

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

METUZAEL PEREIRA BATISTA

**REDIMENSIONAMENTO DE SISTEMA HIDRAULICO UTILIZADO EM
PLATAFORMA DE DESCARGA VISANDO A ECONOMIA**

CASCADEL - PR

2019

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

METUZAEL PEREIRA BATISTA

**REDIMENSIONAMENTO DE SISTEMA HIDRAULICO UTILIZADO EM
PLATAFORMA DE DESCARGA VISANDO A ECONOMIA**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador: Me. Eng. Mecânico Carlos Alberto Breda

**CASCADEL - PR
2019**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
METUZAEEL PEREIRA BATISTA

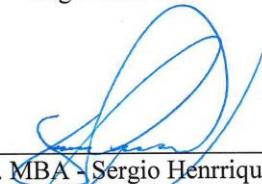
REDIMENSIONAMENTO DE SISTEMA HIDRAULICO UTILIZADO EM
PLATAFORMA DE DESCARGA VISANDO A ECONOMIA

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor Me. - **Carlos Alberto Breda**

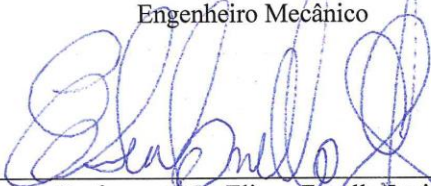
BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof. Me. Carlos Alberto Breda
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânica



Professor : Me. MBA - Sergio Henrique Rodrigues Mota
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico



Professor : Me. Elizeu Zanella Junior
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico

Cascavel, 27 Junho de 2019.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus Pais, meus irmãos e amigos, pelo apoio e compreensão, eles são meus alicerces, minha força e motivação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida, pelo ar que respiro, pela força que ele tem me dado em todos esses anos para superar os momentos difíceis que me deparei ao longo do curso, agradeço por essa oportunidade de estar realizando mais um sonho, e que permitisse que tudo isso acontecesse. Sem ele nada seria.

Aos meus pais Ely Batista e Marinete Pereira Batista, e aos meus irmãos por serem essenciais na minha vida, onde me deram as condições necessárias e incentivo durante os anos de faculdade para concluir mais um objetivo na minha vida.

De maneira bastante especial, agradeço ao meu orientador, professor Carlos Alberto Breda, não tenho nem palavras pela grande pessoa que esse homem é, agradeço pela paciência, dedicação, por não desistir de mim, e ele será sempre uma referência profissional em minha vida, um exemplo a ser seguido.

Gostaria de deixar também o meu profundo agradecimento aos professores Sergio H. R. Mota, que me aconselhou e incentivou a encarar os desafios, e ao professor José Claudio Terra por me auxiliar no princípio das ideias para a elaboração do TCC.

Aos meus amigos de trabalho, por toda a ajuda e apoio durante este período tão importante da minha formação acadêmica.

A todo corpo docente, por todos os conselhos e ajuda durante os meus estudos. A todos os meus amigos que me apoiaram em todos os momentos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tombador Hidráulico	16
Figura 2 – Representação de instalação dos modelos de tombadores.....	18
Figura 3 – Desenho esquemático de instalação do tombador	19
Figura 4 – Rendimento do sistema hidráulico	22
Figura 5 – Esquema geral de um sistema hidráulico.....	23
Figura 6 – Circuito geral de um sistema hidráulico.....	24
Figura 7 – Grupo de acionamento e reservatório hidráulico.....	25
Figura 8 - Unidade de potência hidráulica.....	25
Figura 9 – Funcionamento bomba de engrenagem.....	27
Figura 10 – Número de posições	35
Figura 11 – Número de vias	36
Figura 12 – Identificação da via.....	36
Figura 13 – Acionamento de Válvulas direcionais.....	37
Figura 14 – Identificação da via.....	38
Figura 15 – Tipos comuns de cilindros.....	40
Figura 16 – Cilindros telescópico	41
Figura 17 – Sistema de Descarga SD 10 S.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Características técnicas dos modelos de tombadores.	17
Tabela 02 - Classificação dos sistemas segundo a N. F. P. A.	26

