

FABRICAÇÃO DE DOBRADORA HIDRÁULICA DE PEQUENO PORTE

Paulo Henrique de Oliveira Ferreira¹

Rafael de Oliveira Silva²

RESUMO

O propósito deste artigo visa comentar a narrativa da dobração de chapas, apresentar os princípios hidráulicos e mecânicos, mencionar sua importância e aplicações, com isso produzir um padrão para referência e estudos aplicados na universidade.

Palavras-chave: Pressão. Óleo. Atuador.

¹ Graduando em Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde.

² Orientador, Professor Especialista em Instrumentação e Controle de Processos Industriais

1. INTRODUÇÃO

Dobradoras manuais, em geral, possuem um funcionamento simples, podendo ser utilizadas na dobração de chapas não muito grossas, esses equipamentos não utilizam cilindros hidráulicos, portanto, sua eficiência é reduzida. A dobradora hidráulica realiza uma conformação a frio em materiais de espessuras muito significativas e com uma produtividade e resultados mais rápidos e eficazes, tendo um papel muito importante nos avanços tecnológicos, pois, antes disso, os materiais precisavam ser martelados até atingir a forma requisitada.

A dobradora hidráulica trabalha em cima de um teorema físico, graças ao físico e matemático francês Blaise Pascal (1623-1662), que afirma que a ampliação da pressão desempenhada em algum ponto em um fluido ideal em comedimento, desloca-se completamente a todos os pontos desse fluido e das paredes do reservatório que a comporta, ou seja, com uma força pequena, um sistema hidráulico é apto a gerar pressões extremamente elevadas em um equipamento. (FIALHO, 2011)

A prensa hidráulica tem uma importância muito grande no setor industrial, pode-se tomar como exemplo os setores alimentícios na fabricação de utensílios de cozinha, metalúrgicas na conformação de chapas e vigas, laboratórios industriais para extrair minerais de matéria-prima para análise de propriedades.

Percebe-se que um sistema hidráulico está presente praticamente em todas as atividades industriais. O seu desempenho depende de três elementos básicos, são eles: bomba, atuador e acionamento de controle, sendo necessária toda uma estrutura referente a cada aplicação, possibilitando uma flexibilidade na utilização. Nas dobradoras hidráulicas, a chapa passa por uma deformação por flexão que é possível mediante à força que o cilindro hidráulico exerce sobre a chapa para superar a sua resistência (PALMEIRA, 2014).

A dobradora será aplicada no laboratório de oficina mecânica da Universidade de Rio Verde e tem como finalidade servir como forma de estudo e aperfeiçoamento dos equipamentos e conhecimentos dos acadêmicos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Construir uma dobradora hidráulica de chapas, de pequeno porte, capaz de conformar chapas de até 2 mm em aços austeníticos e ferríticos, proporcionando assim uma maior agilidade e facilidade na realização dessas tarefas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- Apresentar a história do procedimento de dobragem de chapas;
- Apresentar aplicações dos sistemas hidráulicos;
- Apresentar os componentes do sistema hidráulico;
- Obter um modelo do equipamento para universidade como referencial.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A dobradora hidráulica pode ser fabricada de várias maneiras para diferentes tipos de aplicações, porém, essas máquinas mantêm o mesmo princípio de funcionamento hidráulico, mudando apenas o tipo de trabalho a ser realizado. Uma prensa, por exemplo, utiliza o mesmo conceito, mas ao invés de realizar dobras como a dobradora, essa prende um material sobre uma superfície a fim de aumentar a pressão de contato e extrair ou moldar alguns materiais ou minerais.

A figura 1 apresenta um exemplo de uma dobradora, que possui um acionamento hidráulico por cilindros e também um mecânico por freio engate. São utilizadas para conformar chapas de acordo com a matriz que está sendo instalada, normalmente estreitas e longas.

Figura 1 - Dobradora Hidráulica



Fonte: WESSMÁQUINA (2016)

O funcionamento desse equipamento depende de alguns itens básicos:

- Cilindro hidráulico: é um atuador mecânico aplicado para distribuir uma força sobre um trajeto linear. Para melhor entendimento, é um elemento que produz o movimento. Sua função é transformar energia hidráulica em energia mecânica (FIERGS, 2013).

