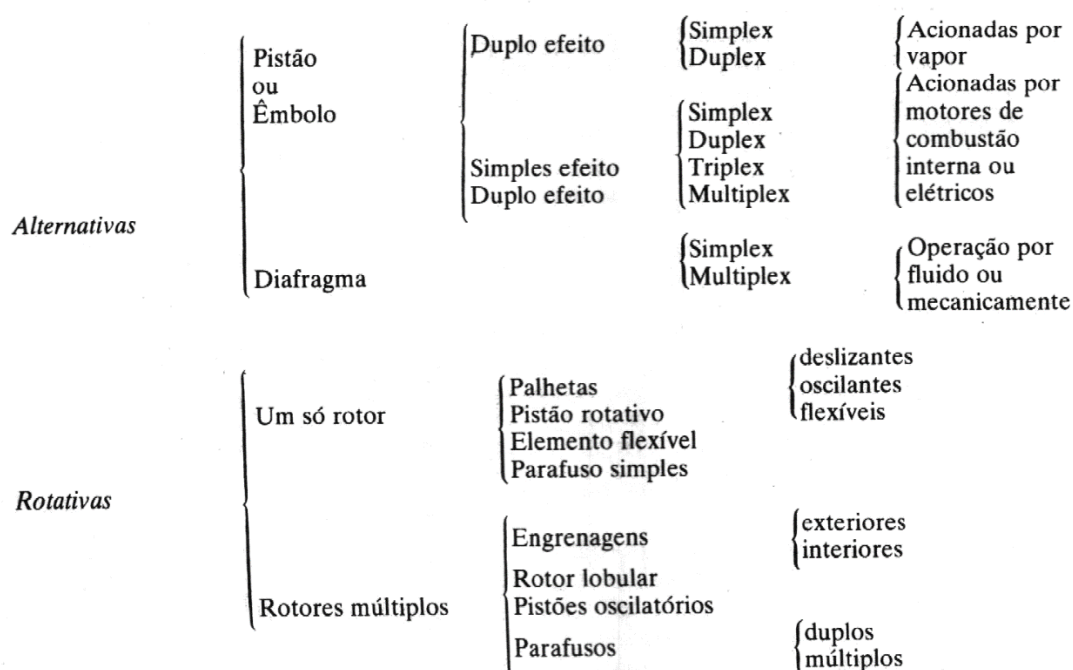


Figura 5 - Classificação das bombas de deslocamento positivo
Fonte: Macintyre (2010, p. 39).

Nas bombas alternativas, um pistão, êmbolo (pistão alongado) ou membrana flexível (diafragma) trabalham aplicando força diretamente no fluido, sendo que bombas de pistão ou êmbolo podem ser de simples ou duplo efeito, podendo funcionar pela ação do vapor, motores de combustão interna ou elétricos, já as de diafragma tem sua operação por fluido ou mecanicamente. (MANCINTYRE, 2010)

Sobre as bombas rotativas Macintyre (2010, p. 41), descreve seu funcionamento:

[...] o líquido recebe a ação das forças provenientes de uma ou mais peças dotadas de movimento de rotação que, comunicando energia de pressão,

provocam seu escoamento. A ação das forças segundo a direção que é praticamente a do seu escoamento do líquido.

As bombas rotativas podem ser de um só rotor ou rotores múltiplos. Quando um só rotor com palhetas, pistão rotativo, elemento flexível ou parafuso simples. Quando com múltiplos rotores podem ser com engrenagens, rotor lobular, pistões oscilatórios ou parafusos.

2.3.2 Bombas Dinâmicas ou Turbo bombas

São bombas que promovem a movimentação do fluido e produzida por forças que se desenvolvem na massa líquida, da movimentação de rotação do impelidor na qual a função é comunicar à massa líquida aceleração, para que esta adquira energia cinética. A diferenciação entre os tipos de turbo bombas e dada pela forma que o impelidor transfere energia ao fluido ou como a direção do fluido ao sair do mesmo.

Neste presente grupo esta as bombas centrífugas, a qual é o foco do nosso trabalho e daremos maior ênfase.

2.4 BOMBAS CENTRIFUGAS

2.4.1 Classificações das Bombas Centrífugas e Funcionamento

Segundo Santos (2007, p.34) podemos classificar as bombas centrífugas em: Centrífugas Radiais, Centrífugas Helicoidais, Centrífugas Diagonais e Axiais.

- a) Centrífugas Radiais: são chamadas também de “centrífugas puras”. O líquido entra axialmente pelo rotor e expulso pelo mesmo na direção do raio, daí o nome de “radial”. São bombas destinadas a vencer grandes cargas manométrica e vazões baixas.

- b) Centrifugas Helicoidais: também e chamada de “Francis”. O líquido entra axialmente pelo rotor e sai em movimento helicoidal em direção praticamente axial. São bombas destinadas a vencer grandes cargas manométrica e vazões com valores medianos.
- c) Centrifugas Diagonais: também e chamada de “semi-axial”. O líquido entra axialmente e sai em uma direção diagonal, media entre axial e radial. São utilizadas para situações onde se requer uma maior vazão, quando comparado a carga manométrica.
- d) Centrifugas Radiais: nesta bomba quando o líquido passa pelo rotor, as partículas do líquido se alteram em hélices cilíndricas, na saída do rotor o líquido sai paralelo ao eixo. São bombas requisitadas quando a vazão e de valor muito mais significativo do que a carga manométrica atendida.

2.4.2 Principais Componentes

As bombas centrifugas são constituídas essencialmente de duas partes:

- a) Uma parte móvel: rotor solidário a um eixo (denominado conjunto girante)
- b) Uma parte estacionaria carcaça (com os elementos complementares: caixa de caxetas, mancais, suportes estruturais, adaptações para montagens, etc.

2.4.2.1 Rotor.

Peça essencial para uma bomba centrifuga, o qual tem a função de receber o líquido e fornece-lhe energia. Em função do seu formato (forma com que o líquido passa pela sucção e pelo recalque) e que está classificada as bombas centrifugas.

2.4.2.2 Carcaça.

É o componente fixo responsável pelo controle de líquido bombeado, e que também envolve o rotor. A princípio podemos encontrar os seguintes tipos de carcaça: em voluta, com pás difusoras, concêntricas, com dupla voluta e mista. Possuem geralmente dois bocais; um de entrada denominado de “sucção da bomba” e um de saída denominado “recalque da bomba”. Podem ser encontradas nos seguintes materiais: ferro fundido, aço fundido, bronze e aços ligas.

2.4.2.3 Curva característica de uma bomba

O conhecimento das curvas características de uma bomba e suas particularidades, são obtidas através de ensaios de laboratórios já fornecidos pela fabricante da bomba, fornecendo assim uma base confiável para o projetista de uma nova instalação e uma orientação segura para o usuário, quando este se depara com problemas de funcionamento.

A curva característica nada mais é que uma representação gráfica ou em forma de tabela das funções que relacionam os parâmetros de funcionamento das mesmas. Geralmente é obtida através de dois adimensionais básicos: coeficiente de pressão e vazão.

2.5 FLUIDO

Fluido é a denominação dada as substâncias que não possuem forma própria, que adquirem a mesma do recipiente no qual se encontra.

Para melhor exemplificar vamos compará-la com um sólido segundo a figura 6:

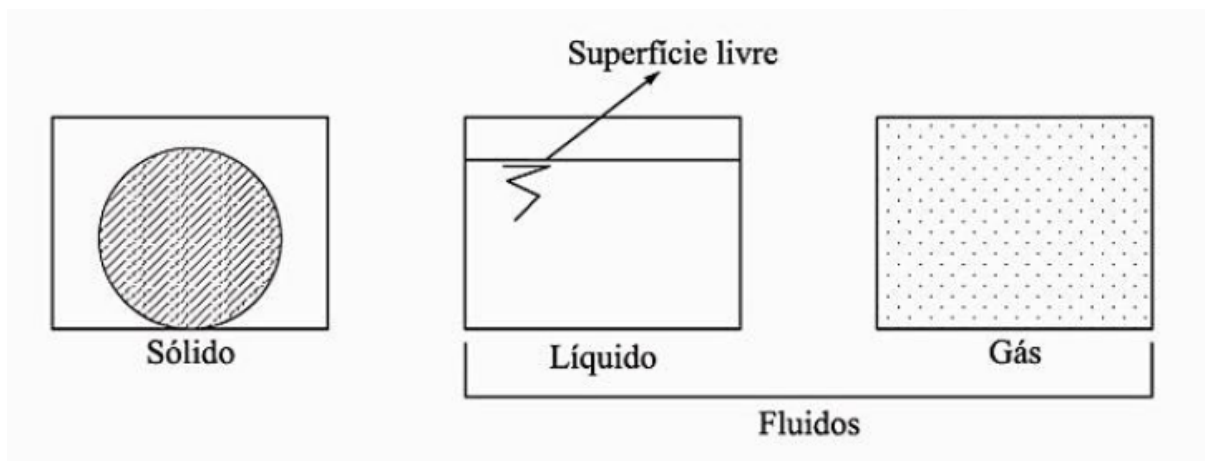


Figura 6 - Classificação das bombas de deslocamento positivo
 Fonte: Macintyre (2010, p. 01).

Como podemos notar, o líquido e o gás se enquadram na definição dada, ou seja, ambos são fluídos, ao contrário do sólido que não tomou pra si o formato do recipiente.

Ainda comparando os fluídos com os sólidos, partiremos para uma outra definição mais complexa, através da “experiência das duas placas” que nos auxiliará na compreensão dos próximos assuntos.

Nessa experiência será observado o comportamento com o intuito de compará-los quanto à deformação ao aplicar força.

Na figura 7 temos um sólido preso entre duas placas, sendo uma fixa e a outra movimentada pela força tangencial F_t

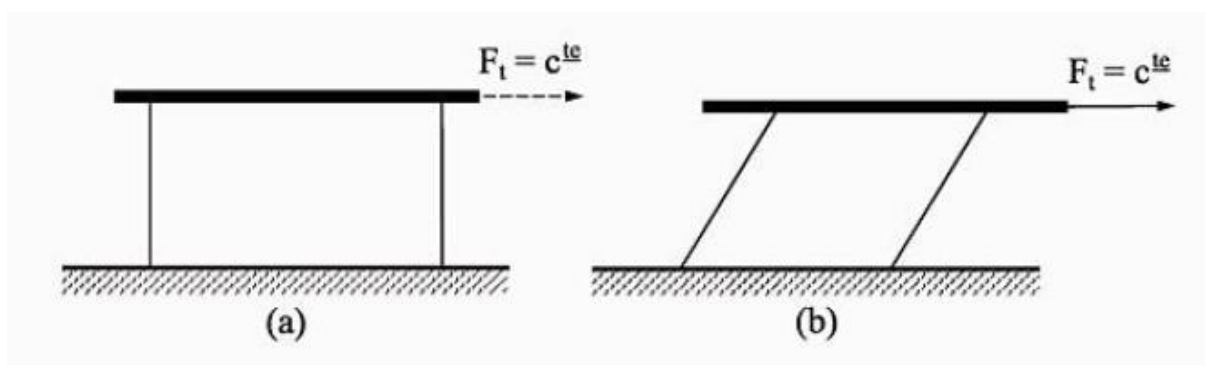


Figura 7 - Aplicação de força tangencial
 Fonte: Brunetti (2008, p. 02).

Se a força for mantida constante, a placa se movimentará tangencialmente até que o sólido, ao se deformar angularmente encontre um ponto de equilíbrio. Caso seja aplicada outra força o sólido se moverá até entrar em equilíbrio novamente.

Ao fazer esse experimento com um fluido, será dado como verdade que o volume ABCD é visível, e que ao aplicar uma força na placa superior está se deslocará.

A partir dessa ação, pode-se notar que os pontos em contato com a superfície em movimento também adquirem movimento, ou seja, se a placa superior se mover com uma determinada velocidade, o fluido em contato com ela terá a mesma velocidade, e os que estão em contato com a superfície fixa se manterão inerte. Esse comportamento é conhecido como princípio da aderência.

Sendo assim, observa-se na figura 8 que o volume do fluido se deforma continuamente a partir da aplicação de uma força, não encontrando uma posição de equilíbrio estático.

Brunetti conclui: “Fluido é uma substância que se deforma continuamente quando submetida a uma força tangencial constante qualquer ou, em outras palavras, fluido é uma substância que, submetida a uma força tangencial constante, não atinge uma nova configuração de equilíbrio estático.” (BRUNETTI, 2008 p.2)

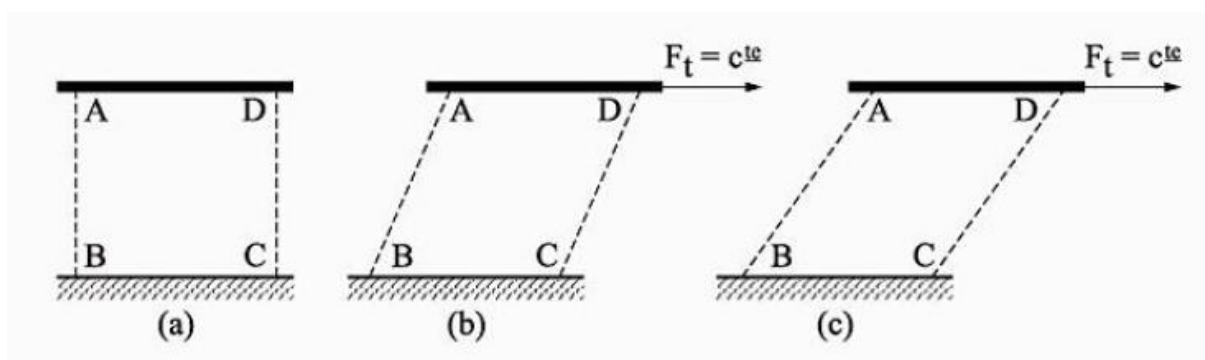


Figura 8 - Força aplicada ao fluido
 Fonte: Brunetti (2008, p. 02).

2.6 FLUIDO CONTINUO E CAMPO DE VELOCIDADE

Fluido contínuo ou regime permanente é aquele que mesmo com o fluido em movimento seu volume permanece inalterado e em qualquer ponto do fluido as

configurações das partículas serão a mesma a qualquer instante. Conforme ilustrado na figura 9.

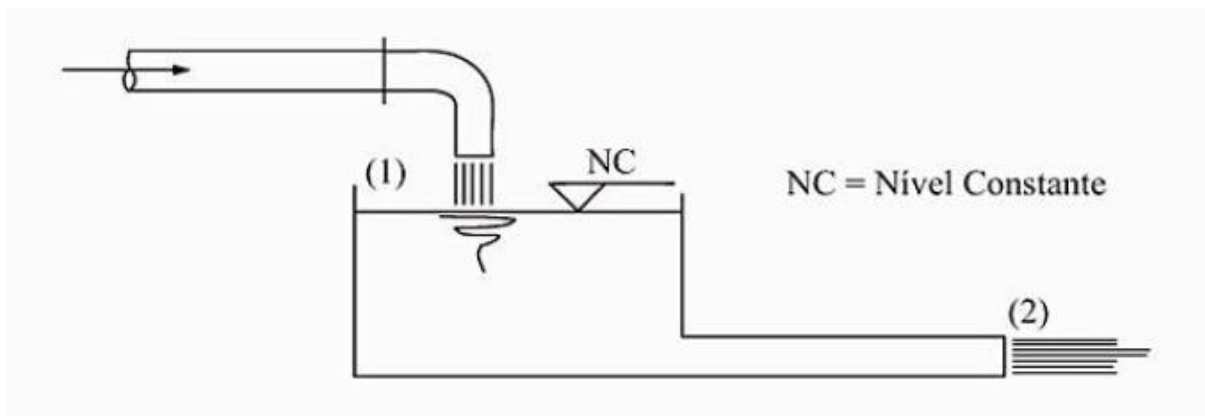


Figura 9 - Exemplo de Escoamento com nível constante
 Fonte: Brunetti (2008, p. 67).

É possível observar nessa figura que a quantidade de fluido que entra pelo tubo 1 é a mesma que sai por 2 o que confere velocidade, massa específica, pressão, entre outras propriedades, que seja a mesma em cada ponto a qualquer momento. Já o regime variado tem suas configurações diferentes em um ponto conforme o tempo passa. (BRUNETTI, 2008 pg. 67)

Os fluidos possuem moléculas que se movimentam sempre e para descrever o movimento destas, seria um inviável já que uma porção do fluido há inúmeras moléculas. Para viabilizar a descrição do escoamento do fluido é levado em consideração o fluido como contínuo em que as partículas interagem com o meio e com si próprias, contendo, cada uma, muitas moléculas. Desse modo é possível descrever o escoamento através do movimento das partículas, ao invés do movimento das moléculas conforme ilustrado na figura 10.

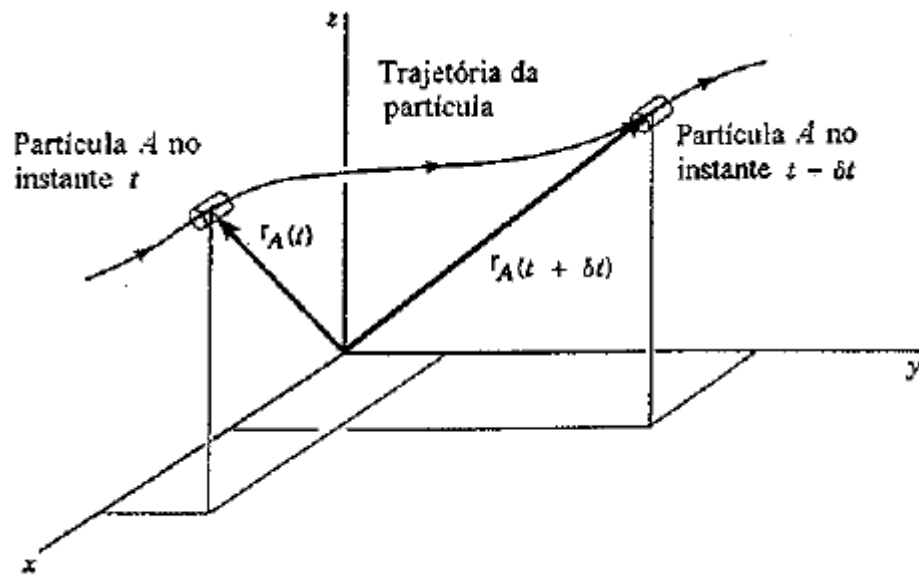


Figura 10 - Localização da partícula com o vetor posição.
 Fonte: Munson (2004, p. 145).

Devido as partículas infinitesimais serem compactas, é possível descrever qualquer propriedade do fluido seja pressão, velocidade, aceleração, massa específica; em um certo momento, em função da posição da partícula.

Ao relacionarmos as propriedades do fluido com as coordenadas espaciais, temos o campo de escoamento, e através deste podemos especificar a velocidade, especificando o campo de velocidades, $V = u(x, y, z, t) \hat{i} + v(x, y, z, t) \hat{j} + w(x, y, z, t) \hat{k}$, sendo u, v e w componentes do vetor velocidade e x, y e z as direções. Munson afirma que: “Por definição, a velocidade da partícula é igual a taxa de variação temporal do vetor posição desta partícula.”

Para melhor visualizar, a figura 10 mostra que a posição da partícula A foi definida pelo vetor r_a , estando esse em função do tempo se a partícula estiver em movimento.

Munson explica que: “A derivada temporal do vetor posição fornece a velocidade da partícula, ou seja, $dr_a / dt = V_a$. Nós podemos descrever o campo vetorial de velocidade especificando a velocidade de todas as partículas fluidas, ou seja, $V = V(x, y, z, t)$.” (MUNSON, 2004 pg. 146)

2.7 VISCOSIDADE

“Viscosidade é a propriedade que indica a maior ou menor dificuldade do fluido escoar (escorrer).” (BRUNETTI, 2008 p.5).

Para melhor explicar o conceito de viscosidade, levaremos em consideração um experimento hipotético em que é colocado um material sólido preso entre duas placas em paralelo. Se aplicarmos uma força na placa superior, esta terá um pequeno deslocamento e o sólido sofrerá uma deformação angular até que encontre uma posição de equilíbrio. Esse movimento ocorre devido a tensão de cisalhamento que atinge o ponto de equilíbrio quando a força, P , é igual a tensão de cisalhamento, t , multiplicado pela área efetiva da placa superior A , como exemplificado na figura 11. (MUNSON, p.13)

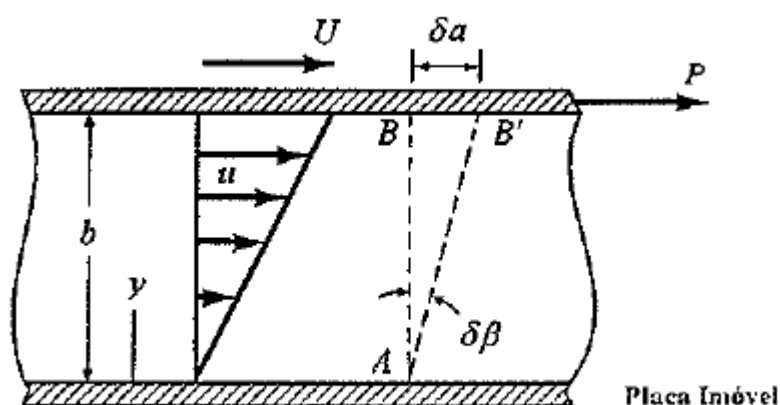


Figura 11 - Comportamento de um fluido localizado entre duas placas paralelas
Fonte: Munson (2004, p. 145).