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1: FORÇA.....	20
EQUAÇÃO 2: PRESSÃO DE TRABALHO.....	21
EQUAÇÃO 3: TRABALHO.....	21
EQUAÇÃO 4: POTÊNCIA.....	21
EQUAÇÃO 5: POTÊNCIA.....	21
EQUAÇÃO 6: ENERGIA CONSUMIDA.....	22
EQUAÇÃO 7: VAZÃO DO FLUIDO.....	28
EQUAÇÃO 8: VAZÃO DO FLUIDO.....	28
EQUAÇÃO 9: VAZÃO DA BOMBA.....	28
EQUAÇÃO 10: POTÊNCIA DE ACIONAMENTO DA BOMBA.....	29
EQUAÇÃO 11: VOLUME DO RESERVATÓRIO.....	29
EQUAÇÃO 12: DIÂMETRO INTERNO DA TUBULAÇÃO.....	38
EQUAÇÃO 13: VELOCIDADE PARA TUBULAÇÃO.....	39
EQUAÇÃO 14: PRESSÃO DE TRABALHO DO CILINDRO.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

CV - Cavalos De Potência

Kgf - Quilograma-força

S - Segundos

SD - Sistema de Descarga

SD 10 S - Sistema de Descarga com 10 metros de plataforma sobreposto a obra civil

Ton - Tonelada

1 SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVO DA PESQUISA	13
1.1.1.	OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.2	JUSTIFICATIVA	13
1.3	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	14
1.4	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	14
1.5	FORMULAÇÃO DE HIPÓTESE	14
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1	PLATAFORMA DE DESCARGA – TOMBADORES HIDRÁULICOS	15
2.2	SISTEMAS HIDRÁULICOS.....	19
2.2.1	CONCEITOS FUNDAMENTAIS	20
2.2.2	ESQUEMA GERAL DE UM SISTEMA HIDRÁULICO	23
2.2.3	UNIDADE DE POTÊNCIA HIDRÁULICA.....	24
2.2.4	CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS HIDRÁULICOS.....	26
3	METODOLOGIA	42
3.1	ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	42
3.2	MATERIAIS.....	42
4	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	43
4.1	CARACTERÍSTICA DO PRODUTO - SD 10 S	43
4.2	EXPECIFICAÇÃO DA PRESSÃO DE TRABALHO E DO CILINDRO	44
4.3	CÁLCULO DA VAZÃO DA BOMBA	46
4.4	CÁLCULO DA POTÊNCIA DO MOTOR	46
4.5	CÁLCULO DO TEMPO DE CICLO DE DESCARGA	47

4.6	VOLUME DO RESERVATÓRIO	47
5	CONCLUSÃO	49
6	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	50
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro apresentou um enorme crescimento baseado em técnicas e inovações, entre elas destaca-se o sistema de descarga de produtos a graneis (Tombadores). O processo de descarga é efetuado de maneira simples, prática, rápida e eficaz, reduzindo consideravelmente as filas nas centrais de recebimento dos produtos. O principal objetivo da pesquisa é o redimensionamento dos equipamentos hidráulicos, pelo fato do produto em si, lançado no mercado, estar com um valor de venda superior aos demais concorrentes. A metodologia do trabalho de pesquisa consiste no levantamento de informações técnicas e no conhecimento das funções dos componentes hidráulicos redimensionados através de algumas literaturas adequadas, bem como os respectivos equacionamentos utilizados para dimensionar o sistema, abordando os cálculos e seleção dos componentes hidráulicos que irão garantir o funcionamento do equipamento a ser estipulado. Na apresentação dos resultados será detalhado o desenvolvimento dos cálculos mais importante no dimensionamento do sistema hidráulico e demonstrado o resultado final da pesquisa. Palavras-chave: Plataforma de Descarga, Sistema hidráulico, Redimensionamento

1.1 OBJETIVO DA PESQUISA

1.1.1. OBJETIVO GERAL

A realização desse trabalho tem a finalidade de fazer uma avaliação dos equipamentos do sistema hidráulico e dimensionar um sistema adequado que realize o trabalho necessário atribuídas às funções exercidas a plataforma de descarga (tombador).

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os cálculos dos componentes hidráulicos que irão exercer o funcionamento do implemento a ser dimensionado.
- Especificar os componentes que serão alterados.

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido a necessidade da constante evolução, o estudo sobre novas tecnologias dos sistemas hidráulicos vem sendo cada vez mais estudados e questionados, gerando uma necessidade de incrementar a eficiência e confiabilidade dos sistemas hidráulicos.

Os sistemas hidráulicos são amplamente utilizados na construção, agricultura e indústria fabril, também em máquinas pesadas como guindastes, escavadeiras, entre outros. Portanto, é essencial para o estudante de engenharia estudar sobre os princípios da hidráulica, compreender o conceito de potência e fatores relacionados, para assim criar novos projetos, no intuito de aumentar a produtividade e diminuir os custos das empresas, tornando-se fundamental para a formação acadêmica.