Figura 2 - Cilindro (Atuador)



Fonte: PREVINIRSEG (2015).

- Bomba Hidráulica: esse equipamento é usado nos circuitos hidráulicos, transformando energia mecânica em energia hidráulica. O funcionamento mecânico gera um vácuo fragmentário no acesso da bomba, assim o fluido do tanque é forçado pela pressão atmosférica, mediante a linha de sucção, a introduzir na bomba. A bomba irá deslocar o fluido para o orifício de descarga, empurrando por intermédio de um sistema hidráulico. Esses

equipamentos são classificados, geralmente, em dois tipos: hidrodinâmicas e hidrostáticas (GOMES; ANDRADE; FERRAZ, 2008).

A figura 3 ilustra um modelo de bomba hidráulica utilizadas nesse sistema.

Figura 3 - Bomba hidráulica



Fonte: PREVINIRSEG (2015).

- Válvulas de controle de pressão: em geral, têm a finalidade de ajustar pressão, direção ou o volume de fluidos, são empregadas na maioria dos sistemas hidráulicos industriais, tendo como funções o estabelecimento da pressão máxima do sistema e o ajuste de pressões em partes dele. Essas válvulas são classificadas em função do tipo de conexão, tamanho e faixa de operação. Um exemplo de válvula controladora de pressão pode ser visto na figura 4.

Figura 4 - Válvulas controladoras de pressão



Fonte: APOSTILA PARKER HIDRÁULICA

- Válvulas de controle direcional: consistem de uma estrutura munida de acessos intrínsecos que são vinculados e desvinculados por um elemento portátil. Nesse tipo de válvula, o elemento móvel é o carretel que realiza a mudança de direção do fluxo de óleo proveniente de uma bomba hidráulica, encaminhando-o a um determinado atuador (GOMES; ANDRADE; FERRAZ, 2008).

Existe uma interpretação simbólica gráfica normalizada, de forma que para sua interpretação, as válvulas são classificadas quanto ao:

- Número de posições;
- Número de vias
- Posição habitual.

Quanto ao número de posições, pode-se observar nas figuras 5,6 e 7, a seguir, que as válvulas são representadas simbolicamente por quadrados. A quantidade de quadrados interligados representa o número de posições diferentes que uma válvula pode ter. Essas válvulas possuem no mínimo duas posições que condizem com a quantidade de manobras que poderão realizar. As figuras 5,6 e 7 demonstra a simbologia de posições, número de vias, e os tipos de vias.

Figura 5 - Posições de válvulas



Fonte: APOSTILA PARKER HIDRÁULICA.

Número de Vias: Consiste no número de conexões que uma válvula poderá assumir

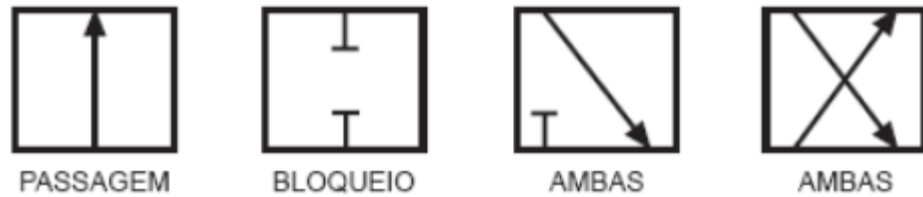
Figura 6 - número de vias



Fonte: APOSTILA PARKER HIDRÁULICA

Existe a representação de via de passagem, vias de bloqueio ou integração das mesmas.

Figura 7 - Tipo de passagem



Fonte: APOSTILA PARKER HIDRÁULICA

A Posição Habitual baseia-se na posição de descanso, ou seja, a posição da válvula quando ela ainda não foi acionada.

- Estrutura: a estrutura mecânica da dobradora pode ser constituída de vários tipos de materiais, sejam eles em aço fundido, aço carbono, ferro fundido e outros.
- Reservatório de óleo: geralmente, são fabricados de quatro paredes (na maioria das vezes, de aço carbono com tinta), base abaulada, em cima plano com placa de suporte, quatro apoios; linhas de sucção, regresso e drenos; visualizador de quantidade de óleo; respiro e tampa para óleo; placa defletora (GOMES; ANDRADE; FERRAZ, 2008).