Se o material sólido for substituído por um fluido como a água, por exemplo, a força P aplicada na placa superior faria com que esta se movesse e, a partir de um certo momento, ficaria com velocidade constante, U , conforme mostrado na figura 11. Sendo assim podemos afirmar que o fluido que está em contato com a placa superior tem velocidade U , o que está em contato com a placa inferior possui velocidade nula e o fluido entre elas com velocidade dada por $u=Uy/b$, o que denota a existência do gradiente de velocidade du/dy . (MUNSON, p. 13).

Brunetti afirma que esse movimento se dá pelo princípio da aderência em que conforme o fluido rente a placa superior se desloca com uma velocidade, o que está

junto da placa inferior mantém velocidade nula. As “faixas” de fluido intermediárias vão se adaptando com as que estão em volta, variando da velocidade da placa móvel à velocidade da placa inerte, que é zero. O atrito entre essas faixas de fluido cria tensões de cisalhamento que multiplicada pela área da placa origina, internamente, uma força tangencial que equilibra a força externa, justificando a placa superior ficar com velocidade constante. (BRUNETTI, 2008 p. 3)

Se observarmos a figura 12, notamos o surgimento de τ graças a velocidade relativa $v_1 - v_2$ que gera um deslizamento entre as faixas representadas. (BRUNETTI, 2008 p.3).

“Newton descobriu que em muitos fluidos a tensão de cisalhamento é proporcional (a) ao gradiente da velocidade, isto é, à variação da velocidade com y .” (BRUNETTI, 2008 p.3).

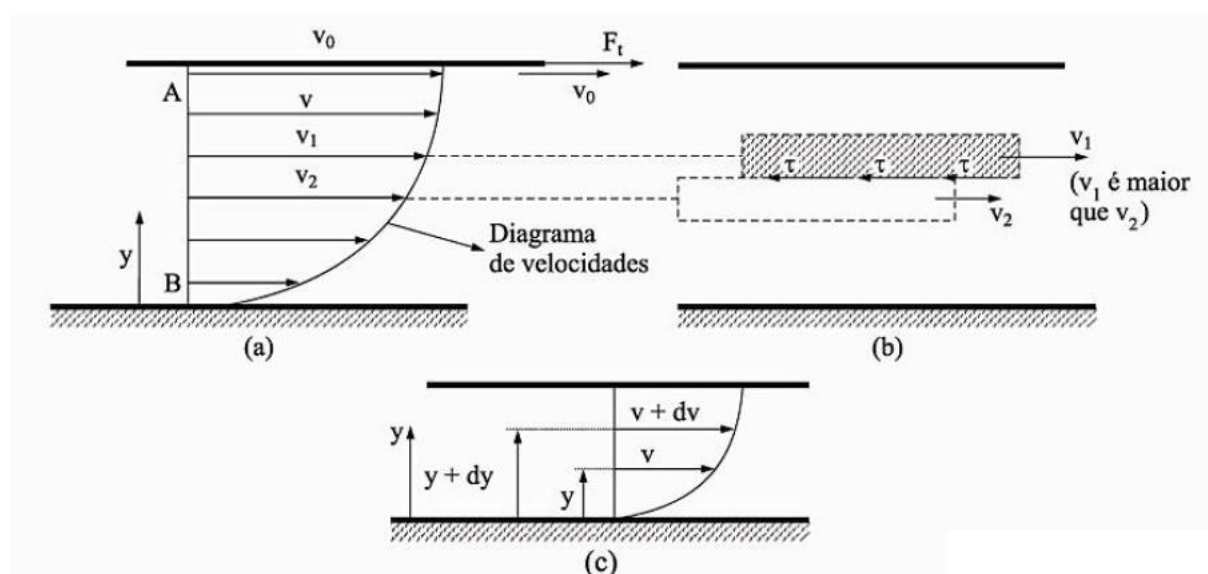


Figura 12 - Velocidade relativa nos fluidos
 Fonte: Brunetti (2008, p. 04).

Os fluidos que seguem essa lei são chamados de fluidos newtonianos, sendo eles a maioria dos fluidos como água, ar, óleo, entre outros. E os que não seguem são nomeados não-newtonianos, o que não abordaremos nesse estudo.

A partir desse conceito, obtemos a lei de Newton da viscosidade:

$$\tau \propto \frac{dv}{dy} \quad \text{ou} \quad \frac{\tau}{\frac{dv}{dy}} = cte \quad (1)$$

Pode-se observar também que há uma certa proporcionalidade entre a tensão de cisalhamento e o gradiente da velocidade, que é chamado de viscosidade dinâmica ou absoluta, indicado pela letra grega μ . A viscosidade dinâmica é de característica individual de cada fluido e se altera muito com a variação da temperatura e também com a pressão. Essa viscosidade é quem permite equilibrar de forma dinâmica, as forças tangenciais aplicadas externamente enquanto o fluido se movimenta. Sendo assim a fórmula ficará:

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy} \quad (2)$$

2.8 FLUIDOS VISCOSOS E NÃO VISCOSOS

Os fluidos viscosos são aqueles que possuem a capacidade de se equilibrar internamente, conforme vimos no capítulo anterior, como os newtonianos que se comportam do modo que prevê a lei de Newton, que são a maioria dos fluidos como a água, ar, óleo.

Segundo Munson (2004) os fluidos não newtonianos são aqueles que fogem à regra, podendo destacar os fluidos não dilatantes, que são aqueles em que a viscosidade dinâmica diminui enquanto a taxa de cisalhamento aumenta. Exemplo disso são as suspensões coloidais e soluções de polímeros, que em sua maioria apresentam esse tipo de comportamento. “Por exemplo a tinta látex não pinga do pincel porque a taxa de cisalhamento é baixa e a viscosidade aparente é alta. Entretanto ela escoar suavemente na parede porque o movimento do pincel provoca uma taxa de cisalhamento suficientemente alta na camada fina de tinta que recobre a parede.” (MUNSON, 2004 p.15).

No caso dos fluidos dilatantes a viscosidade dinâmica é diretamente proporcional à taxa de cisalhamento, desse modo, quanto mais força é aplicada, mais tensão de cisalhamento é gerada, resultando em maior viscosidade. Um exemplo disso é a areia movediça, observa-se que quanto mais rápido se tenta retirar um objeto desta, maior é a força necessária. (MUNSON, 2004 p.15).

Um fluido sem viscosidade é aquele que escoar sem perder energia por atrito, o que se pode chamar de fluido ideal. Esse fluido não existe mas dependendo do caso de estudo, é conveniente admitir esse fluido hipoteticamente afim de se facilitar os cálculos. (BRUNETTI, 2008 p.10).

2.9 ESCOAMENTO LAMINAR E TURBULENTO

Para explicar os tipos de escoamentos, será exposto o experimento de Reynolds que foi o primeiro a conseguir distinguir um escoamento do outro através de um experimento simples, onde se tem um tubo com diâmetro D e a água por ele escoar com velocidade média V , e ao injetar um líquido, de mesma massa específica da água, com corante no escoamento é possível observar que quando a vazão é “suficientemente pequena”, um filete de corante fino e contínuo permanece bem definido pelo duto. Se a vazão for de uma intensidade intermediária, o filete de corante começa a ficar borrado e vai se espalhando ao longo do tubo. Se a vazão for alta, o filete se esvai rapidamente, se movimentando de modo aleatório até se dissipar. Os escoamentos descritos são, respectivamente, denominados de escoamento laminar, escoamento de transição e escoamento turbulento, conforme a figura 13.

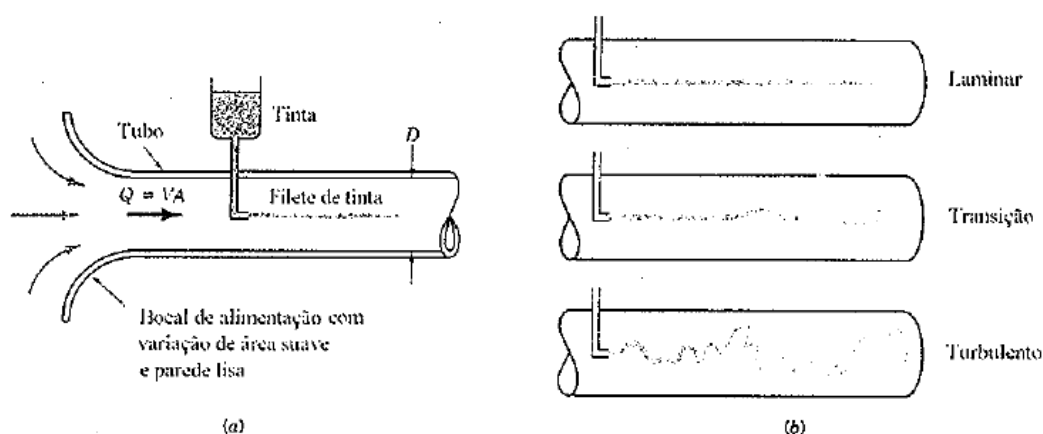


Figura 13 - (a) Experimento utilizado para caracterizar o escoamento em tubos (b) Filetes de tinta típicos.

Fonte: Munson (2004, p. 399).

Para definir qual tipo de escoamento ocorre em um tubo, Reynolds desenvolveu uma fórmula dado por: $Re = \rho \frac{VD}{\mu}$. Através desta obtemos o número de Reynolds que é adimensional e define o estado do escoamento em tubos conforme as faixas, sendo um valor Re menor que 2000, têm-se um escoamento laminar; entre 2000 e 2400 o escoamento é de transição, e acima de 2400 o escoamento é turbulento.

Apesar dessa descoberta, o valor exato pode gerar equívocos na prática devido a transição real de um escoamento depender de outros fatores como a viscosidade da parede do tubo ou o quanto este está agitado pelas vibrações do sistema. (MUNSON, 2004 p.400)

2.10 ESCOAMENTO COMPRESSÍVEL E INCOMPRESSÍVEL

Quando se estuda um fluido em questão e seu comportamento, é de grande importância determinar o quanto este é compressível, ou seja, o quanto seu volume varia em relação a pressão. Para determinar a compressibilidade de um fluido, é comumente utilizado o módulo de elasticidade volumétrico, que segundo (Munson 2004 p.18) "...dp é a variação diferencial de pressão necessária para provocar uma variação diferencial de volume dv num volume V."

$$E = -\frac{dp}{dV/V} \quad (3)$$

Ao se analisar essa fórmula, Munson percebeu que esta pode ser reescrita levando em consideração que se o volume de uma massa diminuir, a massa específica aumentará, $m=\rho V$, ficando assim:

$$E = \frac{dp}{dP/P} \quad (4)$$

(MUNSON, 2004 p.18) explica que:

“Um fluido é relativamente incompressível quando o valor do seu módulo de elasticidade volumétrico é grande, ou seja, é necessária uma grande variação de pressão para criar uma variação muito pequena no volume ocupado pelo fluido.”

Sendo assim pode-se considerar os fluídos como incompressíveis em boa parte dos problemas, já que os valores do seu módulo de elasticidade são grandes. (MUNSON, 2004 p.18)

2.11 CLASSIFICAÇÃO DA MECÂNICA DOS FLUIDOS

Para classificar a mecânicas dos fluídos, será exposto quatro tipos de energia, sendo elas: a energia potencial (E_p) que é definida como um estado de energia conforme sua posição em relação à outra posição, no plano gravitacional. Como o próprio nome indica, ela é medida pelo potencial que o sistema tem para realização do trabalho. (BRUNETTI, 2008 p. 85)

A energia cinética (E_c) é o estado da energia que varia conforme o fluído se movimenta. A energia de pressão (E_{pr}) é o trabalho potencial da força exercida pelas pressões sobre o fluído no tubo. Energia mecânica total (E) é a somatória das energias citadas acima. (BRUNETTI, 2008 p.87)

2.12 ESCOAMENTO EM TUBOS E DUTOS

Com a inexistência da interface fluido – fluido, tem-se como força dominante a inércia e a viscosidade. Nesse caso, o número de Reynolds é de grande importância como parâmetro de semelhança. De um modo geral, essas características podem ser definidas por uma série de comprimentos, determinando uma série de termos π .

Outro fator que pode alterar os resultados, é a rugosidade dos tubos. Entretanto este pode ser desconsiderado quando não é fator de grande importância no problema em questão. (MUNSON, pg. 373)

2.13 PERDA DE CARGA

A perda de carga nada mais é do que a energia por unidade de peso que é perdida ao decorrer da tubulação pelo atrito. (MATTOS; FALCO, 1998)

2.13.1 Equação de Bernoulli

A equação de Bernoulli é uma das mais antigas e utilizada, entretanto esta detém de várias condições para que seus resultados sejam compatíveis com a realidade obtida, sendo assim, para que não haja erros nas análises de escoamento feitas, as seguintes condições devem ser obedecidas (MUNSON, 2004 p.89):

O escoamento deve ser em regime permanente, não deve haver bomba ou turbina no trecho a ser estudado, o fluido deve ser ideal e incompressível, não havendo trocas de calor e com propriedades uniformes nas seções. (BRUNETTI, 2008 p. 87)

Através da equação de Bernoulli é possível relacionar cotas, velocidade e pressões, em um trecho determinado por duas seções do escoamento de um fluido, sendo ela:

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho} \quad (5)$$

Brunetti explica, à partir dessa equação, que se uma partícula de peso unitário passar pelo ponto 1, conforme figura 14., no qual as energias que a influenciam são: z_1 , $v_1^2/2g$ e p_1/ρ , e ao sair as energias que a influenciam devem ser z_2 , $v_2^2/2g$ e p_2/ρ de modo que mantenha a energia constante no volume do trecho estudado, ou seja, entre 1 e 2. (BRUNETTI, 2008 p.88)

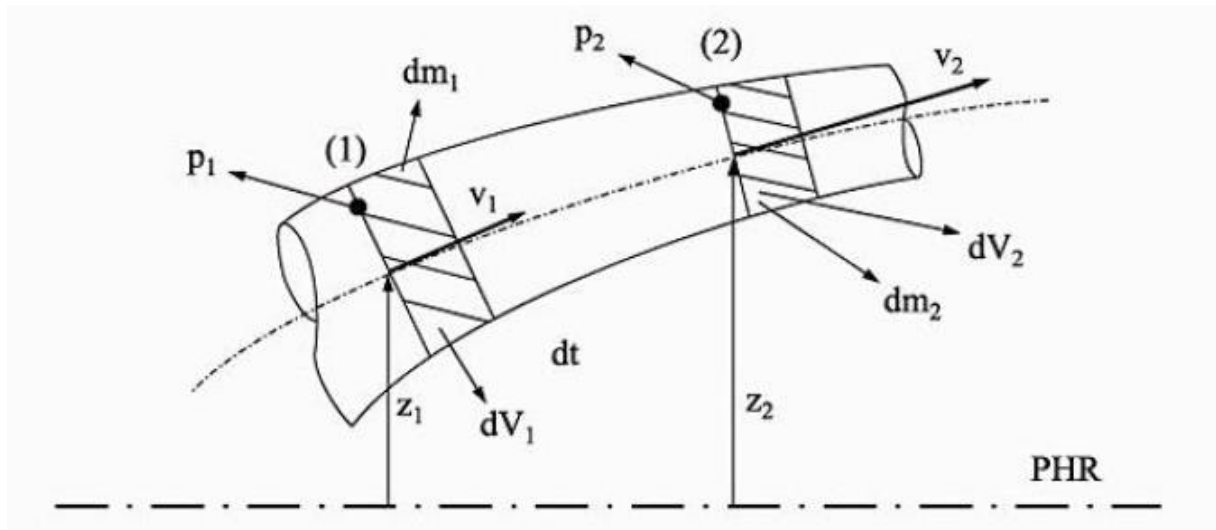


Figura 14 - Exemplo de tubo de corrente
 Fonte: Brunetti (2008, p. 87).

2.13.2 Perdas Distribuídas ou Contínuas

A perda de carga distribuída, como o nome indica, é a perda de carga que ocorre ao longo dos tubos sendo esses, de trechos de grande comprimento para que a perda seja considerável. A perda ocorre devido o atrito entre as próprias partículas do fluido ao longo do tubo.

Para que o estudo da perda de carga seja válido, algumas condições serão estabelecidas: Regime permanente, fluido incompressível, condutos longos o suficiente para alcançar o regime dinâmico estabelecido, tubulações cilíndricas, regime estabelecido dinamicamente, rugosidade uniforme e trecho sem qualquer máquina seja bom ou turbina.

Deduzindo a fórmula da perda de carga distribuída de forma adimensional, têm se uma equação de maior utilidade prática.

Nesse fenômeno, sua função representativa é: $y_{hf} = f(p, v, D_h, u, L, e)$.

Tendo como base p, v, D_h , chegaremos à fórmula (apresentado na forma já enxuta) da perda de carga distribuída:

$$h_f = f \frac{L}{D_H} \frac{V^2}{2g} \quad (6)$$

Brunetti explica que através dessa equação é possível determinar o valor de h_f conhecendo o valor de f que é função da rugosidade relativa e do número de Reynolds. O valor do coeficiente f será obtido experimentalmente através de um diagrama em função dos valores de Re e Dh/e , já que estes são adimensionais.

2.13.3 Perdas Localizadas

As perdas de carga localizadas ocorrem em locais de instalações relativamente curtos, quando o fluxo passa por cotovelos, junções, válvulas, alargamentos bruscos, mudança de direção, obstruções parciais, etc., podendo ser determinada através do método direto que pode ser encontrado através da fórmula:

$$h_{fL} = K \frac{V^2}{2g} \quad (7)$$

O K que aparece na equação, é um valor tabelado dado pelo fabricante para cada tipo de acidente, podendo admitir valores diferentes para fabricantes diferentes e avanços tecnológicos maiores. K pode ser encontrado através da seguinte equação:

$$K = f \frac{L}{D} \quad (8)$$

De um modo geral, K é uma representação da influência gerada pelo coeficiente de atrito, pelo comprimento e pelo diâmetro; podendo ser constante mesmo com um desses fatores variando, e podendo ser tabelado com valores médios dos casos mais comuns.

Outro método é o do comprimento equivalente, em que através de tabelas tem-se o valor do comprimento da tubulação que, nas mesmas condições, equivaleria a perda causada pelo acidente em questão. Sendo assim o cálculo é feito como se não houvesse uma peça na linha em questão, mas sim uma tubulação de mesma característica da já utilizada, com um comprimento que gere uma perda equivalente à do acessório. (MATOS; FALCO, 1998)

2.14 PRESSÃO

Pressão pode ser conceituada como a ação de uma força contra outra força contrária. Segundo Bega (2011, p. 21) “Ela tem a natureza de um empuxo distribuído uniformemente sobre uma superfície plana no interior de um recipiente fechado.” E é definida por:

$$P(\text{pressão}) = \frac{F(\text{força})}{A(\text{área})} \quad (9)$$

A unidade de medida que expressa a pressão é o newton por metro quadrado (N/m^2), também conhecida como Pascal.

Ela foi convencionada no sistema internacional de medidas (SI), na XI CONFERÊNCIA GERAL dos pesos e medidas (CGPM), em Paris, entre 11 e 20 de outubro de 1960. No Brasil, o sistema de unidades oficial é o Sistema Internacional de Unidades (SI), que foi adotado em 3 de maio de 1978, pelo Decreto nº 81.621 (FIALHO. 2011).

2.14.1 Definições de Pressão

Existem duas referências para a medição de pressão: pressão absoluta e pressão atmosférica.

Pressão Absoluta: é a diferença entre a pressão encontrada em um ponto qualquer num fluido e o zero absoluto, ou seja, o vácuo completo. (FIALHO, 2011).

Pressão Atmosférica: Bega (2011, p. 23 e 24) explica:

A palavra atmosfera designa a camada gasosa que envolve o globo terrestre. Como essa camada tem a espessura de cerca de 50 km, a parte inferior da camada gasosa, que se encontra na superfície da Terra, suporta todas as camadas superiores e exerce, ao nível do solo, uma pressão correspondente ao peso total desta coluna gasosa. Ao nível do mar, em condições de intensidade normal de gravidade (aceleração de $9,80665 \text{ m/s}^2$) e a 0°C de temperatura, esta pressão equivale a 1 atm., ou 14,69 psi, ou $1,033 \text{ kgf/cm}^2$

abs., ou 760 mm de coluna de Hg abs., ou 29,92 pol. de Hg abs. A dificuldade desta referência decorre do fato de que ela varia com a altitude e com as medições ambientais do local.