Linsingen (2013) afirma que os sistemas hidráulicos possuem características que os tornam especialmente recomendados para uma série de aplicações, no entanto, apresenta também limitações que devem ser consideradas, como a escolha do tipo de sistema a ser empregado, principalmente se a aplicação for compatível com sistemas mecânicos, elétricos ou pneumáticos.

1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Em busca de reduzir o custo do sistema hidráulico aplicado a um modelo de uma plataforma de descarga mais conhecido como tombador, essa pesquisa buscou responder o seguinte questionamento: Como realizar um dimensionamento de um sistema hidráulico adequando que não exceda a potência demandada pelo sistema atual?

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho tem como finalidade dimensionar os componentes do sistema hidráulico, que serão definidos de acordo com os estudos a serem realizados. Não será realizado nenhum dimensionamento estrutural dos componentes hidráulicos e da plataforma do tombador.

1.5 FORMULAÇÃO DE HIPÓTESE

Relembrando um princípio enunciado por Lavoisier, onde ele menciona “*Na natureza nada se cria e nada se perde tudo se transforma*”. Realmente não podemos criar uma nova energia tão pouco destruí-la, mas sim transformá-la em novas formas de energia.

Esse trabalho pretende chegar à conclusão que o sistema hidráulico para a aplicação tem a possibilidade de redução de custos podendo consequentemente, reduzir os equipamentos principais do sistema e que os mesmos atendam a necessidade do trabalho, dessa forma haverá uma economia considerável no produto.

Porém, podemos concluir que não há possibilidade de redução dos custos do mesmo, devendo manter os equipamentos utilizados no sistema atual.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PLATAFORMA DE DESCARGA – TOMBADORES HIDRÁULICOS

A agilidade no processo de armazenagem de grãos é um ponto que é cada vez mais discutido e procura-se achar soluções que aperfeiçoem o processo. Por esse motivo, a linha de tombadores hidráulicos foi projetada visando o rápido descarregamento dos produtos procedentes das lavouras e, conseqüentemente, mais velocidade nos processos posteriores a esses.

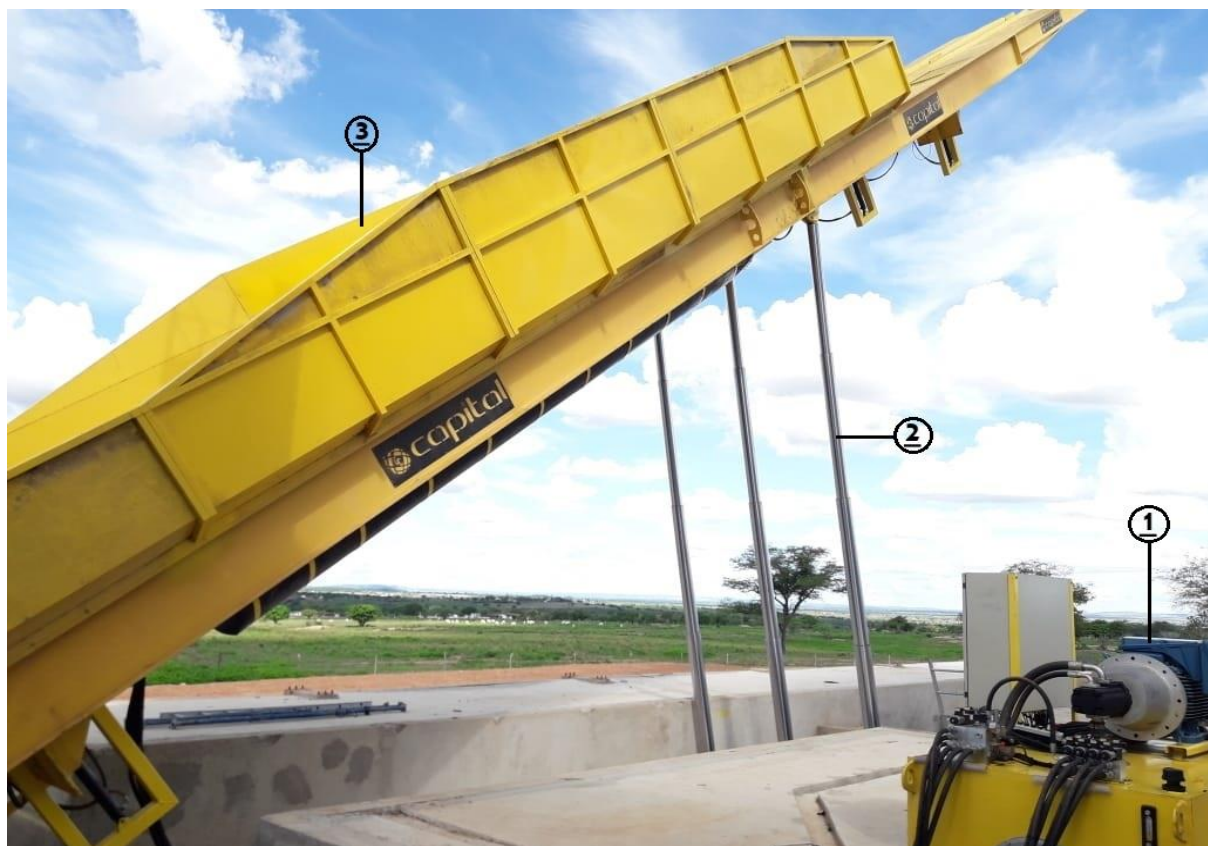
Os tombadores são instalados em unidades de recebimento e armazenagem de cereais. A armazenagem, por sua vez, é uma rede indispensável no setor agrícola, já que é responsável por receber a produção, conservá-la em condições físicas, químicas e biológicas ideais para redistribuí-la posteriormente ao consumidor.