No tocante ao funcionamento, a placa defletora impede que um fluido do retorno vá direto para a linha de sucção, gerando uma área de descanso, onde sujeiras maiores decantam, o ar eleva-se à superfície do fluido e permite que o calor ali seja dissipado para as paredes do reservatório. A figura 8 ilustra um tipo de reservatório de fluido hidráulico.

Figura 8 - Reservatório de Fluido Hidráulico



Fonte: KLEIN (2014)

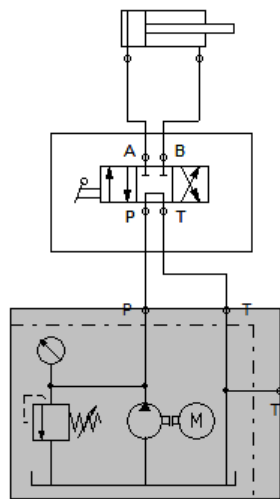
Tem-se, assim, como não menos importante, o fluido que alimenta o sistema hidráulico. Geralmente, os sistemas hidráulicos estão munidos de filtros, responsáveis por reduzir resíduos e impurezas que podem estar no sistema, esses podem obstruir a passagem de óleo pelos tubos ou mangueiras; e os reservatórios, por sua vez, têm como importante papel o de armazenar o fluido com segurança e qualidade. (PAVANI, 2011).

Assim, percebe-se a abrangência de aplicação que esses equipamentos têm e sua importância para o mercado da indústria, tarefas como conformar ou prensar chapas e materiais, que, manualmente, seriam de extrema dificuldade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Logo abaixo segue o diagrama hidráulico representativo do circuito aplicado na dobradora, esse circuito é composto de uma bomba hidráulica, motor elétrico, atuador, reservatório de óleo, mangueiras, manômetro, válvulas direcionais e reguladoras de pressão. A figura 9 mostra o esquema de ligação e funcionamento de parte do circuito.

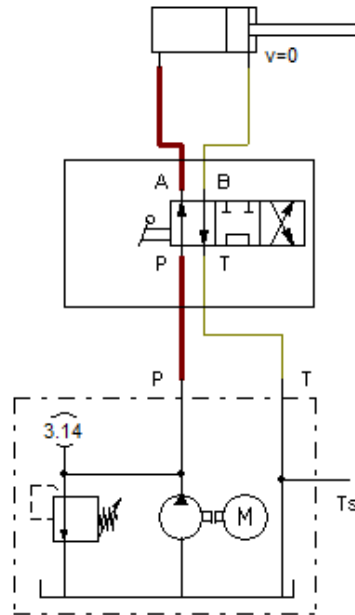
Figura 9 – Circuito hidráulico



Fonte: Próprio autor

Os diagramas abaixo representam a válvula de controle direcional de 4/3 vias. Quando acionado o avanço por alavanca, a válvula permitirá a passagem do fluido até o cilindro onde o mesmo vai avançar no sentido de conformar a peça, como pode ser visto através da figura 10.

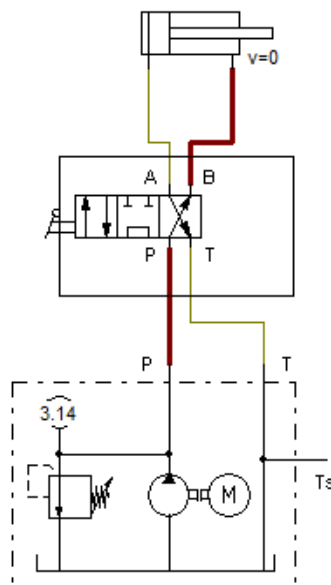
Figura 10 – Posição de avanço



Fonte: Próprio autor.

Quando acionado retorno, a válvula também dará passagem de fluido para o cilindro só que dessa vez na direção oposta, ou seja, ao contrário do que executado no avanço, o cilindro irá recuar, nesse momento a chapa já foi conformada conforme ilustra a figura 11.