Visto tal definição, concluímos que quando se é utilizada a pressão atmosférica como referência, as pressões medidas a partir dela (acima desta referência) são chamadas pressões relativas, pressões manométricas, pressões efetivas ou pressões positivas (BEGA, 2011). Ainda de acordo com Bega (2011, p. 24) “as pressões abaixo dessa referência são chamadas vácuo ou pressões negativas. O vácuo é simplesmente uma redução da pressão atmosférica.”

Desta argumentação pode concluir que:

$$\textit{Pressão absoluta} = \textit{Pressão relativa} + \textit{Pressão Atmosférica}. \quad (10)$$

Para registrar um determinado valor de pressão, é fundamental definir se trata-se de pressão absoluta ou de pressão atmosférica (relativa ou manométrica). Na indústria, quando não se referencia qual a pressão de trabalho, entende-se que a pressão é a atmosférica (relativa ou manométrica) (BEGA, 2011).

2.14.2 Pressão Estática

Bega (2011, p. 24) diz “é a sobrepressão ou depressão relativa criada pela atuação de um equipamento (ventilador, compressor, bomba ou exaustor) ou pela altura de coluna de um líquido.”

De fato, quando se fala de estática, logo se vem na cabeça algo parado (em equilíbrio), sem movimento, ou como a segunda lei de newton diz: onde a aceleração do sistema é nula.

Quando tratamos de pressão estática em fluídos não é diferente, já que onde não há circulação de fluído, a pressão será a mesma em todos os pontos do duto.

Tratando-se, agora, da pressão estática onde há circulação de fluído, ela deverá ser medida através de um orifício de pressão, com eixo perpendicular à corrente do fluído, de forma que a medição não seja influenciada pela componente dinâmica da circulação conforme a figura 15 e 16.(BEGA, 2011).

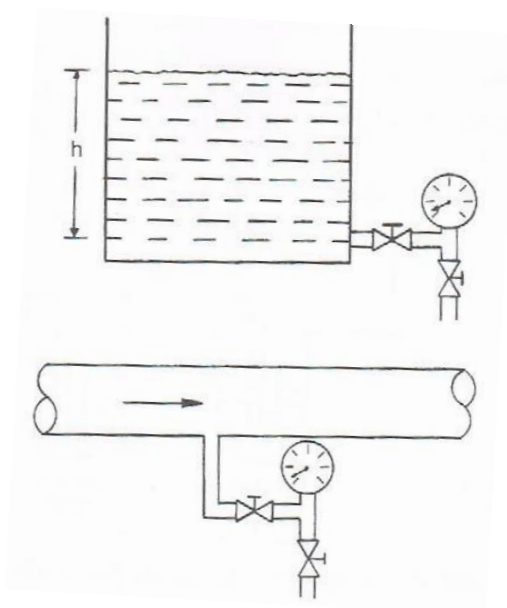


Figura 15 - Pressão Estática
 Fonte: Bega (2011, p. 25).

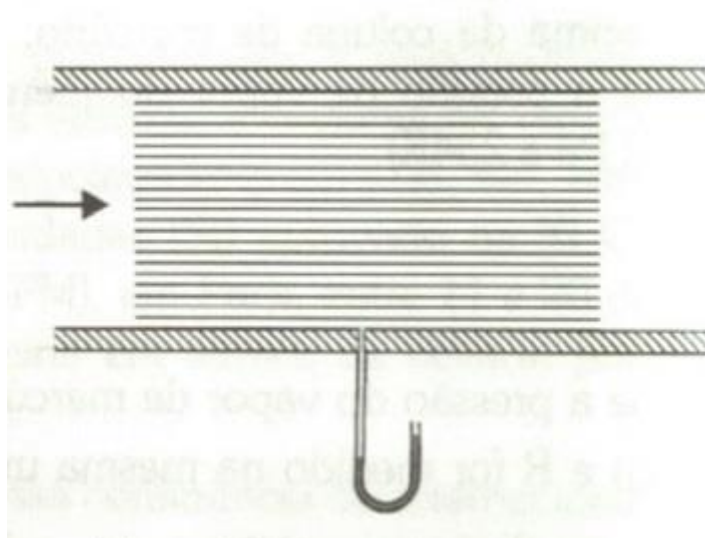


Figura 16 - Tomada Piezométrica
 Fonte: Fialho (2011, p. 116).

2.14.3 Pressão Dinâmica ou Cinética

É a pressão exercida por um fluído em movimento, devido à sua velocidade em um duto. Ela age sobre a superfície de um orifício de pressão, alojado no sentido da

corrente do fluido, aumentando a pressão estática de um valor proporcional ao quadrado da velocidade do fluido conforme apresentado na figura 17. (BEGA, 2011).

A resultante pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$Pd = p \cdot \frac{V^2}{2} \left(\frac{N}{m^2} \right) \quad (11)$$

Ou

$$Pd = y \cdot \frac{V^2}{2g} \left(\frac{kgf}{m^2} \right) \quad (12)$$

Onde:

Pd = pressão dinâmica;

p = massa específica do fluido (kg/m^3);

V = velocidade do fluido (m/s);

y = peso específico do fluido (kgf/m^3 ou gf/cm^3);

g = aceleração da gravidade ($9,8 m/s^2$).

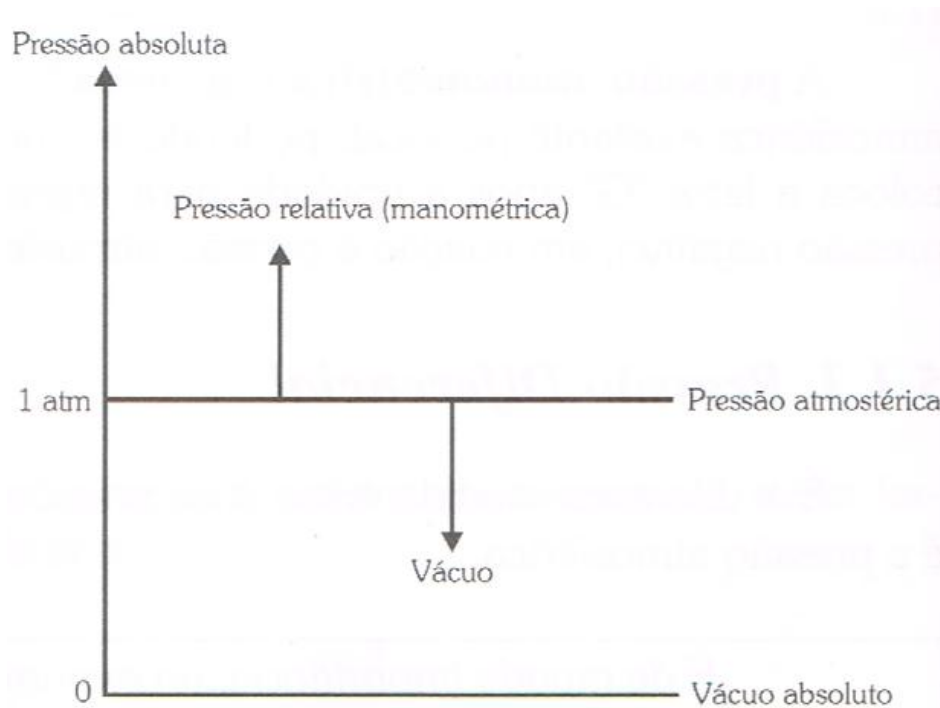


Figura 17 - Diagrama Representativo de escalas
Fonte: Fialho (2011, p. 116).

2.14.4 Pressão Total

É a somatória dos valores da pressão estática e dinâmica.

Conforme mostrado na figura 18, o tubo Pitot é um dos instrumentos que conseguem medir as pressões estática, dinâmica e total (BEGA, 2011).

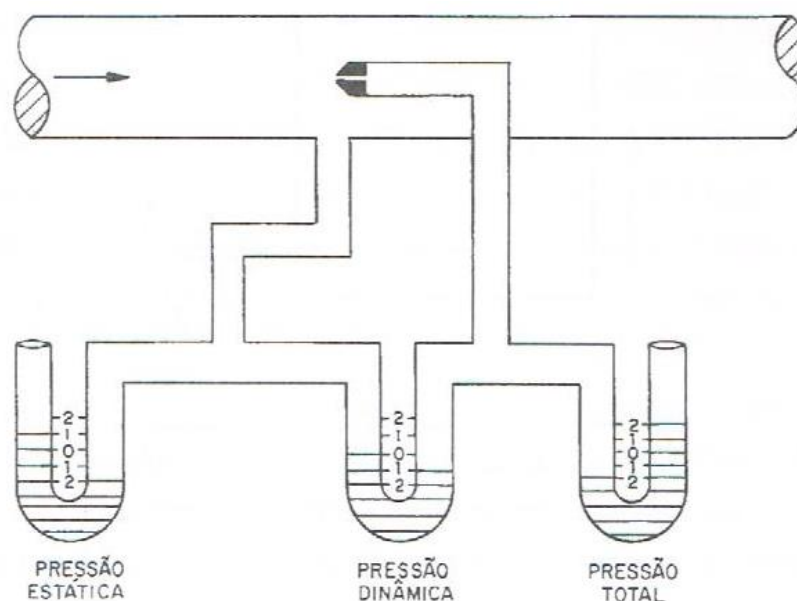


Figura 18 - Pressões estática, dinâmica e total.
Fonte: Bega (2011, p. 26).

2.14.5 Pressão Diferencial

É a diferença de pressão medida entre dois pontos de um sistema (duto ou equipamento), chamado de delta P (Δ) em outras palavras, é a pressão medida em qualquer ponto, menos no ponto zero de referência da pressão atmosférica.

Quando se existe um obstáculo à passagem do fluido (placa de orifício, filtro, válvula, etc.), instalado em um duto, gera-se *uma perda de carga*. Este, que é o assunto principal deste trabalho, pode ser medida conectando-se um lado de um manômetro de tubo em “U” a montante e o outro lado a jusante do obstáculo ou trecho

que se deseja medir. O valor indicado será uma medida de pressão diferencial (BEGA, 2011). Basicamente a forma de medição de perda de carga deste trabalho.

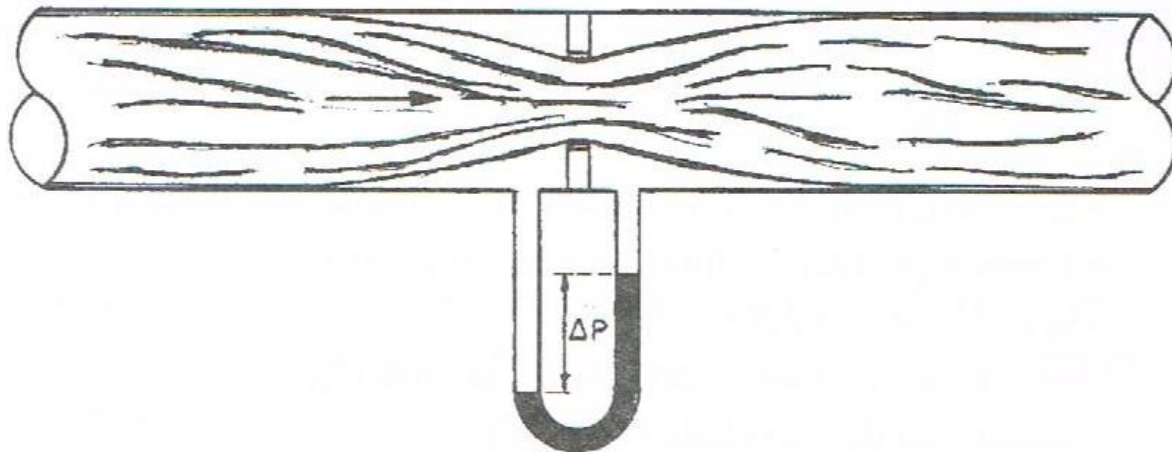


Figura 19 - Pressão Diferencial.
Fonte: Bega (2011, p. 26).

2.14.6 Teorema de Stevin

Bega (2011, p. 26) diz “a diferença de pressão entre dois pontos de um fluido em repouso é igual ao produto do peso específico do fluido (γ) pela diferença de altura entre os dois pontos (h)”, ou seja

$$P = \gamma \cdot h \quad (13)$$

Isso quer dizer, que todos os pontos situados a uma mesma altura (h_1) estão submetidos a mesma pressão, da mesma forma que todos os pontos situados a uma outra altura (h_2) estão submetidos, também, a uma mesma pressão, mas diferente de h_1 conforme exemplifica a figura 20. Com isso, diz Bega (2011, p. 27) “têm-se, então, planos paralelos na superfície livre do líquido, onde todos os pontos situados no mesmo plano estão submetidos a uma mesma pressão.”

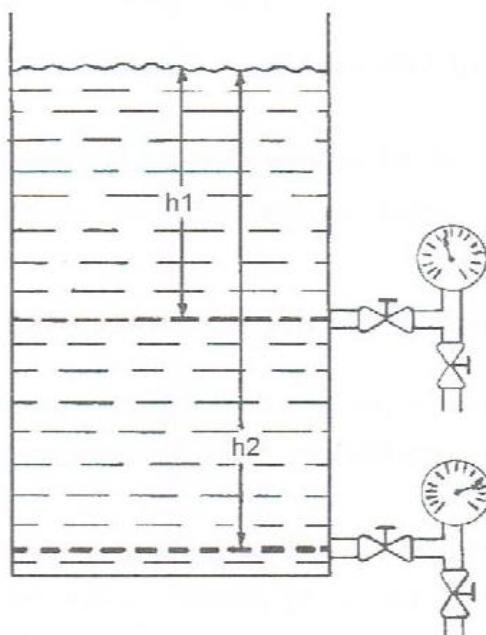


Figura 20 - Aplicação do Teorema de Steven.
Fonte: Bega (2011, p. 27).

2.14.7 Princípio de Pascal

Segundo Bega (2011, p. 27) “A pressão exercida em qualquer ponto por um líquido em forma estática, confinado, transmite-se integralmente em todas as direções e produz a mesma força em áreas iguais.”

Este princípio é o princípio fundamental da hidráulica. Nela utilizam-se fluidos incompressíveis, de modo que, a força mecânica desenvolvida em um fluido pode ser transmitida, multiplicada ou controlada que pode ser observada na figura 21. (BEGA, 2011).

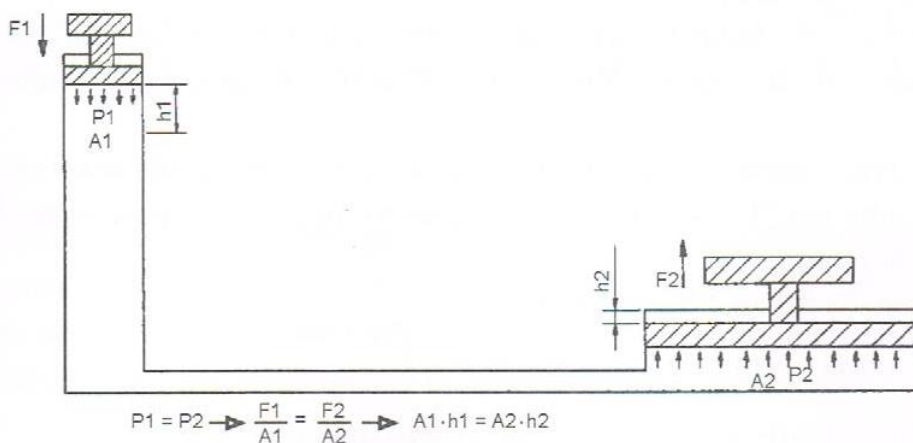


Figura 21 - Aplicação do Princípio de Pascal.
Fonte: Bega (2011, p. 27).

2.14.8 Elementos Mecânicos para Medição de Pressão

Os elementos mecânicos utilizados para medição de pressão são divididos em dois grupos básicos:

- Elementos Mecânicos de Medição Direta de Pressão.
- Elementos Mecânicos Elásticos de Medição de Pressão (deformação de sólidos) (BEGA, 2011).

2.14.8.1 Elementos mecânicos de medição direta de pressão

Segundo Bega (2011, p. 28) “são dispositivos nos quais a pressão é medida, comparando-a com a pressão exercida por uma coluna de líquido com densidade e altura conhecidas (manômetro de tubo em “U”, Manômetro de tubo inclinado, etc.)

Neste tipo de instrumento, o fluido a ser empregado como referência, é escolhido com base em seu peso específico (γ) e o valor da pressão que será medida.

Normalmente, emprega-se nesses instrumentos, como referência, os líquidos abaixo:

- Água ($\gamma = 1 \text{ gf/cm}^3$);
- Álcool ($\gamma = 0,8 \text{ gf/cm}^3$);
- Mercúrio ($\gamma = 13,6 \text{ gf/cm}^3$).

2.14.8.1.1 Manômetro de tubo em “U”

Esse tipo, que vai ser usado no presente trabalho, para medição de pressão diferencial, é o mais simples e mais barato dos instrumentos de medição direta e baixas pressões.

Segundo Bega (2011) e Soisson (2002) como o próprio nome diz, ele é formado por um tubo feito de vidro ou algum outro tipo de material transparente em forma de U, junto a uma parede suficientemente espessa para poder suportar a pressão à qual

o manômetro será submetido e uma placa graduada a partir do seu ponto médio, com um líquido com peso específico conhecido (água, álcool, mercúrio, etc.).

Para se fazer a medição neste tipo de manômetro (com tubos com diâmetros iguais), são feitas leituras, observando a diferença no nível do líquido (com peso específico conhecido) chamada de altura (h) e respeitando a fórmula:

$$P = hy \quad (14)$$

E

$$h = h_1 + h_2 \text{ (vide imagem)} \quad (15)$$

Onde:

h = diferença de nível entre os dois braços do tubo em U;

y = peso específico do líquido utilizado;

P = pressão medida.

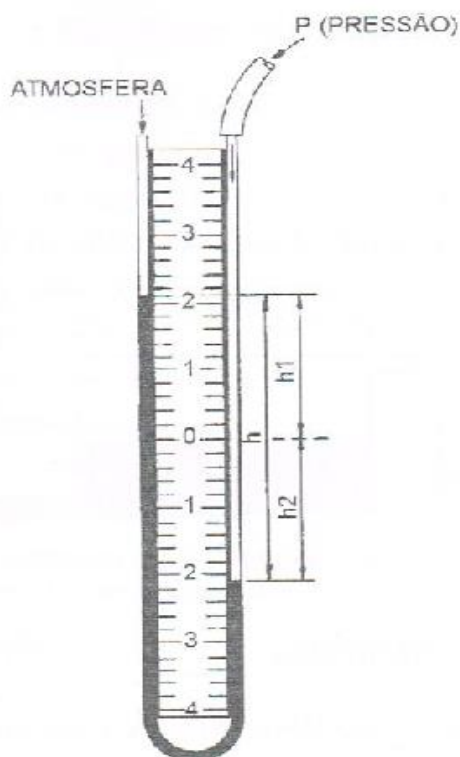


Figura 22 - Manômetro de Tubo em "U".
 Fonte: Bega (2011, p. 29).

Contudo, seguindo o mesmo princípio, podemos ter casos em que o diâmetro dos tubos do manômetro é diferente. Neste caso, para uma mesma pressão, diz Bega (2011, p. 29) “a variação de nível do tubo que está em contato com o fluido diminui à medida que seu diâmetro aumenta.”

Supondo, como exemplo, um tubo em “U”, cujos diâmetros dos tubos sejam, respectivamente D e d. Nesse caso, a equação de equilíbrio é dada pela fórmula:

$$P = hy \left(1 + \frac{d^2}{D^2} \right) \quad (16)$$

Geralmente, esse tipo de instrumento possui uma escala de leitura que já leva em consideração o deslocamento zero, ou seja, a escala já considera e corrige o fator $\left(1 + \frac{d^2}{D^2} \right)$, possibilitando, assim, a leitura direta e precisa da pressão na escala existente no tubo de menor diâmetro (d) (BEGA, 2011).

2.14.8.2 Elementos mecânicos elásticos de medição de pressão

Bega (2011, p. 31) explica “são dispositivos (diafragma, fole, tubo bourdon, elemento espiral, elemento helicoidal, etc.) que se deformam em função da pressão exercida sobre eles pelo fluido medido.”

Eles são instrumentos que baseiam seu funcionamento na Lei de Hooke, que diz: “Dentro de um limite definido de elasticidade, a deformação provocada em um corpo sólido é proporcional ao esforço aplicado sobre ele.”

Segundo Bega (2011, p. 31) “os três tipos básicos de elementos elásticos, utilizados como sensores em instrumentos medidores de pressão e que têm seu princípio de funcionamento baseado na Lei de Hooke, são: diafragma, foles, tubos Bourdon.”

2.15 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

O inversor de frequência é um equipamento eletrônico que tem a capacidade de variar a velocidade de giro de motores elétricos trifásicos por meio da manipulação da frequência encontrada na rede (FRANCHI, 2008).