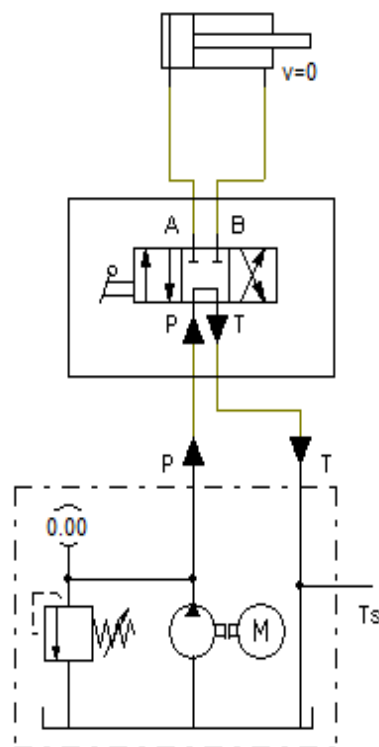
Figura 11 – Posição de retorno



Fonte: Próprio autor.

Quando a válvula está em sua posição normal de descanso, o óleo apenas recircular em seu reservatório deixando a bomba sob baixa pressão de acordo com a figura 12

Figura 12 – Posição de recirculação



Fonte: Próprio autor.

O atuador utilizado é um cilindro hidráulico de capacidade de 4,5 TON, com curso de 100mm e diâmetro da haste de 30mm. Ele foi representado em todos os diagramas acima e está localizado no topo do circuito com o índice de velocidade indicando zero. Para a condução de fluido de uma posição a outra será utilizado mangueiras com conexões e roscas.

3.1 PERDAS DE CARGA DISTRIBUÍDAS E LOCALIZADAS

O cálculo de velocidade é necessário para descobrir a taxa da variação em que o fluido passa pela tubulação por um determinado tempo. Esse dado associa-se à resistência que ele terá ao ser conduzido de um local para o outro. De acordo com (FIALHO,2011), a equação (1) é necessária para calcular a velocidade do fluido para esse caso é:

$$V = 121,65 \times P^{\left(\frac{1}{3,3}\right)} \quad (1)$$

Em que:

- P = a pressão máxima do sistema em Bar
- V = velocidade em cm/s

O projeto tem como pressão máxima 80bar, conforme Lima (2017), aplicando a equação 1, logo tem-se: *Velocidade* = 459,00 cm/s.

Para determinar o diâmetro admissível da tubulação, aplica-se a equação (2):

$$Dt = \sqrt{\frac{Q}{0,0015 \times \pi \times V}} \quad (2)$$

Em que:

- Q = vazão Máxima do sistema (l/min)
- Dt = diâmetro interno no tubo (cm)
- V = velocidade recomendada para tubulação (cm/s)
- 0,015 = fator de conversão

A vazão Q, utilizada na equação, foi obtida de acordo com (LIMA,2017), aplicando a equação (2), tem-se: *Dt* = 0,8044 cm

O diâmetro calculado é apenas referencial, visto que, comercialmente, essa medida não é fabricada, sendo necessário pesquisar no catálogo do fabricante qual é maior ou igual ao valor calculado. De acordo com a tabela disposta no anexo A, a melhor escolha de tubulação para aplicação será de 1/2” com diâmetro interno de 0,87 cm.

Com os dados acima, é necessário calcular o número de Reynolds para determinar o regime de escoamento do fluido. É importante identificar a viscosidade do óleo, sendo assim, nesse projeto, o óleo utilizado é um ISO VG 68. A regime de escoamento do fluido para esse sistema deve ser laminar, para efeito de cálculo, aplicar a equação (3) seguinte:

$$RE = \frac{v \times dt}{\nu} \quad (3)$$

Em que:

- V = velocidade (cm/s)
- D_t = diâmetro interno (cm)
- ν = viscosidade em St
- RE = número de Reynolds

Substituindo as variáveis com seus respectivos valores, tem-se: $RE = 587,25$.

Considerando o anexo B, conclui-se que o regime de escoamento é laminar. Portanto, adequa-se ao projeto.

Deve-se considerar que existem dois tipos de perda de carga:

- Perda de carga distribuída.
- Perda de carga localizada.

A perda de carga distribuída, se caracterizada como a resultante do deslizamento das camadas do fluido uma sobre a outra, transforma parte da energia cinética em calor. A perda de carga localizada resume-se nas singularidades que compõe o sistema, como curvas, conexões registros etc.

As perdas localizadas podem ser facilmente identificadas de acordo com a tabela que o fabricante de acessórios fornece. Essa perda de carga é dada em comprimento equivalente. O comprimento total da tubulação pode ser calculado conforme a equação (4).

$$LT = L1 + L2 \quad (4)$$

Em que:

- $L1$ = comprimento da tubulação em linha reta
- $L2$ = comprimento equivalente das singularidades
- LT = comprimento total da tubulação

O anexo C apresenta a tabela de perdas de cargas das singularidades. O sistema de dobramento possui 8 curvas 90° , de raio longo, com diâmetro de $1/2''$. O comprimento da tubulação em linha reta ($L1$) foi mensurado e se equivale a 539,00 cm.

Aplicando a equação (4), tem-se: $LT = 698,92 \text{ cm}$.

Para calcular a perda de carga distribuída, é necessário conhecer a densidade do fluido utilizado, ou seja, sua relação entre a massa e o volume. O anexo D descreve a ficha técnica do fluido.

Enfim, a equação (5) para calcular a perda de carga distribuída e localizada é dada por:

$$\Delta P = \Psi \frac{5 \times LT \times \rho \times V^2}{Dt \times 10^{10}} \quad (5)$$

Leia-se:

- $\Delta P =$ perda de carga na tubulação, distribuída e localizada (bar)
- $\Psi =$ fator de Atrito (Admissional)
- $LT = L1 + L2$
- $\rho =$ massa específica do fluido (ISO VG 68)
- $dt =$ diâmetro interno do tubo comercial
- $\frac{5}{10^{10}} =$ fator de Conversão

Conforme o Anexo E, para o fator de atrito, adotar-se-á o tubo como flexível e temperatura constante. Tem-se, assim: $\Delta P = 9,45 \text{ bar}$.

3.2 PERDAS DE CARGA NAS VÁLVULAS DA LINHA DE PRESSÃO

Além das perdas de cargas mencionadas anteriormente, percebe-se também a perda de carga que se localiza na linha de pressão. É válido considerá-las, pois elas são muito significativas para o sistema, não podendo ser ignoradas. Vê-se, como exemplo, no sistema da dobradora a válvula de controle direcional.

Na maioria das vezes, o fabricante fornece a perda de carga no acessório ou em catálogo, que contém um gráfico que possibilita obter tais dados. Encontra-se, no anexo F, o gráfico necessário para descobrir a perda de carga na válvula.

Quadro 1 -

Fluxo	Símbolo	E	L	T
P>A	CURVA	3	1	5
P>B		3	1	3
A>T		1	2	6
B>T		1	2	6

Fonte: Próprio autor.

A válvula utilizada no sistema é a do tipo “E”. Com o anexo F, associa-se a vazão máxima da bomba com o número da linha de cada fluxo; logo à esquerda, verifica-se a perda de carga em cada via. De acordo com o anexo F, há as seguintes perdas:

Quadro 2 -

Fluxo	Linha	Perda de carga
P → A	3	1,6 Bar
P → B	3	1,6 Bar
A → T	1	1,4 Bar
B → T	1	1,4 Bar
		6 Bar

Fonte: Próprio autor.

3.3 PERDA DE CARGA TOTAL

Para obter a perda de carga total do sistema, basta somar as perdas de cargas localizadas e distribuídas com a perda de carga na válvula direcional e tem-se a seguinte equação (6):

$$\Delta PT = \Delta P + dP \quad (6)$$

Leia-se:

- $\Delta PT =$ perda de carga total do sistema
- $\Delta P =$ perda de carga distribuída e localizada
- $dP =$ perda de carga nas válvulas da linha de pressão

Logo: $\Delta PT = 15,45$ Bar.