2.15.1 Como Funciona os Inversores de Frequência

Segundo Franchi (2008, p. 197)

O avanço da eletrônica de potência permitiu o desenvolvimento de conversores de frequência com dispositivos de estado sólido, inicialmente com tiristores e atualmente com transistores, mais especificamente o IGBT, transistor bipolar de porta isolada. Os ciclos conversores antecederam, de certa forma, os atuais inversores. Eles eram utilizados para converter 60 Hz da rede em uma frequência mais baixa, era uma conversão CA-CA. Já os inversores utilizam a conversão CA-CC e, por fim, em CA novamente.

Basicamente quanto ao seu funcionamento, os inversores modelam a frequência, possibilitando assim ajustar a velocidade para um valor desejado (ideal), diferente do valor da velocidade de placa (NASCIMENTO, 2011).

Seguindo a ideia de:

$$RPM = 120 \frac{f}{n} \quad (17)$$

Sendo: f – frequência; n_p – número de polos;

A equação para o cálculo de rotações por minuto no campo girante, depende da frequência e do número de polos do motor.

Nascimento (2011, p. 185) nos ensina:

Na ponta do eixo, quando com carga, temos uma velocidade menor devido ao escorregamento. Para 60 Hz, quatro polos, teríamos um motor com velocidade de 1800 RPM no campo girante; considerando um

escorregamento de 3% a plena carga, teríamos na ponta do eixo 1746 RPM. Com um inversor instalado pode-se ajustar a frequência entregue ao motor para cerca de 62 Hz, de maneira a obter as 1800 rotações. Pode-se também reduzir a velocidade do motor para 300 RPM, por exemplo, ajustando a frequência para cerca de 10 Hz.

2.15.2 Vantagens do Inversor de Frequência

Um inversor possibilita trabalhar, também, outras características da máquina através da parametrização. Por exemplo: Tensão no motor: com o método escalar, podemos variar a velocidade do motor mantendo constante a relação tensão/frequência, isto faz com que o desgaste do motor com o tempo seja menor e que a vida útil do mesmo seja prorrogada por tempo maior, corrente no motor, tempo de aceleração e desaceleração, referência de velocidade; economia de energia com a conversão de velocidade constante para velocidade variável.

Trabalhando junto destas características, podemos encontrar o ponto ideal de funcionamento, estabelecendo uma certa proteção ao motor. Algumas variáveis, como corrente, velocidade, frequência e torque, podem ser monitoradas na tela do inversor. Existe a possibilidade de comando e controle de velocidade a distância e comunicação com controladores lógicos programáveis (CLPs).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para execução deste trabalho foram utilizadas três bombas centrífugas que foram doadas pelas empresas: Frankillin Schneider Motobombas e a KSB através de seus representantes a C.O. Muller da cidade de Curitiba, sendo de vazões e potências diferentes. (Figura 23).



Figura 23 - Bombas Centrífugas KSB e Schneider (Da esquerda para direita 3/4
Fonte: Aatoria própria

As bombas foram ligadas em um sistema no qual só é permitido o funcionamento de uma das mesmas, enquanto uma permanece ligada, as outras duas ficam desativadas, a mesma está sendo controlada a frequência por um inversor de frequência marca Simens modelo micromaster 420, 220V e potência máxima de 1 cv (Figura 24).



Figura 24 - Inversor de Frequência Siemens Micromaster 420
Fonte: Autoria própria

Fez necessário a aquisição de dois tubos de Nylon®, para construção do distribuidor, no qual o mesmo está ligando os pontos de pressão ao manômetro de coluna para a colocação das válvulas no tubo de Nylon®. Para isso foi utilizado um tubo com dimensões de 50mm de diâmetro por 800mm de comprimento, estando já usinado com um furo de 20mm atravessando-o longitudinalmente, feito rosca com macho de ½ NPT e rosqueado um niple galvanizado de ½". Foram feitos nove furos passantes com uma broca de 11mm e depois foi rosqueado usando um macho de ¼ NPT, em cada tubo.

Primeiramente foi analisado a montagem da bancada, a posição em que o reservatório e as bombas centrifugas ficariam. Após a análise a próxima etapa foi a

da montagem da parte hidráulica da bancada através do corte dos tubos de PVC com serra manual de aço rápido e colagem do tubo nas conexões soldáveis com adesivo para tubos, em seguida, estes foram rosqueados aos niples, reduções e adaptadores dando seguimento ao ciclo projetado. No caso dos tubos de cobre, estes foram soldados à um adaptador de cobre com rosca na extremidade com solda MIG possibilitando a conexão deste aos demais tubos. É na parte hidráulica onde estão distribuídos os pontos de coleta de pressão, afim de se medir a perda de carga. Para esta medição poderá ser utilizado o manômetro de coluna em U, e manômetros de Bordon com enchimento de glicerina a fim de que a vibração não interfira na coleta de dados. Por fim após os dados coletados todos poderão ser tabulados e estudados pelos alunos para se obter os resultados da perda de carga gerada. Por meio de registro e válvula de retenção na tubulação, proporcionará a possibilidade de restringir o trabalho do conjunto, assim tendo condições de traçar a curva de ação da bomba centrifuga (para comparar com o melhor rendimento indicado pelo fabricante, por exemplo com as curvas obtidas).

Como o objetivo da bancada consiste em um projeto didático, é importante manter o funcionamento do conjunto por tempo suficiente. A partir deste raciocínio principal, o intuito foi condicionar o trabalho em um ciclo repetitivo, ou seja, o reservatório que irá receber a água recalçada pelo conjunto é, também, o reservatório que irá fornecer água para sucção, alimentando o conjunto.

Isso quer dizer que, a partir do primeiro trabalho, de onde o reservatório irá ser previamente enchido, o sistema terá condições de trabalhar em um ciclo repetitivo com a água saindo e sendo recalçada para o mesmo reservatório.

3.1 CONCEPÇÃO DA BANCADA

Inicialmente, existia um projeto antigo de concepção de uma bancada para teste de perda de carga na universidade. Contudo, tal projeto foi iniciado, mas nunca teve sua continuidade.

No presente trabalho, resolvemos retomar o projeto, fazer as adequações e melhorias necessárias e executá-lo, deixando-o pronto para ser usado pelos

professores das áreas a fins e estudados pelos alunos dos mais diversos cursos dessa universidade.

Aqui, além de proporcionar um meio para o estudo da perda de carga, proporcionamos, também, uma gama de conteúdo que pode abranger todos os cursos técnicos, tecnólogos e engenharias.

Adotamos, de um modo limitado, claro, noções de hidráulica, mecânica dos fluidos, elétrica, automação e possíveis inspeções mecânicas e elétricas, que darão um diferencial ao profissional que aqui estudar, com a simples afirmação: “em todo lugar se usa água. E, em quase todas as indústrias existe uma estação, pelo menos, de transporte de fluido.”

3.1.1 Croqui da Bancada de Perda de Carga

Pensando sempre no projeto finalizado, aliando a prática profissional junto a didática, iniciamos o projeto buscando um meio de fazê-la funcionar, primeiramente.

A partir disto, demos início à procura das bombas. Neste caso, para aliar-se ao mais próximo das instalações industriais, procuramos por bombas centrífugas.

Como popularmente se diz: “com um tomate sempre é possível fazer mais de um molho”, deixamos a imaginação fluir por um instante; o que nos resultou em 3 conjuntos moto bombas de diferentes potências, vazões e alturas manométricas.

Pronto! Só com esses três conjuntos já era possível fazer tantos experimentos quanto possível. Só restou dar ênfase em um assunto, tomar o norte por rumo e trabalhar.

Com a orientação do Professor Tiago Silva, Junto com o professor Rubens Galo, concordamos em aproximarmos a estrutura o máximo possível de uma instalação real, deixando-a preparada para testes e experiências que seriam realizados posteriormente, dando ênfase aos testes de perda de carga, onde foram instalados pontos de coleta de pressão para comparativo.

Tendo isso em mente, com uma estrutura metálica, já iniciada aqui na Universidade, demos início ao projeto em duas partes que se uniriam em uma: parte de baixo, que seria a “casa de máquinas” e parte de cima, que se tornara o alvo de testes para perda de carga e afins.

Na parte de baixo já com 3 moto bombas em mãos, projetamos a sucção e o recalque como um ciclo, com diâmetro em ambos Dn 25, que era a menor bitola a se considerar economicamente, tendo em vista a não cavitação e o valor do material.

Mais uma vez, tanto para se aproximar das instalações reais, como para possibilitar mais testes, instalamos válvulas de gaveta nas instalações de recalque unidas com válvulas de retenção, junto de manômetros em todas as saídas, para avaliação e certificação dos resultados obtidos em testes. As tubulações de recalque são todas interligadas entre si, possibilitando uma melhoria, em trabalhos futuros, do funcionamento em série e/ou paralelo.

Na parte de cima da bancada, tentamos ser os mais criativos possível.

Munidos com a tabela de perda de carga equivalente por conexões, tentamos fazer de um jeito que seria possível enxergar variações com facilidade, ao mesmo tempo que contemplaria vários fatores, por exemplo: diferentes conexões, diferentes materiais, diferentes bitolas, caminhos curtos e longos para a circulação do fluido.

Tudo isso acompanhado de pontos de pressão para confirmar as variações.

Com todas as ideias no papel, e após um tempo de planejamento no CAD, só faltava uma etapa para o início da execução: a parte elétrica.

Esse foi um desafio, que, para supera-lo, necessitamos de ajuda.

Para fazer o projeto e nos certificarmos que estava correto, contamos com a ajuda de Rodrigo malaquini (engenheiro elétrico), que nos prestou uma fundamental assessoria.



Figura 25 - Bancada inicial
Fonte: Aatoria própria



Figura 26 - Bancada inicial (outro ângulo)
Fonte: Aatoria própria

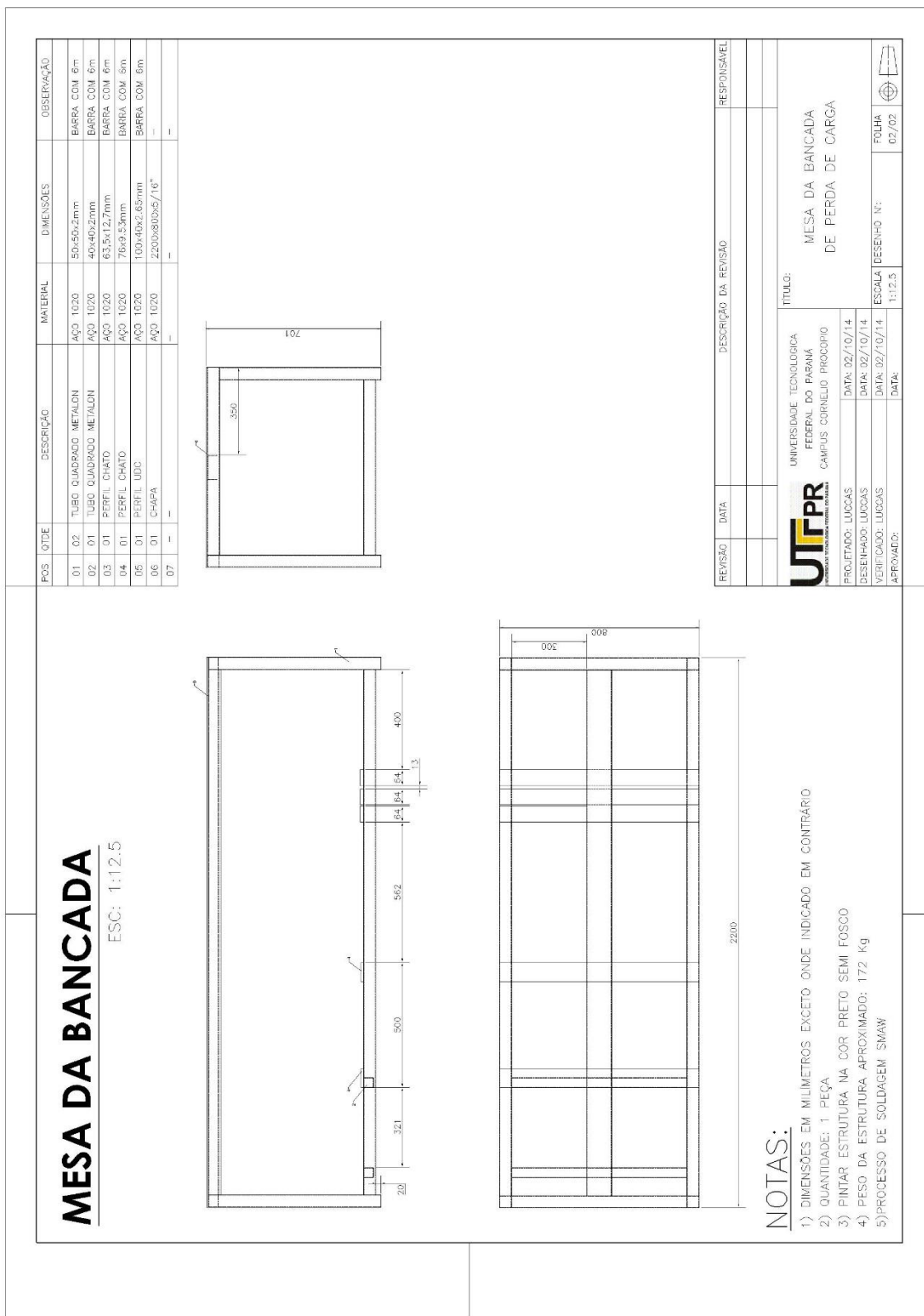


Figura 27 - Projeto de melhoria da Bancada (mesa)
 Fonte: Autoria própria

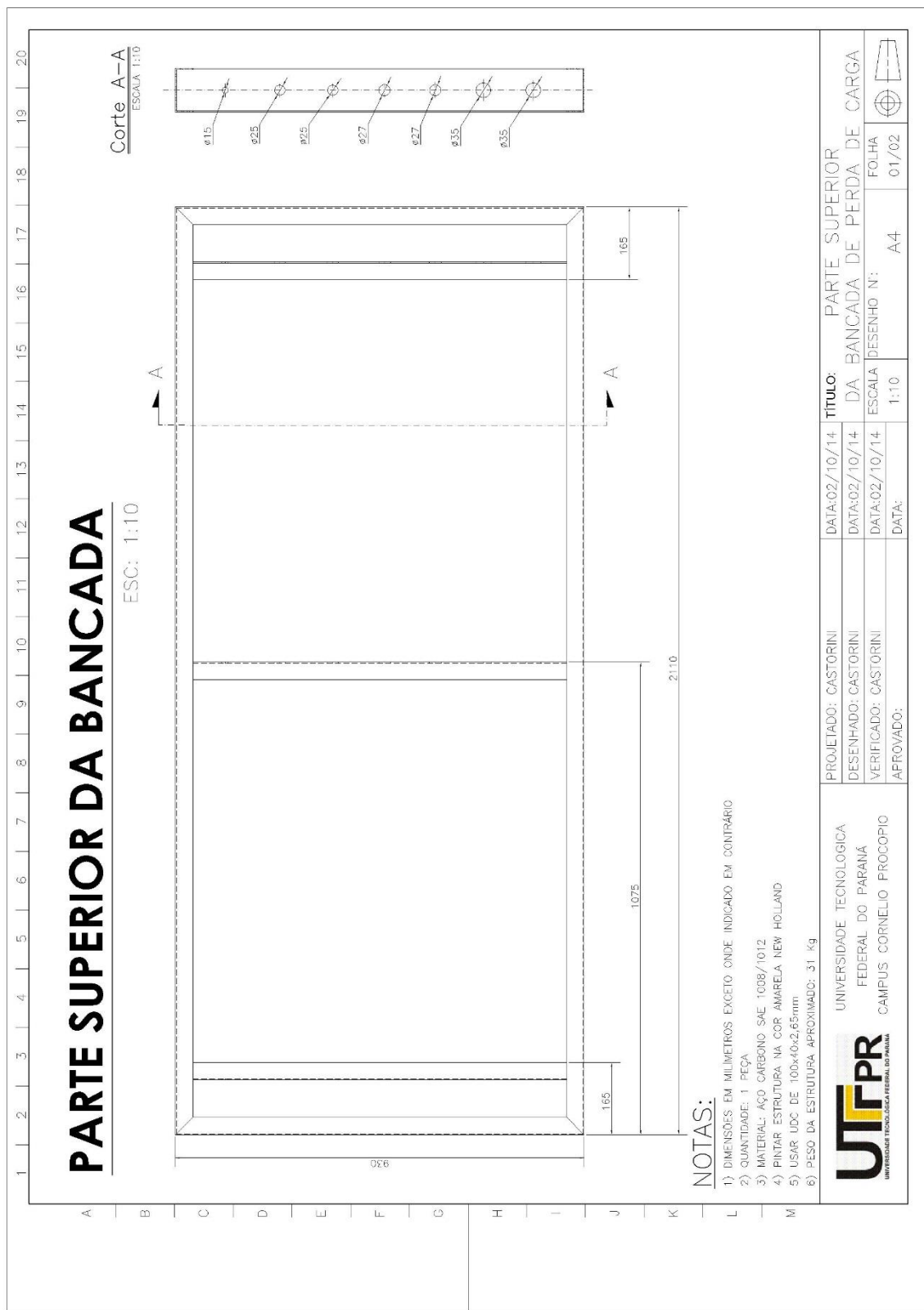


Figura 28 - Projeto de Melhoria da Bancada (parte superior)
Fonte: Autoria própria

3.1.2 Bancada de Perda de carga Construída

Com o projeto realizado e os desenhos em mãos, não poderíamos perder mais tempo.

Iniciamos a execução da bancada com o aproveitamento da estrutura já existente, apenas adequando-a as novas necessidades do projeto.

Após os devidos cortes, abertura de passagem de tubos, soldagens de estruturas de reforço, abertura de furos para parafusos (fixação das duas partes integrantes) lixamento e pintura, iniciamos a parte hidráulica. Nela, fizemos o alinhamento dos conjuntos moto bomba, a instalação da tubulação e a interligação com o reservatório, que neste caso seria uma caixa d'água de 100 litros.

Com tudo pronto, demos início à parte, que para nós era a mais difícil, a elétrica.

Mais uma vez, para não correr o risco de termos problemas de energia ou curto, necessitamos da ajuda de um profissional. Desta vez, quem nos auxiliou foi o senhor Edson Pomini, eletricista industrial experiente, que nos orientou tanto na instalação de equipamentos, quando no funcionamento da automação.

Hoje, depois de pronta, a bancada pode ser ativada INDIVIDUALMENTE por qualquer um dos 3 conjuntos moto bomba, sem a chance (por segurança) de outro vir a ser ligado junto.

Possui Botão de emergência para parada repentina, que corta imediatamente a alimentação dos conjuntos.

Seguindo as orientações da NR 12, o comando do painel é alimentado por 24 Vcc, por intermédio de uma fonte transformadora 220 para 24V.

Contamos também com sensores de nível da marca ICOS no reservatório, para que não ocorra nível máximo nem mínimo com os conjuntos em funcionamento.

Ainda falando de proteção contamos com 1 relê térmico para cada conjunto, impedindo, em primeiro momento, uma queima de motor por elevação de corrente.

Ao final, a bancada encontra-se nas cores da universidade, junto do logo de todas as empresas que nos apoiaram.



Figura 29 - Bancada Pronta
Fonte: Autoria própria



Figura 30 - Bancada Pronta (outro ângulo)
Fonte: Autoria própria



Figura 31 - Patrocinadores
Fonte: Autoria própria



Figura 32 - Detalhe do sensor de nível
Fonte: Autoria própria

3.1.3 Orçamento

CUSTOS TCC				
NUMERO	PRODUTO	QUANTIDADE	VALOR ESTIMADO	VALOR PAGO
1	Motobomba Schneider 1/2 CV	1	R\$ 600,00	DOAÇÃO
2	Motobomba Schneider 1 CV	1	R\$ 1.115,60	DOAÇÃO
3	Motobomba KSB 3/4 CV	1	R\$ 500,00	DOAÇÃO
4	Manômetros com enchimento de Glicerina 0 a 3 Kgf/cm ²	3	R\$ 750,00	DOAÇÃO
5	Manômetros com enchimento de Glicerina 0 a 7 Kgf/cm	4	R\$ 1.000,00	DOAÇÃO
6	Inversor de Frequência CFW-08 WEG 220 V de 3~8,6 A	2	R\$ 1.000,00	DOAÇÃO
7	Inversor de Frequência SIEMENS MICROMASTER 420 220 V de 3~8,6 A	1	R\$ 800,00	DOAÇÃO
8	Materiais elétricos (painel, contatores, botões, lâmpadas e bornes)	-	R\$ 750,00	DOAÇÃO
9	Materiais Hidráulicos (tubos, conexões, cola, válvulas, reservatório)	-	R\$ 360,00	R\$ 360,00
10	Materiais elétricos (fiação, canaletas, anilha, contatos)	-	R\$ 373,50	R\$ 373,50
11	Tintura	-	R\$ 235,82	R\$ 235,82
12	Mão de obra (soldagem e projeto elétrico)	-	R\$ 2.030,00	DOAÇÃO
13	Fonte transformadora 220V para 24V VCC 4,5 A	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
14	Estrutura Metálica Metalon	2	R\$ 1.000,00	DOAÇÃO
#####	TOTAL	-	R\$ 10.814,92	<u>1269,32</u>

3.1.4 Funcionamento da Parte Hidráulica

O Funcionamento da Bancada Se inicia pela sucção de um dos conjuntos moto bomba, que sempre trabalharão individualmente.