A análise final da perda de carga dá-se pela inequação (7):

$$PN > PTb + \Delta PT \quad (7)$$

Em que:

- $PN =$ pressão nominal (80 bar)
- $PTb =$ pressão de Trabalho (LIMA, 2017)

- $\Delta PT = \text{perda de carga total do sistema}$

Afirma-se que para que o sistema funcione corretamente, a pressão nominal tem que ser maior que a somatória da de trabalho com a perda de carga.

3.4 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

O dimensionamento do reservatório é de extrema importância para evitar custos elevados ou o mal funcionamento do equipamento. É no reservatório que se encontra o fluido ativo que percorrerá todo o sistema, passando por válvulas, atuadores e outras singularidades. Portanto, é necessário conhecer o tamanho do reservatório para que não falte ou exceda a quantidade de óleo necessária. A quantidade de fluido acomodado no reservatório tem que ser suficiente para manter o sistema por um tempo mínimo de 3 minutos, antes que vá para o retorno. (FIALHO, 2011)

Conforme anteriormente citado, tem-se que:

Vol. Reservatório deve ser no mínimo = 42 litros ou 0,042 mos ou 0,042 m³

4 CONCLUSÃO

O projeto construído atendeu os objetivos almejados, o artigo apresentou a história da dobradora, aplicações e seus componentes. O projeto foi executado a partir de materiais estruturais em aço carbono 1045, com proteção e segurança de acordo com a NR-12. Na execução do projeto não foi possível instalar o reservatório especificado anteriormente, sendo assim o que foi aplicado é de capacidade de 22,68 litros.

A dobradora utilizou todos os componentes citados anteriormente como, motor, bomba, cilindros, válvulas, reservatório, tubos e conexões. Sua construção foi feita de forma manual, e em execução atendeu as expectativas propostas.

O modelo ficará em posse da universidade de rio verde como referencial para estudos aplicados e aperfeiçoamento do projeto, sendo assim alcançando os objetivos propostos nesse artigo. A dobradora foi testada e em funcionamento demonstrou agilidade e facilidade nas dobras de chapas de até 2mm, sem nenhum problema mecânico ou elétrico, tudo ocorreu da forma como previsto e coerente com os esforços.

ABSTRACT

This paper has as main aim to comment about the narrative of plate folding, to present the hydraulic and mechanical principles, to mention its importance and applications, thereby to produce a standard for reference and applied studies at university.

Keywords: Pression. Oil. Actuator.

REFERÊNCIAS

FIALHO, A. B. *Automação hidráulica: projetos dimensionamento e análise de circuitos*. 6. Ed. São Paulo: Erica, 2011.

Ficha técnica óleo iso vg 68. Disponível em:

http://mobil.moovelub.com/sites/default/files/mobil_hidraulico_68_pds_2011.pdf. Acesso em: 01 nov. 2017.

FIERGS. Manual Básico de segurança em prensas e similares. Disponível em:

<http://www.prevenirseg.com.br/curso_nr12/apresentacoes/RQManual%20Seguran%C3%A7a%20Prensas%20e%20Similares.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2016.

GOMES; ANDRADE; FERRAZ, 2008. Apostila de hidráulica. Disponível em:

<<http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanicageneral/CURSO%20BINACIONAL%20URUGUAY-BRASIL%202011/PLC/apostila-completa.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2016.

PALMEIRA, A. A. Processos de dobramento e calandragem. Disponível em:

<<http://www.fat.uerj.br/intranet/disciplinas/Processos%20de%20Fabricacao%20IV/Cap%207%20-%20Dobramento.pdf>>. Acesso em: 17 set 2016.

PARKER. Treinamento de hidráulica. Disponível em:

<http://www.parker.com/parkerimages/br/download/training/pdf/trans_hidraulica.pdf>. Acesso em: 11 out. 2016.

PAVANI. Comandos pneumáticos e hidráulicos. Disponível em:

<http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_ctrl_proc_indust/tec_autom_ind/comand_pneum/161012_com_pneu_hidr.pdf>. Acesso em: 13 out. 2016.