Ambos possuem tubulação de sucção de PVC, DN 25, interligadas ao reservatório por flanges, também de PVC e unidas as moto bombas com válvulas, esfera para os conjuntos de 1 e ½ CV e gaveta para o conjunto de ¾ CV.

A tubulação de recalque, também de PVC DN 25, é acompanhada por um manômetro individual (de 0 a 3 Kgf/cm²) em cada saída de recalque e um de 0 a 7 Kgf/cm² na área comum desta.

Os conjuntos 1 e 2 de 1 e ½ CV, inicialmente com sucção de 1 ¼” foram reduzidos para 1” (DN 25) pela viabilidade econômica, e para que nosso maior diâmetro de trabalho fosse o DN 25. Já o conjunto 03, de ¾ de CV, não precisou ser reduzido na sucção, pois já veio de fábrica com 1”. No entanto, seu recalque era, inicialmente, de ¾, que foi adaptado para 1”.

Falando da parte de cima da bancada, temos 7 linhas de tubulação: 2 linhas DN 25 de PVC (entrada e saída do fluido), 2 linhas DN 20 de PVC, 1 linha DN 15 de PVC, 1 linha DN 22 de Cobre e 1 linha DN 15 de Cobre. Todas elas com válvulas de fechamento de linha nas extremidades, sendo possível fazer com que o circuito trabalhe apenas com 2 linhas ou com as 7 linhas ao mesmo tempo. Esse circuito será

acompanhado de pontos de tomada de pressão com um manômetro de coluna, alimentado por dois distribuidores alojados na parte superior da bancada.

Vale destacar que temos, também, uma placa de orifício e um tubo de venturi para estudo. Estes, fundamentais para estudo de velocidade em fluidos e ótimo para acompanhar se há ar na tubulação.

3.1.5 Esquema Elétrico

O projeto elétrico foi montado a partir de 3 conjuntos moto bomba trifásicos 220V ou 380V. A Voltagem de trabalho escolhida foi a de 220V para os 3 conjuntos pela viabilidade.

A bancada possui uma Tomada industrial, possibilitando seu funcionamento onde houver energia.

A corrente máxima de trabalho foi estabelecida para 4, 2.5 e 2.3 Amperes para os conjuntos 1, 2 e 3, respectivamente.

O acionamento inicial só é possível após a abertura do painel e armação dos disjuntores de força e comando. Tal medida foi adota por cautela, para uso consciente, sempre com um professor responsável. Após a armação dos disjuntores toda operação é feita pelo comando externo, auxiliado por um potenciômetro ligado no inversor.

Seria possível o próprio inversor fazer essa função, porém, pelo custo, adotamos nesse projeto uma ferramenta simples, mas eficaz.

É importante salientar que, sempre que um conjunto estiver ligado, os outros não ligarão, mesmo se acionados nas chaves seletoras.

4 LIMITAÇÕES DO PROJETO

O projeto limita-se a construção de uma bancada para testes na área de fluídos. Testada e em pleno funcionamento, ela está pronta a ser usada para aulas, trabalhos e até TCCs.

Nesta oportunidade, limitamos a bancada na operação de uma bomba por vez, já que todo o material elétrico, de valor considerável, foi adquirido através de doação, e não tínhamos equipamentos, nem espaço físico no painel para incrementar mais nenhuma função.

Apesar das limitações financeiras, consideramos que o projeto foi bem desenvolvido, pesando o valor das doações alcançados.

5 DIFICULDADES DO PROJETO

A maior dificuldade, e talvez o que nos moveu neste projeto, foi como vendemos nossa ideia e nosso trabalho.

Tínhamos uma necessidade: formar. Iniciamos o projeto de tcc com a intenção de montar a presente bancada. Mas como? Tudo era muito caro.

Só tinha um jeito: vamos atrás das doações. E deu certo!

Com o passar do tempo, foram chegando os materiais solicitados, e cada vez mais à vontade e a possibilidade da execução aumentavam.

Enfim, conseguimos todos os materiais, e nos deixamos levar.

Com todos os problemas para a execução, sem dúvidas o maior foi o da parte elétrica, que com o auxílio certo conseguimos superar.

6 OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Nesta bancada, as oportunidades de melhoria são muitas, visto que os inversores e o contator doados pela empresa WEG ficarão para uma futura automação da bancada, sendo que serão usados um inversor de frequência para cada conjunto, o que seria o ideal.

- Melhoria da tubulação para testes de perda de carga;
- Fazer bancada de testes móvel, com suporte para tubos diferentes;
- Melhorar ou refazer a parte elétrica para que se possa trabalhar com as bombas em série e/ou paralelo.
- Implantar automação;

7 CONCLUSÃO

No presente trabalho, nos sentimos como verdadeiros profissionais ao nos depararmos com as dificuldades, e com garra vence-las.

Para o projeto e execução de uma bancada desse nível, fomos forçados a evoluir como pessoas e estudantes, pois necessitamos de muito mais empenho e dedicação que no dia-a-dia da sala de aula.

Contudo, a sensação de vitória é gratificante.

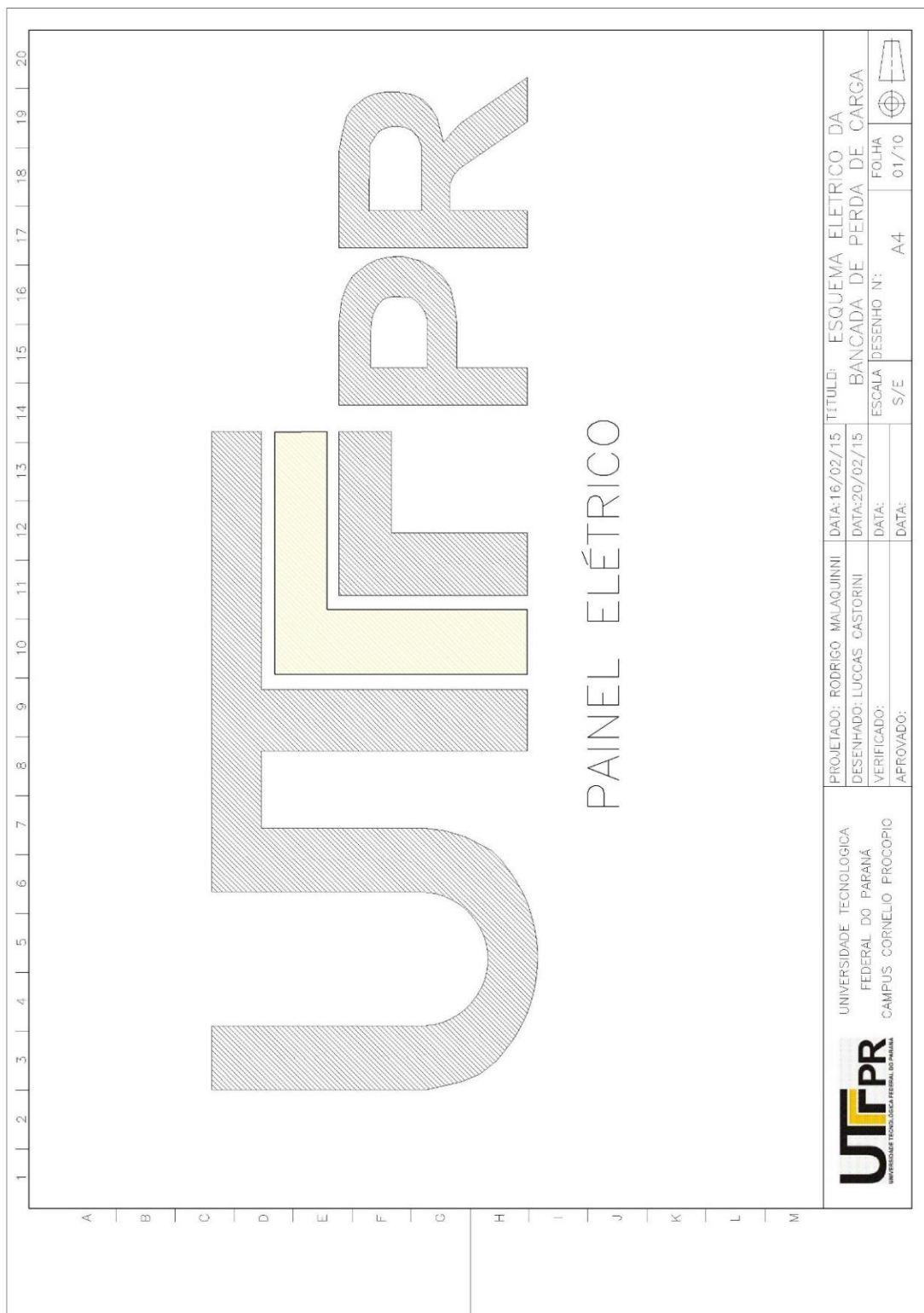
Nos aprofundamos nessa área, a fim de concluir o corrente trabalho, sem perceber que estávamos revisando o curso inteiro.

Com certeza um diferencial em nossa carreira, já que estivemos presentes em todas as etapas, do projeto a execução e com certeza estaremos preparados e não nos assustaremos se nos depararmos com um trabalho desta magnitude no mercado. O que com certeza, nos dará vantagem na vida.

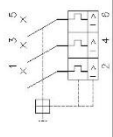
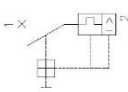

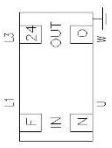
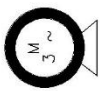
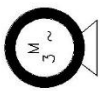


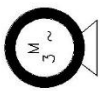
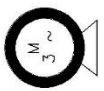


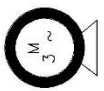
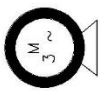


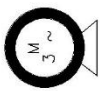
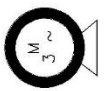


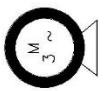
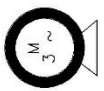


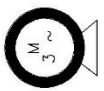
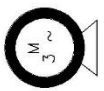


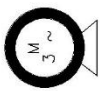
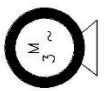


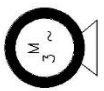
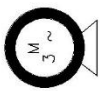


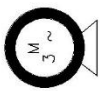
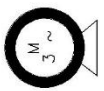


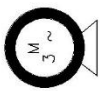
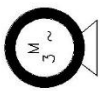


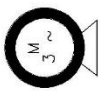
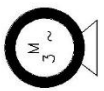


REFERÊNCIAS

- BARROS, Juliene da S.; MARTINS, Marcelo M. **Reflexões sobre a relação entre teoria e prática**. UFPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, jun. 2008. Disponível em: < http://www.ufrpe.br/artigo_ver.php?idConteudo=1264 >. Acesso em: 14 jan. 2014.
- BEGA, Egídio Alberto [et al.]. **Instrumentação Industrial**. Terceira Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- FIALHO, Arivelro Brustamante. **Instrumentação Industrial: Conceitos, Aplicações e Análises**. Sétima Edição. São Paulo: Érica, 2010.
- GIBBONS, M., LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P. e TROW, M. **The New Production of Knowledge**. Sage, London, 1994.
- HENN, Érico Antônio Lopes. **Máquinas de Fluido**. Terceira Edição. Santa Maria: Ed. Da Universidade Federal de Santa Maria, 2012.
- LIMBERGER, Fausto [et al.]. **Bancada Didática para Teste de Moto Bombas – Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Parná**. Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Eletromecânica, Medianeira, 2007.
- MACINTYRE, Archibald Joseph. **Bombas e Instalações de Bombeamento**. Segunda Edição revista. Rio de Janeiro: LTC, 2013 p.
- MATTOS, Edson Ezequiel de; FALCO, Reinaldo de. **Bombas Industriais**. Segunda Edição. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- PIRATELO, Ednilson; RAZUK, Henrique Cotait. **Análise, projeto e instalação de uma bomba reautoescorvante em estação elevatória de esgoto sanitário**. Cornélio Procópio, 2004. 94 fl.: Monografia (Trabalho de Conclusão de curso) Curso superior de Tecnologia em Mecânica .
- SANTOS, Sérgio Lopes dos. **Bombas e instalações hidráulicas**. Primeira Edição. São Paulo: LCTE, 2007.
- VICKERS, G. **The Art of Judgment: A Study of Policy Making**, Harper & Row, London, 1983, (originally published by Chapman & Hall, London, 1965).

APÊNDICE A – PROJETO ELÉTRICO

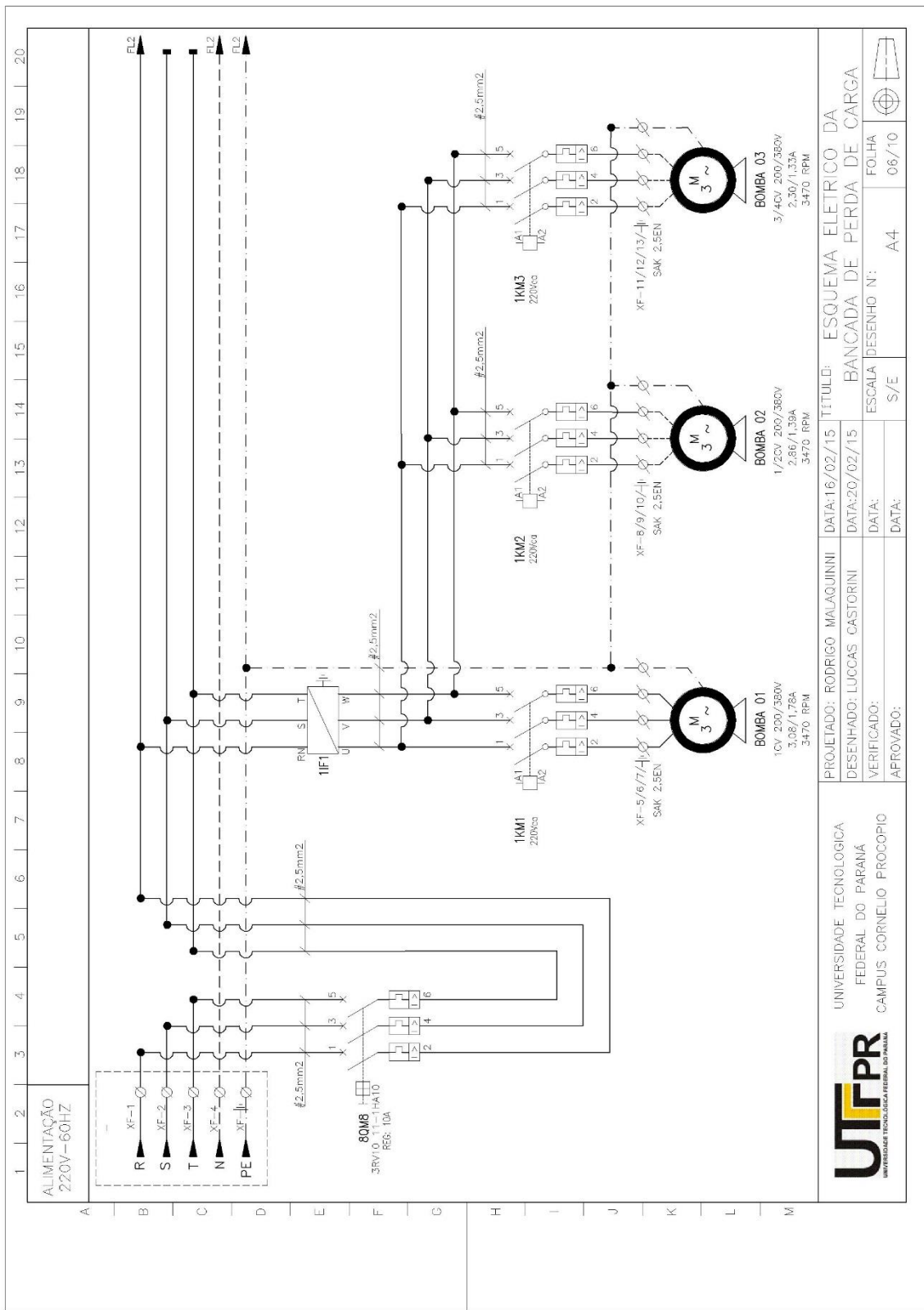


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M																																																					
<h1>ÍNDICE</h1>																																																																	
													<p>CAPA 01</p> <p>ÍNDICE 02</p> <p>SIMBÓLOGIA 03</p> <p>MAPA DE REVISÕES 04</p> <p>DESCRIÇÃO DAS REVISÕES 05</p> <p>DIAGRAMA TRIFILAR 06</p>																																																				
													<table border="1"> <tr> <td colspan="3"> </td> <td colspan="3"> UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNELIO PROCOPIO </td> <td colspan="2"> PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI DATA: 16/02/15 </td> <td colspan="2"> TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA BANCADA DE PERDA DE CARGA </td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="2"> DESENHADO: LUCAS CASTORINI DATA: 20/02/15 </td> <td colspan="2"> ESCALA DESENHO N: A4 </td> <td colspan="2"> FOLHA 02/10 </td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="2"> VERIFICADO: </td> <td colspan="2"> S/E </td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td colspan="2"> APROVADO: </td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>										UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNELIO PROCOPIO			PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI DATA: 16/02/15		TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA BANCADA DE PERDA DE CARGA								DESENHADO: LUCAS CASTORINI DATA: 20/02/15		ESCALA DESENHO N: A4		FOLHA 02/10								VERIFICADO:		S/E										APROVADO:					
			UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNELIO PROCOPIO			PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI DATA: 16/02/15		TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA BANCADA DE PERDA DE CARGA																																																									
						DESENHADO: LUCAS CASTORINI DATA: 20/02/15		ESCALA DESENHO N: A4		FOLHA 02/10																																																							
						VERIFICADO:		S/E																																																									
						APROVADO:																																																											

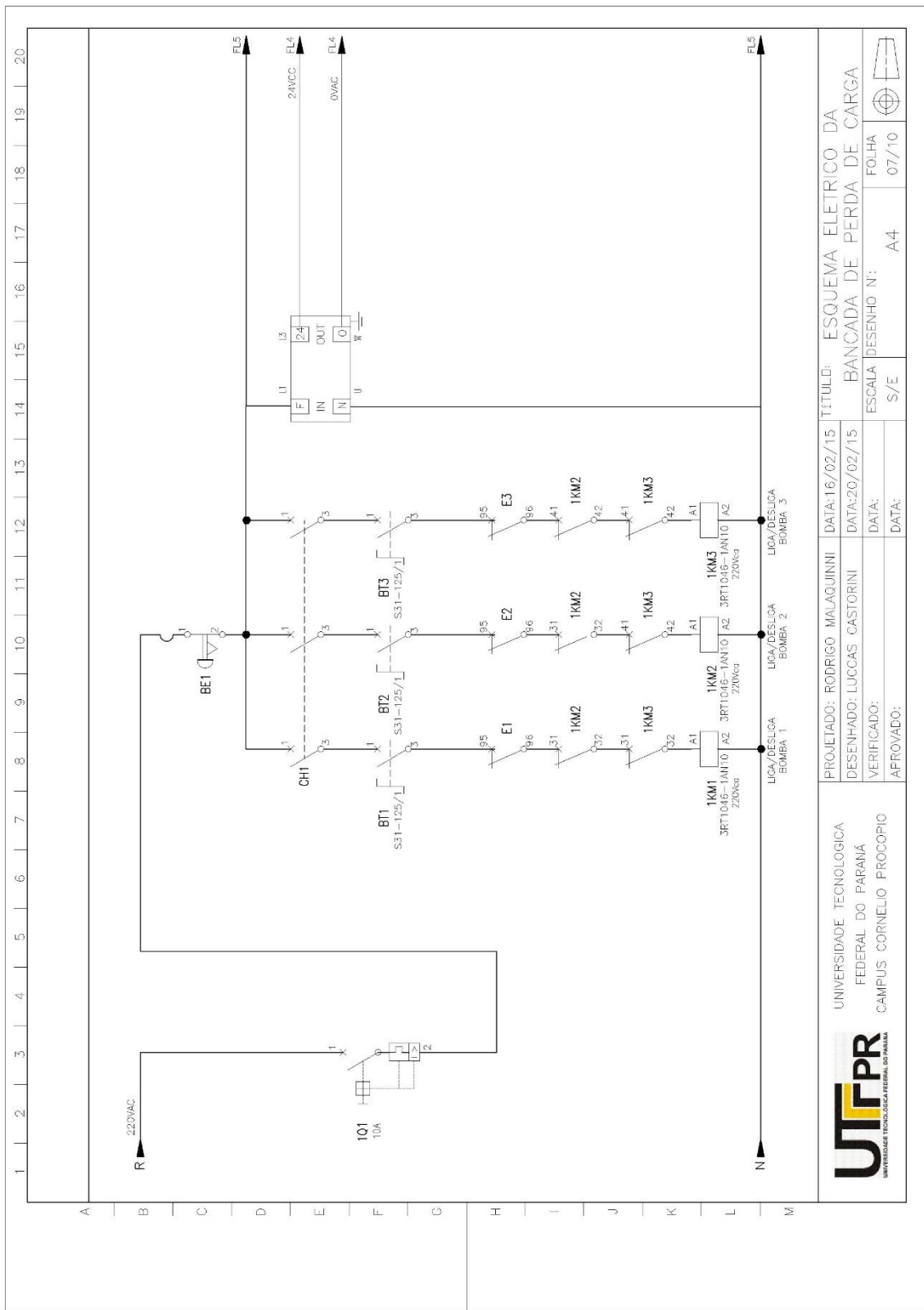
SIMBOLÓGIA																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
A	SÍMBOLO		DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS		SÍMBOLO		DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS													
B			DISJUNTOR TRIPOLAR C/ ELM. TÉRMICO FIXO				DISJUNTOR MONOPOLAR C/ ELM. TÉRMICO FIXO				SINALEIRA LUMINOSA				FONTE DE 220V para 24 Vcc					
C			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
D			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
E			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
F			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
G			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
H			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
I			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
J			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
K			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
L			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
M			INVERSOR DE FREQUENCIA				BOMBA D'AGUA				BOTÃO DE EMERGENCIA				SENSOR DE NIVEL					
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNELIO PROCOPIO					PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI DESENHADO: LUCAS CASTORINI VERIFICADO: APROVADO:					DATA: 16/02/15 DATA: 20/02/15 DATA: DATA:					TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA BANCADEA DE PERDA DE CARGA ESCALA DESENHO N: A4 S/E FOLHA 03/10					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M																																																																				
<h1 style="margin: 0;">MAPA DE REVISÕES</h1>																																																																																
<table border="1" style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;">FOLHA</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">10</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">11</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																					FOLHA												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1												2												3											
FOLHA																																																																																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																					
1																																																																																
2																																																																																
3																																																																																
												UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNELIO PROCOPIO																																																																				
PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI DATA: 16/02/15												TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA BANCADA DE PERDA DE CARGA																																																																				
DESENHADO: LUCAS CASTORINI DATA: 20/02/15												ESCALA DESENHO N: S/E																																																																				
VERIFICADO: DATA:												FOLHA DESENHO N: 04/10																																																																				
APROVADO: DATA:																																																																																

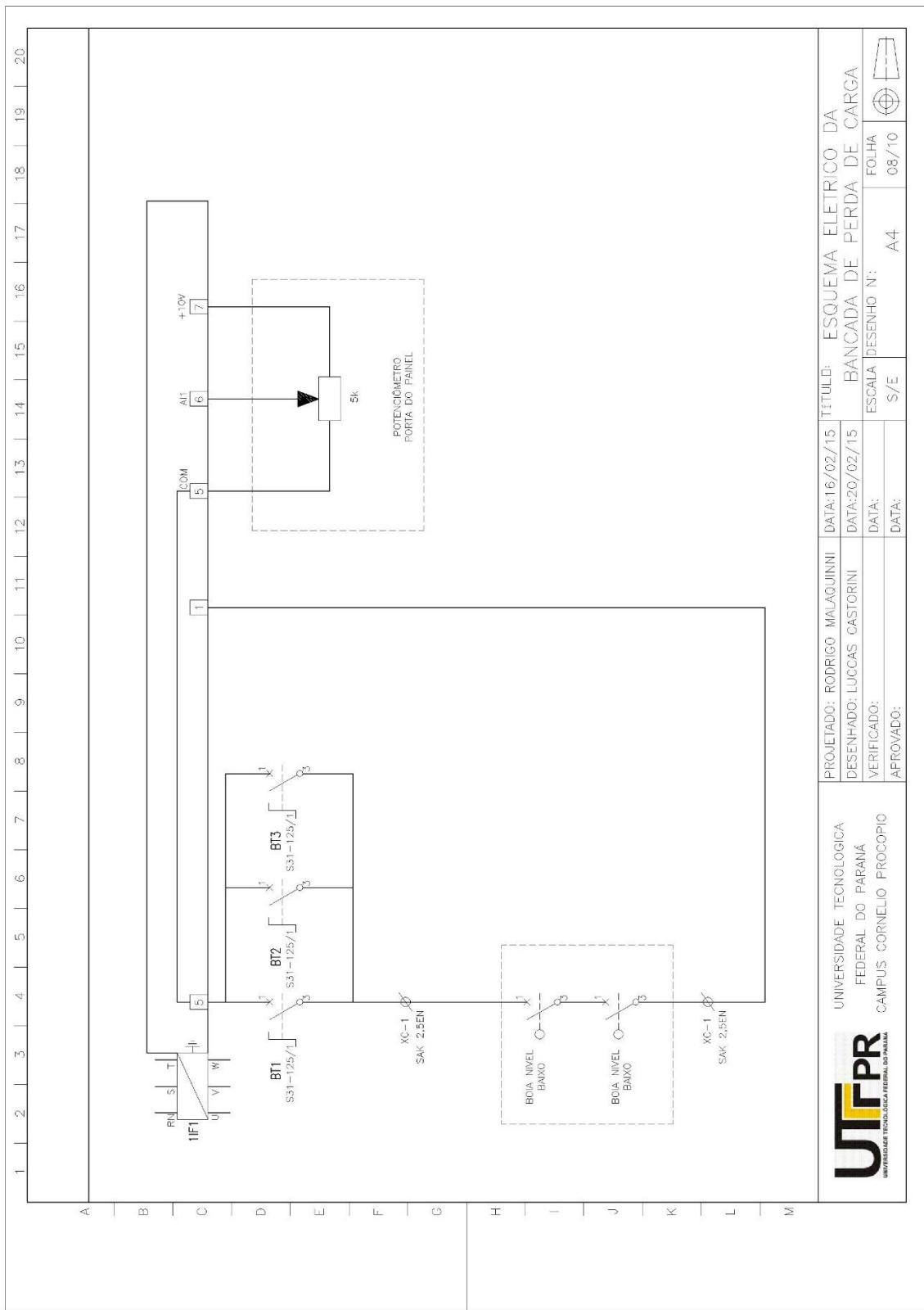
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20																																																																																												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	<h2 style="margin: 0;">DESCRIÇÃO DAS REVISÕES</h2> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">FOLHA</th> <th style="width: 55%;">DESCRIÇÃO</th> <th style="width: 15%;">DATA</th> <th style="width: 15%;">RESP.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>																		FOLHA	DESCRIÇÃO	DATA	RESP.																																																																																																
FOLHA	DESCRIÇÃO	DATA	RESP.																																																																																																																															
<p style="text-align: center; font-weight: bold; margin: 0;">UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO</p>													<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="border: none;">PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI</td> <td style="border: none;">DATA: 16/02/15</td> <td colspan="3" style="border: none;">TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border: none;">DESENHADO: LUCCAS CASTORINI</td> <td style="border: none;">DATA: 20/02/15</td> <td colspan="3" style="border: none;">BANCADA DE PERDA DE CARGA</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border: none;">VERIFICADO:</td> <td style="border: none;">DATA:</td> <td colspan="3" style="border: none;">ESCALA DESENHO N°:</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border: none;">APROVADO:</td> <td style="border: none;">DATA:</td> <td style="border: none;">S/E</td> <td colspan="2" style="border: none;">FOLHA</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">A4</td> <td colspan="2" style="border: none;">05/10</td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>																		PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI			DATA: 16/02/15	TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA			DESENHADO: LUCCAS CASTORINI			DATA: 20/02/15	BANCADA DE PERDA DE CARGA			VERIFICADO:			DATA:	ESCALA DESENHO N°:			APROVADO:			DATA:	S/E	FOLHA						A4	05/10																																																																		
PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI			DATA: 16/02/15	TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA																																																																																																																														
DESENHADO: LUCCAS CASTORINI			DATA: 20/02/15	BANCADA DE PERDA DE CARGA																																																																																																																														
VERIFICADO:			DATA:	ESCALA DESENHO N°:																																																																																																																														
APROVADO:			DATA:	S/E	FOLHA																																																																																																																													
				A4	05/10																																																																																																																													



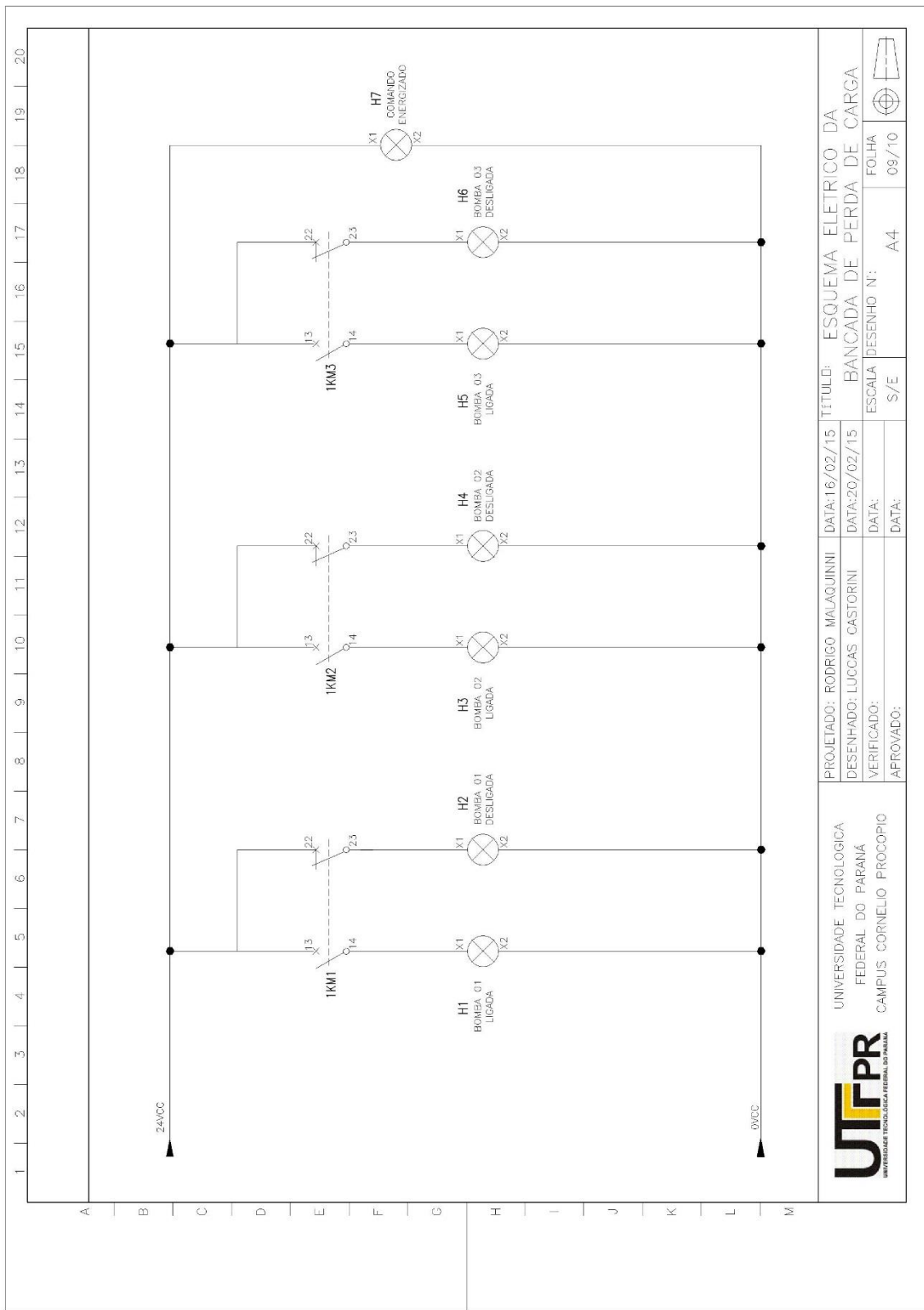
<p>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNELIO PROCOPIO</p>	PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI	DATA: 16/02/15	TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA
	DESENHADO: LUCAS CASTORINI	DATA: 20/02/15	BANCADA DE PERDA DE CARGA
	VERIFICADO:	DATA:	ESCALA DESENHO N°:
	APROVADO:	DATA:	S/E
			FOLHA 06/10



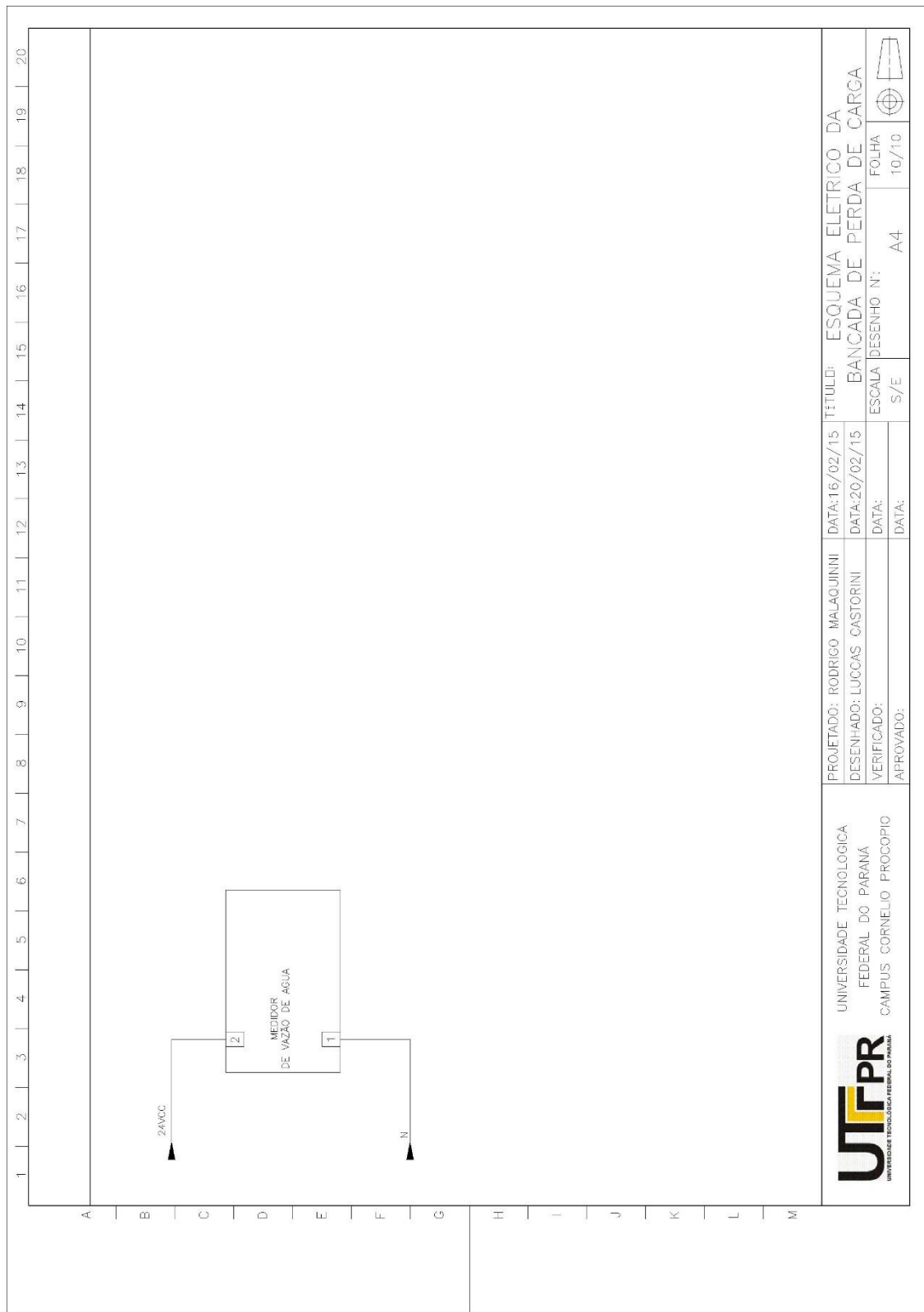
	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO	PROJETO: RODRIGO MALAQUINI DATA: 16/02/15	TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA BANCADA DE PERDA DE CARGA
	DESENHADO: LUCAS CASTORINI DATA: 20/02/15	VERIFICADO: DATA:	ESCALA DESENHO N: A4 FOLHA 07/10
APROVADO: DATA:		S/E	



		UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNELIO PROCOPIO	
PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI DESENHADO: LUCAS CASTORINI VERIFICADO: APROVADO:	DATA: 16/02/15 DATA: 20/02/15 DATA: DATA:	TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA BANCADA DE PERDA DE CARGA ESCALA DESENHO N: S/E A4	
		FOLHA 08/10	

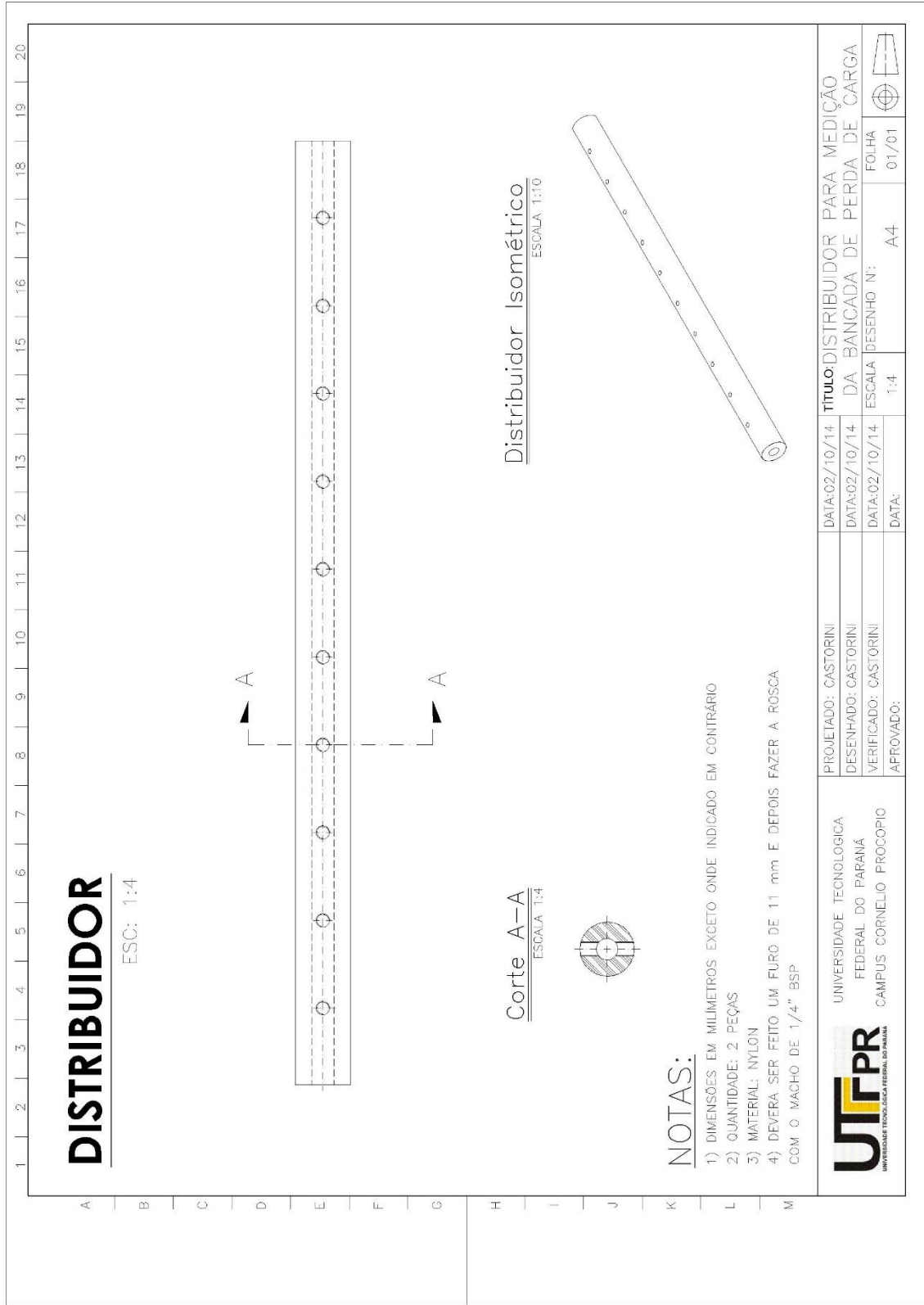


	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNELIO PROCOPIO	PROJETO: RODRIGO MALAQUINI DATA: 16/02/15	TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA BANCADA DE PERDA DE CARGA
	DESENHADO: LUCAS CASTORINI DATA: 20/02/15	ESCALA DESENHO N°: S/E	FOLHA 08/10
	VERIFICADO: DATA:	A4	
	APROVADO: DATA:		



<p>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAMPUS CORNELIO PROCOPIO</p>		PROJETADO: RODRIGO MALAQUINI DESENHADO: LUCAS CASTORINI VERIFICADO: APROVADO:	DATA: 16/02/15 DATA: 20/02/15 DATA: DATA:	TÍTULO: ESQUEMA ELETRICO DA BANCADA DE PERDA DE CARGA ESCALA DESENHO N°: S/E	A4 10/10	
--	--	--	--	---	-------------	--