ANEXOS

ANEXO A – Diâmetros de Tubos Comerciais (ERMETO)

Diâmetro Externo		Espessura da Parede (cm)	Diâmetro Interno (cm)	Pressão Máxima (bar)	Peso por 100m (kg)
cm	in				
0,40		0,10	0,20	601,35	7,0
0,50		0,10	0,30	400,24	10,0
0,60		0,10	0,40	300,18	12,0
0,60		0,15	0,30	601,35	17,0
0,64	1/4	0,11	0,42	294,30	12,0
0,64	1/4	0,15	0,34	588,60	17,0
0,80	5/16	0,10	0,60	294,30	15,0
0,80	5/16	0,15	0,50	412,02	24,0
0,95	3/8	0,16	0,63	319,81	28,0
0,95	3/8	0,20	0,55	490,50	37,0
1,00		0,15	0,70	294,30	31,0
1,00		0,20	0,60	458,13	40,0
1,20		0,15	0,90	228,57	39,0
1,20		0,20	0,80	343,35	49,0
1,27	1/2	0,20	0,87	343,35	52,0
1,27	1/2	0,15	0,97	228,57	41,0
1,40		0,15	1,10	209,93	46,0
1,40		0,20	1,00	306,01	59,0
1,50		0,20	1,10	280,57	64,0
1,60	5/8	0,15	1,30	177,56	54,0

ANEXO B – Limites de escoamento para Reynolds

Limites de Escoamento	
Escoamento Laminar	$Re \leq 2000$
Escoamento Indeterminado	$2000 < Re < 2300$
Escoamento Turbulento	$Re \geq 2300$

ANEXO C – Perdas de carga por singularidades

Diâmetro		Cotovelo 90° R. Longo	Cotovelo 90° R. Médio	Cotovelo 90° R. Curto	Cotovelo 45°	Curva 90° R. Longo	Curva 90° R. Curto	Curva 45°
Cm	Pol.							
Comprimento equivalente - L ₂ (Cm)								
0,32	1/8	10,01	10,01	10,01	10,01	10,01	10,01	10,01
0,64	1/4	19,99	20,24	30,00	10,01	10,01	19,99	10,01
0,95	3/8	19,99	30,00	40,01	19,99	19,99	19,99	19,99
1,27	1/2	30,00	40,01	50,01	19,99	19,99	30,00	19,99
1,59	5/8	30,00	50,01	59,99	19,99	19,99	30,00	19,99
1,91	3/4	40,01	59,99	70,00	30,00	30,00	40,01	19,99
2,22	7/8	40,01	59,99	70,00	30,00	30,00	40,01	40,01
2,54	1	50,01	70,00	80,01	40,01	30,00	50,01	19,99
2,86	1.1/8	60,02	80,01	100,00	50,01	40,01	59,99	30,00
3,18	1.1/4	70,00	89,99	110,01	50,01	40,01	59,99	30,00
3,49	1.3/8	80,01	100,00	119,99	59,99	50,01	69,85	30,00
3,81	1.1/2	88,58	110,01	181,18	59,99	50,01	69,85	30,00
4,13	1.5/8	100,00	119,99	140,00	70,00	50,01	80,01	30,00

ANEXO D – Fator de atrito

$\Psi =$	$\frac{64}{Re}$	Para tubos rígidos e temperatura constante.
	$\frac{75}{Re}$	Para tubos rígidos e temperatura variável ou para tubos flexíveis e temperatura constante.
	$\frac{90}{Re}$	Para tubos flexíveis e temperatura variável.

ANEXO E – Ficha técnica óleo ISO VG 68 (Mobil)

Características Típicas	Método	Resultados
ISO VG		68
Viscosidade		
cSt @ 40°C	ASTM D 445	61,2/74,8
cSt @ 100°C, típ.	ASTM D 445	8,1
Índice de Viscosidade, mín.	ASTM D 2270	90
Ponto de Fulgor (°C), mín.	ASTM D 92	204
Ponto de Mínima Fluidez, °C, máx.	ASTM D 97	-3
Cor, máx.	ASTM D 1500	4
Densidade (20°C), típ.	ASTM D 4052	0,8780

ANEXO F – Válvula controladora direcional. Fonte: Catálogo REXROTH