APENDICE B – DISTRIBUIDOR



DISTRIBUIDOR

ESC: 1:4

Corte A-A

ESCALA 1:4

Distribuidor Isométrico

ESCALA 1:10

NOTAS:

- 1) DIMENSÕES EM MILÍMETROS EXCETO ONDE INDICADO EM CONTRÁRIO
- 2) QUANTIDADE: 2 PEÇAS
- 3) MATERIAL: NYLON
- 4) DEVERA SER FEITO UM FURO DE 11 mm E DEPOIS FAZER A ROSCA COM O MACHO DE 1/4" BSP

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA
FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CORNELIO PROCOPIO

PROJETADO: CASTORINI	DATA: 02/10/14	TÍTULO: DISTRIBUIDOR PARA MEDIÇÃO DA BANCADA DE PERDA DE CARGA	
DESENHADO: CASTORINI	DATA: 02/10/14	ESCALA	FOLHA
VERIFICADO: CASTORINI	DATA: 02/10/14	1:4	01/01
APROVADO:	DATA:	A4	



ANEXO A – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DOS MANOMETROS



*Precisão
em tudo
que faz!*

BIMETAL
IND. COM. DE APAR DE MED. LTDA
RUA CAIRIRI, 270 – VILA EMA – SÃO PAULO – SP CEP 03160-010

(S.G.Q)
Nº
13021/15
FL 01/01

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO INDIVIDUAL PONTO A PONTO

CLIENTE: Faculdade de Engenharia - UTFPR - Campus Cornélio Procópio PR
O.C.: s/nº N/PI: Doação fl.01/01 PEDIDO: - x -
INSTRUMENTO: MANOMETRO C/ GLICERINA FABRICANTE: BIMETAL
MODELO: MP-I-10-1-D NºSÉRIE: 1234/28813
ESCALA: 0 - 7 SUBDIV.: 0,1 DIV.: 1,0 UNID.: kgf/cm²
PRECISÃO: 1,0 % CLASSE: A1 NORMA: ABNT
DATA DA AFERIÇÃO: 20/01/15 LOCAL: SÃO PAULO – SP

PADRÃO (REAL)	ASCENDENTE	DESCENDENTE
0	0,00	0,00
1	1,00	0,95
3	3,00	3,01
5	5,04	5,03
7	7,07	7,07

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS APRESENTADAS PELO INSTRUMENTO

Erro Fiducial: 1,0 % Histerese: 0,72 %

OBSERVAÇÃO

- 1) A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração descrito no sistema da qualidade de acordo com a norma NBR ISO 10.012 .
 - 2) O "ERRO FIDUCIAL" máximo permitido de acordo com a classe correspondente é de 1,0 % da amplitude da faixa de indicação do instrumento (APROVADO)
- NORMAS UTILIZADAS:** NBR-14610(TERMOMETRO) NBR-14105(MANOMETRO)

IMPORTANTE: ESTES ÍNDICES DE PRECISÃO FORAM OBTIDOS COM O INSTRUMENTO EM CONDIÇÕES IDEAIS DE TRABALHO: POSIÇÃO VERTICAL, SUPERFÍCIE DE FIXAÇÃO SEM VIBRAÇÃO OU PULSAÇÃO PARA UMA PERFEITA PERFORMANCE.

COND. AMBIENTAIS: TEMPERATURA = 22 °C - UMIDADE RELATIVA = 67 %

O.B.S.:

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende da prévia autorização da BIMETAL. A reprodução do documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rastreado através do padrão primário balança de peso morto cert. Nº bal-733-11 ABSI / RBC
ORGÃO credenciado pela INMETRO - INCERTEZA: V 0,020% (BAIXA) U 0,016% (ALTA)
Quando cheio de líquido ou acoplado acrescentar um erro ± 0,5% na precisão do instrumento

**SISTEMA DE GARANTIA
DA QUALIDADE (S.G.Q.)**

TÉCNICO DO LABORATÓRIO
Reinaldo Campos Grillo



*Precisão
em tudo
que faz!*

BIMETAL
IND. COM. DE APAR DE MED. LTDA
RUA CAIRIRI, 270 - VILA EMA - SÃO PAULO - SP CEP 03160-010

(S.G.Q)
Nº
13022/15
FL 01/01

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO INDIVIDUAL PONTO A PONTO

CLIENTE: Faculdade de Engenharia - UTFPR - Campus Cornélio Procópio PR
O.C.: s/nº N/PI: Doação fl.01/01 PEDIDO: - x -
INSTRUMENTO: MANOMETRO C/ GLICERINA
MODELO: MP-I-10-1-D NºSERIE:1234/28814 FABRICANTE: BIMETAL
ESCALA: 0 - 7 SUBDIV.:0,1 DIV.:1,0 UNID.:kgf/cm²
PRECISÃO: 1,0 % CLASSE: A1 NORMA: ABNT
DATA DA AFERIÇÃO: 20/01/15 LOCAL: SÃO PAULO - SP

PADRÃO (REAL)	ASCENDENTE	DESCENDENTE
0	0,00	0,00
1	0,97	0,93
3	2,93	2,93
5	4,93	4,94
7	7,02	7,02

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS APRESENTADAS PELO INSTRUMENTO

Erro Fiducial: 1,0 % Histerese: 0,72 %

OBSERVAÇÃO

- 1) A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração descrito no sistema da qualidade de acordo com a norma NBR ISO 10.012 .
 - 2) O "ERRO FIDUCIAL" máximo permitido de acordo com a classe correspondente é de 1,0 % da amplitude da faixa de indicação do instrumento (APROVADO)
- NORMAS UTILIZADAS:** NBR-14610(TERMOMETRO) NBR-14105(MANOMETRO)

IMPORTANTE: ESTES ÍNDICES DE PRECISÃO FORAM OBTIDOS COM O INSTRUMENTO EM CONDIÇÕES IDEAIS DE TRABALHO: POSIÇÃO VERTICAL, SUPERFÍCIE DE FIXAÇÃO SEM VIBRAÇÃO OU PULSAÇÃO PARA UMA PERFEITA PERFORMANCE.
COND. AMBIENTAIS: TEMPERATURA = 22 °C - UMIDADE RELATIVA = 67 %

O.B.S.: Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende da prévia autorização da BIMETAL. A reprodução do documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rastreado através do padrão primário balança de peso morto cert. Nº bal-733-11 ABSI / RBC
ORGÃO credenciado pela INMETRO - INCERTEZA: V 0,020% (BAIXA) U 0,016% (ALTA)
Quando cheio de líquido ou acoplado acrescentar um erro ± 0,5% na precisão do instrumento

**SISTEMA DE GARANTIA
DA QUALIDADE (S.G.Q.)**

TÉCNICO DO LABORATÓRIO
Reinaldo Campos Grillo



*Precisão
em tudo
que faz!*

BIMETAL
IND. COM. DE APAR DE MED. LTDA
RUA CAIRIRI, 270 - VILA EMA - SÃO PAULO - SP CEP 03160-010

(S.G.Q.)
Nº
13023/15
FL 01/01

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO INDIVIDUAL PONTO A PONTO

CLIENTE: Faculdade de Engenharia - UTFPR - Campus Cornélio Procópio PR
O.C.: s/nº N/PI: Doação fl.01/01 PEDIDO: - x -
INSTRUMENTO: MANOMETRO C/ GLICERINA
MODELO: MP-I-10-1-D NºSÉRIE: 1234/28815 FABRICANTE: BIMETAL
ESCALA: 0 - 7 SUBDIV.: 0,1 DIV.: 1,0 UNID.: kgf/cm²
PRECISÃO: 1,0 % CLASSE: A1 NORMA: ABNT
DATA DA AFERIÇÃO: 20/01/15 LOCAL: SÃO PAULO - SP

PADRÃO (REAL)	ASCENDENTE	DESCENDENTE
0	0,00	0,00
1	0,96	0,95
3	3,00	2,95
5	5,03	5,00
7	7,05	7,05

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS APRESENTADAS PELO INSTRUMENTO

Erro Fiducial: 0,72 % Histerese: 0,72 %

OBSERVAÇÃO

- 1) A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração descrito no sistema da qualidade de acordo com a norma NBR ISO 10.012 .
- 2) O "ERRO FIDUCIAL" máximo permitido de acordo com a classe correspondente é de 1,0 % da amplitude da faixa de indicação do instrumento (APROVADO)

NORMAS UTILIZADAS: NBR-14610(TERMOMETRO) NBR-14105(MANOMETRO)

IMPORTANTE: ESTES ÍNDICES DE PRECISÃO FORAM OBTIDOS COM O INSTRUMENTO EM CONDIÇÕES IDEAIS DE TRABALHO: POSIÇÃO VERTICAL, SUPERFÍCIE DE FIXAÇÃO SEM VIBRAÇÃO OU PULSAÇÃO PARA UMA PERFEITA PERFORMANCE.

COND. AMBIENTAIS: TEMPERATURA = 22 °C - UMIDADE RELATIVA = 67 %

O.B.S.:

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende da prévia autorização da BIMETAL. A reprodução do documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rastreado através do padrão primário balança de peso morto cert. Nº bal-733-11 ABSI / RBC
ORGÃO credenciado pela INMETRO - INCERTEZA: V 0,020% (BAIXA) U 0,016% (ALTA)
Quando cheio de líquido ou acoplado acrescentar um erro ± 0,5% na precisão do instrumento

**SISTEMA DE GARANTIA
DA QUALIDADE (S.G.Q.)**

TÉCNICO DO LABORATÓRIO
Reinaldo Campos Grillo



Precisão
em tudo
que faz!

BIMETAL
IND. COM. DE APAR DE MED. LTDA
RUA CAIRIRI, 270 - VILA EMA - SÃO PAULO - SP CEP 03160-010



Nº
13024/15
FL 01/01

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO INDIVIDUAL PONTO A PONTO

CLIENTE: Faculdade de Engenharia - UTFPR - Campus Cornélio Procópio PR
 O.C.: s/nº N/PI: Doação fl.01/01 PEDIDO: - x -
 INSTRUMENTO: MANOMETRO C/ GLICERINA FABRICANTE: BIMETAL
 MODELO: MP-I-10-1-D NºSÉRIE: 1234/28816 UNID.: kgf/cm²
 ESCALA: 0 - 7 SUBDIV.: 0,1 DIV.: 1,0 NORMA: ABNT
 PRECISÃO: 1,0 % CLASSE: A1 LOCAL: SÃO PAULO - SP
 DATA DA AFERIÇÃO: 20/01/15

PADRÃO (REAL)	ASCENDENTE	DESCENDENTE
0	0,00	0,00
1	1,00	0,94
3	3,01	2,98
5	5,04	5,05
7	7,07	7,07

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS APRESENTADAS PELO INSTRUMENTO

Erro Fiducial: 1,0 % Histeresc: 0,58 %

OBSERVAÇÃO

- 1) A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração descrito no sistema da qualidade de acordo com a norma NBR ISO 10.012 .
 - 2) O "ERRO FIDUCIAL" máximo permitido de acordo com a classe correspondente é de 1,0 % da amplitude da faixa de indicação do instrumento (APROVADO)
- NORMAS UTILIZADAS:** NBR-14610(TERMOMETRO) NBR-14105(MANOMETRO)

IMPORTANTE: ESTES ÍNDICES DE PRECISÃO FORAM OBTIDOS COM O INSTRUMENTO EM CONDIÇÕES IDEAIS DE TRABALHO: POSIÇÃO VERTICAL, SUPERFÍCIE DE FIXAÇÃO SEM VIBRAÇÃO OU PULSAÇÃO PARA UMA PERFEITA PERFORMANCE.

COND. AMBIENTAIS: TEMPERATURA = 22 °C - UMIDADE RELATIVA = 67 %

O.B.S.: Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende da prévia autorização da BIMETAL. A reprodução do documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rastreado através do padrão primário balança de peso morto cert. Nº bal-733-11 ABSI / RBC ORGÃO credenciado pela INMETRO - INCERTEZA: V 0,020% (BAIXA) U 0,016% (ALTA)
 Quando cheio de líquido ou acoplado acrescentar um erro ± 0,5% na precisão do instrumento

SISTEMA DE GARANTIA DA QUALIDADE (S.G.Q.)

TÉCNICO DO LABORATÓRIO
Reinaldo Campos Grillo



Precisão
em tudo
que faz!

BIMETAL
IND. COM. DE APAR DE MED. LTDA
RUA CAIRIRI, 270 - VILA EMA - SÃO PAULO - SP CEP 03160-010

(S.G.Q.)
Nº
13025/15
FL 01/01

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO INDIVIDUAL PONTO A PONTO

CLIENTE: Faculdade de Engenharia - UTFPR - Campus Cornélio Procopio PR
O.C.: s/nº N/PI: Doação fl.01/01 PEDIDO: - x -
INSTRUMENTO: MANOMETRO C/ GLICERINA
MODELO: MP-I-10-1-D N°SERIE:1234/28817 FABRICANTE: BIMETAL
ESCALA: 0 - 3 SUBDIV.:0,05 DIV.:0,5 UNID.:kgf/cm²
PRECISÃO: 1,0 % CLASSE: A1 NORMA: ABNT
DATA DA AFERIÇÃO: 20/01/15 LOCAL: SÃO PAULO - SP

PADRÃO (REAL)	ASCENDENTE	DESCENDENTE
0,0	0,00	0,00
0,5	0,51	0,50
1,5	1,50	1,48
2,0	2,01	1,98
3,0	2,99	2,99

CARACTERISTICAS METROLÓGICAS APRESENTADAS PELO INSTRUMENTO

Erro Fiducial: 0,7 % Histerese: 1,0 %

OBSERVAÇÃO

- 1) A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração descrito no sistema da qualidade de acordo com a norma NBR ISO 10.012 .
- 2) O "ERRO FIDUCIAL" máximo permitido de acordo com a classe correspondente é de 1,0 % da amplitude da faixa de indicação do instrumento (APROVADO)

NORMAS UTILIZADAS: NBR-14610(TERMOMETRO) NBR-14105(MANOMETRO)

IMPORTANTE: ESTES ÍNDICES DE PRECISÃO FORAM OBTIDOS COM O INSTRUMENTO EM CONDIÇÕES IDEAIS DE TRABALHO: POSIÇÃO VERTICAL, SUPERFÍCIE DE FIXAÇÃO SEM VIBRAÇÃO OU PULSAÇÃO PARA UMA PERFEITA PERFORMANCE.

COND. AMBIENTAIS: TEMPERATURA = 22 °C - UMIDADE RELATIVA = 67 %

O.B.S.:

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende da prévia autorização da BIMETAL. A reprodução do documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rastreado através do padrão primário balança de peso morto cert. Nº bal-733-11 ABSI / RBC
ORGÃO credenciado pela INMETRO - INCERTEZA: V 0,020% (BAIXA) U 0,016% (ALTA)
Quando cheio de líquido ou acoplado acrescentar um erro ± 0,5% na precisão do instrumento

**SISTEMA DE GARANTIA
DA QUALIDADE (S.G.Q.)**

TÉCNICO DO LABORATÓRIO
Reinaldo Campos Grillo



Precisão
em tudo
que faz!

BIMETAL
IND. COM. DE APAR. DE MED. LTDA
RUA CAIRIRI, 270 – VILA EMA – SÃO PAULO – SP CEP 03160-010

(S.G.Q.)
Nº
13026/15
FL 01/01

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO INDIVIDUAL PONTO A PONTO

CLIENTE: Faculdade de Engenharia - UTFPR - Campus Cornélio Procópio PR
O.C.: s/nº N/PI: Doação fl.01/01 PEDIDO: - x -
INSTRUMENTO: MANOMETRO C/ GLICERINA
MODELO: MP-I-10-1-D NºSERIE:1234/28818 FABRICANTE: BIMETAL
ESCALA: 0 - 3 SUBDIV.:0,05 DIV.:0,5 UNID.:kgf/cm²
PRECISÃO: 1,0 % CLASSE: A1 NORMA: ABNT
DATA DA AFERIÇÃO: 20/01/15 LOCAL: SÃO PAULO – SP

PADRÃO (REAL)	ASCENDENTE	DESCENDENTE
0,0	0,00	0,00
0,5	0,52	0,50
1,5	1,51	1,50
2,0	1,97	1,97
3,0	3,02	3,02

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS APRESENTADAS PELO INSTRUMENTO

Erro Fiducial: 1,0 % Histerese: 0,7 %

OBSERVAÇÃO

- 1) A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração descrito no sistema da qualidade de acordo com a norma NBR ISO 10.012 .
- 2) O "ERRO FIDUCIAL" máximo permitido de acordo com a classe correspondente é de 1,0 % da amplitude da faixa de indicação do instrumento (APROVADO)

NORMAS UTILIZADAS: NBR-14610(TERMOMETRO) NBR-14105(MANOMETRO)

IMPORTANTE: ESTES ÍNDICES DE PRECISÃO FORAM OBTIDOS COM O INSTRUMENTO EM CONDIÇÕES IDEAIS DE TRABALHO: POSIÇÃO VERTICAL, SUPERFÍCIE DE FIXAÇÃO SEM VIBRAÇÃO OU PULSAÇÃO PARA UMA PERFEITA PERFORMANCE.

COND. AMBIENTAIS: TEMPERATURA = 22 °C - UMIDADE RELATIVA = 67 %

O.B.S.:

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende da prévia autorização da BIMETAL. A reprodução do documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rastreado através do padrão primário balança de peso morto cert. Nº bal-733-11 ABSI / RBC
ORGÃO credenciado pela INMETRO - INCERTEZA: V 0,020% (BAIXA) U 0,016% (ALTA)
Quando cheio de líquido ou acoplado acrescentar um erro ± 0,5% na precisão do instrumento

**SISTEMA DE GARANTIA
DA QUALIDADE (S.G.Q.)**

TÉCNICO DO LABORATÓRIO
Reinaldo Campos-Grillo



*Precisão
em tudo
que faz!*

BIMETAL
IND. COM. DE APAR DE MED. LTDA
RUA CAIRIRI, 270 - VILA EMA - SÃO PAULO - SP CEP 03160-010

(S.G.Q)
Nº
13027/15
FL 01/01

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO INDIVIDUAL PONTO A PONTO

CLIENTE: Faculdade de Engenharia - UTFPR - Campus Cornélio Procopio PR
O.C.: s/nº N/PI: Doação fl.01/01 PEDIDO: - x -
INSTRUMENTO: MANOMETRO C/ GLICERINA FABRICANTE: BIMETAL
MODELO: MP-I-10-1-D NºSERIE: 1234/28819 DIV.: 0,5 UNID.: kgf/cm²
ESCALA: 0 - 3 SUBDIV.: 0,05 CLASSE: A1 NORMA: ABNT
PRECISÃO: 1,0 % DATA DA AFERIÇÃO: 20/01/15 LOCAL: SÃO PAULO - SP

PADRÃO (REAL)	ASCENDENTE	DESCENDENTE
0,0	0,00	0,00
0,5	0,50	0,52
1,5	1,48	1,50
2,0	1,97	2,00
3,0	3,03	3,03

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS APRESENTADAS PELO INSTRUMENTO

Erro Fiducial: 1,0 % Histerese: 1,0 %

OBSERVAÇÃO

- 1) A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração descrito no sistema da qualidade de acordo com a norma NBR ISO 10.012 .
- 2) O "ERRO FIDUCIAL" máximo permitido de acordo com a classe correspondente é de 1,0 % da amplitude da faixa de indicação do instrumento (APROVADO)

NORMAS UTILIZADAS: NBR-14610(TERMOMETRO) NBR-14105(MANOMETRO)

IMPORTANTE: ESTES ÍNDICES DE PRECISÃO FORAM OBTIDOS COM O INSTRUMENTO EM CONDIÇÕES IDEAIS DE TRABALHO: POSIÇÃO VERTICAL, SUPERFÍCIE DE FIXAÇÃO SEM VIBRAÇÃO OU PULSAÇÃO PARA UMA PERFEITA PERFORMANCE.

COND. AMBIENTAIS: TEMPERATURA = 22 °C - UMIDADE RELATIVA = 67 %

O.B.S.:

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende da prévia autorização da BIMETAL. A reprodução do documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rastreado através do padrão primário balança de peso morto cert. Nº bal-733-11 ABSI / RBC
ORGÃO credenciado pela INMETRO - INCERTEZA: V 0,020% (BAIXA) U 0,016% (ALTA)
Quando cheio de líquido ou acoplado acrescentar um erro $\pm 0,5\%$ na precisão do instrumento

**SISTEMA DE GARANTIA
DA QUALIDADE (S.G.Q.)**

TÉCNICO DO LABORATÓRIO
Reinaldo Campos Grillo



*Precisão
em tudo
que faz!*

BIMETAL
IND. COM. DE APAR. DE MED. LTDA

(S.G.Q)
Nº
9243/15

CERTIFICADO DE MATERIAIS

CLIENTE: Faculdade de Engenharia - UTFPR - Campus Cornélio Procópio PR

O.C.: s/nº

N/PI: Doação fl.01/01

PEDIDO: - x -

Certificamos, pelo presente, que os materiais aplicados na fabricação dos instrumentos abaixo correspondem ao que foi proposto em nosso orçamento, em nossa ordem de serviço e pedido acima mencionados.

NATUREZA DO INSTRUMENTO: MANOMETRO

MODELO: MP-I-10-1-D c/glicerina

QUANT.: 07 pcs

IDENTIFICAÇÃO: Esc. 0 - 7 kgf/cm² n° serie: 1234/28813 a 1234/28816 (04 pcs)
Esc. 0 - 3 kgf/cm² n° serie: 1234/28817 a 1234/28819 (03 pcs)

COMPONENTE	MATERIAL APLICADO	FICHA DE ACOMP. Nº	Nº CERT. USINA	N.F. USINA	DATA DO CERT.
CAIXA / ANEL	AISI 304	2787	313197	49181-1	13-01-15
TUBO	AISI 304	2777	258355/1	99649	09-12-14
PORCA	AISI 304	2451	626344	42473	14-01-13
SOQUETE	AISI 304 L	2778	657939	91214	09-12-14
BOURDON	AISI 316 L	2770	14111/1	14111	07-11-14
MEC. PINHÃO	LATÃO	2640	9068	114249	19-02-14
MEC. SEGMENTO	LATÃO LR	2696	55967	53253	26-06-14

O.B.S.:

SÃO PAULO, 16 DE JANEIRO DE 2015

**SISTEMA DE GARANTIA
DÁ QUALIDADE (S.G.Q.)**

TÉCNICO DO CONTROLE
Reinaldo Campos Grillo

DEPTO TECNICO - CQ - FONE / FAX (011 - 2301-1588)



Service Comércio de Instrumentação Ltda.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO ABSI Nº BAL - 733 / 11 FL. 01 / 05

LABORATÓRIO DE PRESSÃO ABSI

REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO (RBC)

Laboratório de Calibração Acreditado pela CGCRE / INMETRO de acordo com a ABNT NBR ISO / IEC 17025, sob o Nº CAL 0056

CLIENTE: BIMETAL IND. E COM. DE APARELHOS DE MEDIÇÃO LTDA

ENDEREÇO: Rua Cairiri, 270 – São Paulo - SP

SOLICITANTE: o mesmo

ENDEREÇO: o mesmo

INSTRUMENTO: Balança de Peso Morto

FABRICANTE: PRESSUREMENTS

MODELO: M 2200/3

Nº DE SÉRIE: 4299/86

Nº DE IDENTIFICAÇÃO: não consta

ORDEM DE SERVIÇO Nº: 3441 / 11

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO: ABSI-RO-18(edição.1 / revisão.0) // ABSI-RO-29(edição.1 / revisão.0)

DATA DA CALIBRAÇÃO: 10 / 03 / 11

DATA DA EMISSÃO DO CERTIFICADO: 10 / 03 / 11

CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO:

TIPO : pistão-cilindro

FAIXA DE INDICAÇÃO: 2 ~ 10000 psi

QUANTIDADE PESOS: 2 Pistões + 20 massas

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO:

A área efetiva (A_e) da balança de pressão foi determinada a partir da comparação com um padrão de do laboratório ABSI, cuja incerteza $\pm 0,01\%$, rastreado ao INMETRO de acordo com o certificado Nº DIMCI 0666/2006, e padrão cuja incerteza $\pm 0,007\%$, rastreado ao INMETRO de acordo com o certificado Nº DIMCI 0159/2006.

A calibração foi realizada a uma temperatura de $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$, umidade relativa de $50\% \pm 20\%$ e gravidade local de $9,7864384\text{ m/s}^2$, utilizando óleo como fluido manométrico, no padrão de referencia, com as seguintes características metrológicas:

Massa Específica (ρ): 915 kg/m^3

Tensão Superficial (σ): $0,031\text{ N/m}$

AUGUSTO V.R. DE CARVALHO

SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela CGCRE / INMETRO que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica.

resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao instrumento calibrado. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende de prévia autorização da ABSI. A reprodução do documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

General Leco, 979 - CEP 04213-021 - Fone: (55) 11 2273-1341 - Fone/Fax: (55) 11 2914-2233 - Ipiranga - São Paulo - SP
I.P.J. 01.944.840/0001-75 - Insc. Est. 148.966.634.114 - e-mail: absi@absi.com.br - Home Page: www.absi.com.br



Service Comercio de Instrumentação Ltda.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO ABSI Nº BAL - 733 / 11 FL. 01 / 05

LABORATÓRIO DE PRESSÃO ABSI

REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO (RBC)

Laboratório de Calibração Acreditado pela CGCRE / INMETRO de acordo com a ABNT NBR ISO / IEC 17025, sob o Nº CAL 0056

CLIENTE: BIMETAL IND. E COM. DE APARELHOS DE MEDIÇÃO LTDA

ENDEREÇO: Rua Cairiri, 270 – São Paulo - SP

SOLICITANTE: o mesmo

ENDEREÇO: o mesmo

INSTRUMENTO: Balança de Peso Morto

FABRICANTE: PRESSUREMENTS

MODELO: M 2200/3

Nº DE SÉRIE: 4299/86

Nº DE IDENTIFICAÇÃO: não consta

ORDEM DE SERVIÇO Nº: 3441 / 11

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO: ABSI-RO-18(edição.1 / revisão.0) // ABSI-RO-29(edição.1 / revisão.0)

DATA DA CALIBRAÇÃO: 10 / 03 / 11

DATA DA EMISSÃO DO CERTIFICADO: 10 / 03 / 11

CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO:

TIPO : pistão-cilindro

FAIXA DE INDICAÇÃO: 2 ~ 10000 psi

QUANTIDADE PESOS: 2 Pistões + 20 massas

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO:

A área efetiva (Ae) da balança de pressão foi determinada a partir da comparação com um padrão de do laboratório **ABSI**, cuja incerteza $\pm 0,01\%$, rastreado ao **INMETRO** de acordo com o certificado Nº DIMCI 0686/2006, e padrão cuja incerteza $\pm 0,007\%$, rastreado ao **INMETRO** de acordo com o certificado Nº DIMCI 0159/2006.

A calibração foi realizada a uma temperatura de $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, umidade relativa de $50\% \pm 20\%$ e gravidade local de $9,7864384\text{ m/s}^2$, utilizando óleo como fluido manométrico, no padrão de referência, com as seguintes características metrológicas:

Massa Específica (ρ): 915 kg/m^3

Tensão Superficial (σ): $0,031\text{ N/m}$

AUGUSTO V.R. DE CARVALHO

SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela CGCRE / INMETRO que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica.

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao instrumento calibrado. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende de prévia autorização da ABSI. A reprodução do documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rua General Lecor, 979 - CEP 04213-021 - Fone: (55) 11 2273-1341 - Fone/Fax: (55) 11 2914-2233 - Ipiranga - São Paulo - SP
C.N.P.J. 01.944.840/0001-75 - Insc. Est. 148.966.634.114 - e-mail: absi@absi.com.br - Home Page: www.absi.com.br



Service Comércio de Instrumentação Ltda.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO ABSI Nº BAL - 733 / 11 FL. 01 / 05

LABORATÓRIO DE PRESSÃO ABSI

REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO (RBC)

Laboratório de Calibração Acreditado pela CGCRE / INMETRO de acordo com a ABNT NBR ISO / IEC 17025, sob o Nº CAL 0056

CLIENTE: BIMETAL IND. E COM. DE APARELHOS DE MEDIÇÃO LTDA

ENDEREÇO: Rua Cairiri, 270 – São Paulo - SP

SOLICITANTE: o mesmo

ENDEREÇO: o mesmo

INSTRUMENTO: Balança de Peso Morto

FABRICANTE: PRESSUREMENTS

MODELO: M 2200/3

Nº DE SÉRIE: 4299/86

Nº DE IDENTIFICAÇÃO: não consta

ORDEM DE SERVIÇO Nº: 3441 / 11

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO: ABSI-RO-18(edição.1 / revisão.0) // ABSI-RO-29(edição.1 / revisão.0)

DATA DA CALIBRAÇÃO: 10 / 03 / 11

DATA DA EMISSÃO DO CERTIFICADO: 10 / 03 / 11

CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO:

TIPO : pistão-cilindro

FAIXA DE INDICAÇÃO: 2 ~ 10000 psi

QUANTIDADE PESOS: 2 Pistões + 20 massas

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO:

A área efetiva (Ae) da balança de pressão foi determinada a partir da comparação com um padrão de do laboratório **ABSI**, cuja incerteza $\pm 0,01\%$, rastreado ao **INMETRO** de acordo com o certificado Nº DIMCI 0686/2006, e padrão cuja incerteza $\pm 0,007\%$, rastreado ao **INMETRO** de acordo com o certificado Nº DIMCI 0159/2006.

A calibração foi realizada a uma temperatura de $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, umidade relativa de $50\% \pm 20\%$ e gravidade local de $9,7864384\text{ m/s}^2$, utilizando óleo como fluido manométrico, no padrão de referencia, com as seguintes características metrológicas:

Massa Específica (ρ): 915 kg/m^3

Tensão Superficial (σ): $0,031\text{ N/m}$

AUGUSTO V.R. DE CARVALHO

SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela CGCRE / INMETRO que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica.

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao instrumento calibrado. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende de prévia autorização da ABSI. A reprodução do documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rua General Lecor, 979 - CEP 04213-021 - Fone: (55) 11 2273-1341 - Fone/Fax: (55) 11 2914-2233 - Ipiranga - São Paulo - SP
C.N.P.J. 01.944.840/0001-75 - Insc. Est. 148.966.634.114 - e-mail: absi@absi.com.br - Home Page: www.absi.com.br



Service Comércio de Instrumentação Ltda.



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO ABSI Nº BAL - 733 / 11 FL. 01 / 05

LABORATÓRIO DE PRESSÃO ABSI

REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO (RBC)

Laboratório de Calibração Acreditado pela CGCRE / INMETRO de acordo com a ABNT NBR ISO / IEC 17025, sob o Nº CAL 0056

CLIENTE: BIMETAL IND. E COM. DE APARELHOS DE MEDIÇÃO LTDA

ENDEREÇO: Rua Cairiri, 270 – São Paulo - SP

SOLICITANTE: o mesmo

ENDEREÇO: o mesmo

INSTRUMENTO: Balança de Peso Morto

FABRICANTE: PRESSUREMENTS

MODELO: M 2200/3

Nº DE SÉRIE: 4299/86

Nº DE IDENTIFICAÇÃO: não consta

ORDEM DE SERVIÇO Nº: 3441 / 11

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO: ABSI-RO-18(edição.1 / revisão.0) // ABSI-RO-29(edição.1 / revisão.0)

DATA DA CALIBRAÇÃO: 10 / 03 / 11

DATA DA EMISSÃO DO CERTIFICADO: 10 / 03 / 11

CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO:

TIPO: pistão-cilindro

FAIXA DE INDICAÇÃO: 2 ~ 10000 psi

QUANTIDADE PESOS: 2 Pistões + 20 massas

PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO:

A área efetiva (Ae) da balança de pressão foi determinada a partir da comparação com um padrão de do laboratório **ABSI**, cuja incerteza $\pm 0,01\%$, rastreado ao **INMETRO** de acordo com o certificado Nº DIMCI 0686/2006, e padrão cuja incerteza $\pm 0,007\%$, rastreado ao **INMETRO** de acordo com o certificado Nº DIMCI 0159/2006.

A calibração foi realizada a uma temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, umidade relativa de $50\% \pm 20\%$ e gravidade local de $9,7864384 \text{ m/s}^2$, utilizando óleo como fluido manométrico, no padrão de referencia, com as seguintes características metrológicas:

Massa Específica (ρ): 915 kg/m^3

Tensão Superficial (σ): $0,031 \text{ N/m}$

AUGUSTO V.R. DE CARVALHO

SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela CGCRE / INMETRO que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

Esta calibração não isenta o instrumento do controle metrológico estabelecido na Regulamentação Metrológica.

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao instrumento calibrado. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende de prévia autorização da ABSI. A reprodução do documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rua General Lecor, 979 - CEP 04213-021 - Fone: (55) 11 2273-1341 - Fone/Fax: (55) 11 2914-2233 - Ipiranga - São Paulo - SP
C.N.P.J. 01.944.840/0001-75 - Insc. Est. 148.966.634.114 - e-mail: absi@absi.com.br - Home Page: www.absi.com.br



Service Comércio de Instrumentação Ltda.

Continuação do Certificado de Calibração ABSI Nº BAL - 733 / 11

FL. 02 / 05

Laboratório de Calibração Acreditado pela CGCRE / INMETRO de acordo com a ABNT NBR ISO / IEC 17025, sob o Nº CAL 0056



De acordo com o procedimento descrito, os valores característicos determinados para o conjunto pistão-cilindro, seguem abaixo:

TABELA I

PISTÃO CILINDRO	FAIXA DE INDICAÇÃO (psi)	AREA EFETIVA (m ²)	DESVIO PADRÃO (m ²)	COEFICIENTE DE DEFORMAÇÃO λ (MPa ⁻¹)
Baixa	2 ~ 500	80,689174 x 10 ⁻⁶	1,573x 10 ⁻⁸	-3,128x 10 ⁻⁴
Alta	200 ~ 10000	4,030858 x 10 ⁻⁶	3,29x 10 ⁻¹⁰	1,627x 10 ⁻⁶

Os valores a seguir referem-se as massas de cada peso e respectiva pressão determinada de acordo com a equação:

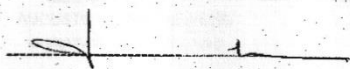
$$p = \frac{m (1 - \rho_a / \rho_m) \times g_n}{A_{0,20}} \times 1,450377 \times 10^{-4} \text{ psi}$$

g_n = aceleração da gravidade normal: 9,80665 m/s²

ρ_a = massa específica do ar: 1,2 kg/m³

ρ_m = massa específica dos pesos: 8,000 kg/m³

$A_{0,20}$ = área efetiva (m²)


AUGUSTO V. R. DE CARVALHO
SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao instrumento calibrado. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende de prévia autorização da ABSI. A reprodução do documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rua General Lecor, 979 - CEP 04213-021 - Fone: (55) 11 2273-1341 - Fone/Fax: (55) 11 2914-2233 - Ipiranga - São Paulo - SP
C.N.P.J. 01.944.840/0001-75 - Insc. Est. 148.966.634.114 - e-mail: absi@absi.com.br - Home Page: www.absi.com.br



Service Comércio de Instrumentação Ltda.


Continuação do Certificado de Calibração ABSi Nº BAL - 733 / 11
 Laboratório de Calibração Acreditado pela CGCRE / INMETRO de acordo
 com a ABNT NBR / IEC 17025, sob o Nº CAL 0056

FL. 03 / 05



TABELA II

IDENTIFICAÇÃO DAS MASSAS	VALOR NOMINAL (psi)	m.(1-pa/pm) (kg)	PRESSÃO (psi)
Pistão 4299/86	2,00	0,1181	2,0815
4299/86 1	1,00	0,0566	0,9976
4299/86 2	1,00	0,0566	0,9976
4299/86 3	1,00	0,0566	0,9976
4299/86 4	1,00	0,0566	0,9976
4299/86 5	5,00	0,2831	4,9895
4299/86 6	10,00	0,5663	9,9826
4299/86 7	10,00	0,5664	9,9844
4299/86 8	10,00	0,5663	9,9826
4299/86 9	40,00	2,2666	39,953
4299/86 10	40,00	2,2666	39,953
4299/86 11	40,00	2,2664	39,950
4299/86 12	40,00	2,2664	39,950
4299/86 13	40,00	2,2665	39,952
4299/86 14	40,00	2,2664	39,950
4299/86 15	40,00	2,2664	39,950
4299/86 16	40,00	2,2665	39,952
4299/86 17	40,00	2,2664	39,950
4299/86 18	40,00	2,2665	39,952
4299/86 19	40,00	2,2665	39,952
4299/86 20	40,00	2,2665	39,952


 AUGUSTO V.R. DE CARVALHO
 SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente ao instrumento calibrado. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende de prévia autorização da ABSi. A reprodução do documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rua General Lecor, 979 - CEP 04213-021 - Fone: (55) 11 2273-1341 - Fone/Fax: (55) 11 2914-2233 - Ipiranga - São Paulo - SP
 C.N.P.J. 01.944.840/0001-75 - Insc. Est. 148.986.634.114 - e-mail: absi@absi.com.br - Home Page: www.absi.com.br


Service Comércio de Instrumentação Ltda.

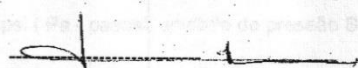
 Continuação do Certificado de Calibração ABSi Nº BAL - 733 / 11
 Laboratório de Calibração Acreditado pela CGCRE / INMETRO de acordo
 com a ABNT NBR / IEC 17025, sob o Nº CAL 0056

FL. 04 / 05



TABELA II

IDENTIFICAÇÃO DAS MASSAS	VALOR NOMINAL (psi)	m.(1-pa/pm)	
		(kg)	PRESSÃO (psi)
Pistão 4299/86	200,0	0,5667	199,97
4299/86 1	20,0	0,0566	19,969
4299/86 2	20,0	0,0566	19,969
4299/86 3	20,0	0,0566	19,969
4299/86 4	20,0	0,0566	19,969
4299/86 5	100,0	0,2831	99,880
4299/86 6	200,0	0,5663	199,83
4299/86 7	200,0	0,5664	199,87
4299/86 8	200,0	0,5663	199,83
4299/86 9	800,0	2,2666	799,78
4299/86 10	800,0	2,2666	799,78
4299/86 11	800,0	2,2664	799,71
4299/86 12	800,0	2,2664	799,71
4299/86 13	800,0	2,2665	799,75
4299/86 14	800,0	2,2664	799,71
4299/86 15	800,0	2,2664	799,71
4299/86 16	800,0	2,2665	799,75
4299/86 17	800,0	2,2664	799,71
4299/86 18	800,0	2,2665	799,75
4299/86 19	800,0	2,2665	799,75
4299/86 20	800,0	2,2665	799,75


 AUGUSTO V.R.DE CARVALHO
 SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao instrumento calibrado. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende de prévia autorização da ABSi. A reprodução do documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rua General Lecor, 979 - CEP 04213-021 - Fone: (55) 11 2273-1341 - Fone/Fax: (55) 11 2914-2233 - Ipiranga - São Paulo - SP
 C.N.P.J. 01.944.840/0001-75 - Insc. Est. 148.966.634.114 - e-mail: absi@absi.com.br - Home Page: www.absi.com.br



Service Comércio de Instrumentação Ltda.

Continuação do Certificado de Calibração ABSI Nº BAL - 733 / 11

FL 05 / 05

Laboratório de Calibração Acreditado pela CGCRE / INMETRO de acordo com a ABNT NBR ISO / IEC 17025, sob o Nº CAL 0056



A incerteza do conjunto (pistão cilindro e coleção de massas):

Conjunto Baixa = 0,020%
Conjunto Alta = 0,016%

A incerteza foi calculada de acordo com o documento ISO GUM - GUIDE to the EXPRESSION of UNCERTAINTY in MEASUREMENT (SEGUNDA EDIÇÃO - AGOSTO-2003), para os valores iguais ou maiores à 10% do limite superior a da faixa de indicação. A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %.

Para medição de pressão fora das condições de referência, os valores apresentados na tabela II, deverão ser multiplicados pelo fator:

$$\frac{g}{g_n} \times \frac{1}{[1 + (\alpha_c + \alpha_p)(t - 20)]}$$

g = aceleração da gravidade local (m/s^2)

g_n = aceleração da gravidade normal: $9,80665 (m/s^2)$

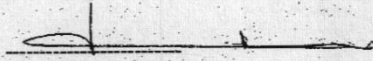
t = temperatura ($^{\circ}C$) do conjunto pistão cilindro

α_c, α_p = coeficientes de dilatação térmico linear do cilindro e pistão.

OBSERVAÇÕES:

1) Este relatório é válido exclusivamente para a Balança de Peso Morto Pressurements, modelo: M 2200-3, série: 4299/86, número de identificação: não consta, faixa de indicação: 2 ~ 10000 psi, não sendo extensivo a qualquer lote, mesmo que similar.

2) $1 Pa = 1,450377 \times 10^{-4} psi$ (Pa - pascal, unidade de pressão SI)


AUGUSTO V. R. DE CARVALHO
SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Os resultados apresentados no presente documento tem significação restrita e se aplicam somente ao instrumento calibrado. A utilização dos mesmos para fins promocionais depende de prévia autorização da ABSI. A reprodução do documento para outros fins só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Rua General Lecor, 979 - CEP 04213-021 - Fone: (55) 11 2273-1341 - Fone/Fax: (55) 11 2914-2233 - Ipiranga - São Paulo - SP
C.N.P.J. 01.944.840/0001-75 - Insc. Est. 148.966.634.114 - e-mail: absi@absi.com.br - Home Page: www.absi.com.br