Segundo (Weber, 2005), nas unidades de recebimento dos graneis, a descarga de caminhões graneleiro pode ser feita de mais de uma forma, sendo a primeira delas tradicional, a descarga manual, onde o caminhão descarrega sobre a moega, abrindo inicialmente pequenos registros de descargas sob a carroceria para aliviar a pressão sobre as tampas laterais e traseiras. As tampas estando abertas descarrega-se parte da massa por gravidade, ficando o restante a ser removido de forma manual através de pessoas utilizando pás e rodos. E a segunda forma de descarga é obtida através da utilização de tombadores hidráulicos basculante localizada sobre a moega, esta forma vem crescendo com a utilização do sistema, especialmente pela agilidade com que caminhões de qualquer porte podem ser descarregados com o máximo de rapidez e com mínima mão-de-obra.

Normalmente para descarregar um caminhão de 23 toneladas (Caminhão *truck*), leva-se em média de 10 a 15 minutos (descarga manual). Para diminuir esse tempo, valores que estão próximos aos 5 minutos, algumas unidades tem empregado como processo de descarga os tombadores hidráulicos. Neste processo o caminhão carregado estaciona sobre uma plataforma metálica basculante, que é inclinada a 40º graus por cilindros hidráulicos para descarregar o produto armazenado no caminhão, e é empregado o conjunto eletro hidráulico de acionamento de todas as funções do sistema com parâmetros a depender da capacidade do caminhão (Tabela1).

São utilizados equipamentos e dispositivos a fim de que a plataforma seja elevada e o produto escoe, das caçambas para dentro das moegas. A figura 1 mostra uma imagem com detalhes de cada um dos itens que compõem esse equipamento.

Figura 1 – Tombador Hidráulico



(Fonte: Balanças Capital, 2019).

1. Unidade Hidráulica – É formada por reservatório hidráulico, bomba, motor elétrico, quadro de comando elétrico, válvulas e outros componentes. Essa parte do equipamento é responsável pelo controle e por fornecer a pressão hidráulica e vazão de fluido aos cilindros hidráulicos, de modo que os mesmos tenham força necessária para elevar a plataforma, mais a carga.
2. Cilindros Hidráulicos – São responsáveis por fazer a elevação da plataforma. Possuem a finalidade de transformar a energia hidráulica previamente condicionada no sistema de controle em energia mecânica.
3. Plataforma – É a parte onde o caminhão fica posicionado e também permite o basculamento do mesmo a um ângulo de 40°, para assim conduzir o produto para

dentro da moega, fazendo algo semelhante a uma calha. Esta estrutura necessita ser forte o suficiente para suportar a carga máxima para qual foi dimensionada.

Atualmente o tombador se tornou um equipamento indispensável para cooperativas, armazéns, depósitos, etc. Existem modelos que suportam de 35 a 110 toneladas, podendo ser móveis, sobrepostos, embutidos e com balança. São instalados em obra civil própria para tal modelo ou acomodados em obras já existentes.

Estes são os modelos e suas respectivas aplicações:

- SD 10 – Para operação de caminhão toco, truck e carretas desacopladas.
- SD 12 – Para operação de caminhão toco, truck 4 eixos.
- SD 18 – Para operação de caminhão toco, truck, carretas.
- SD 21 – Para operação de caminhão toco, truck, carretas e bi-trens.
- SD 25 – Para operação de caminhão toco, truck, carretas, bi-trens e rodotrens.
- SD 26 – Para operação de caminhão toco, truck, carretas, bi-trens e rodotrens.

Onde,

SD = Sistema de Descarga

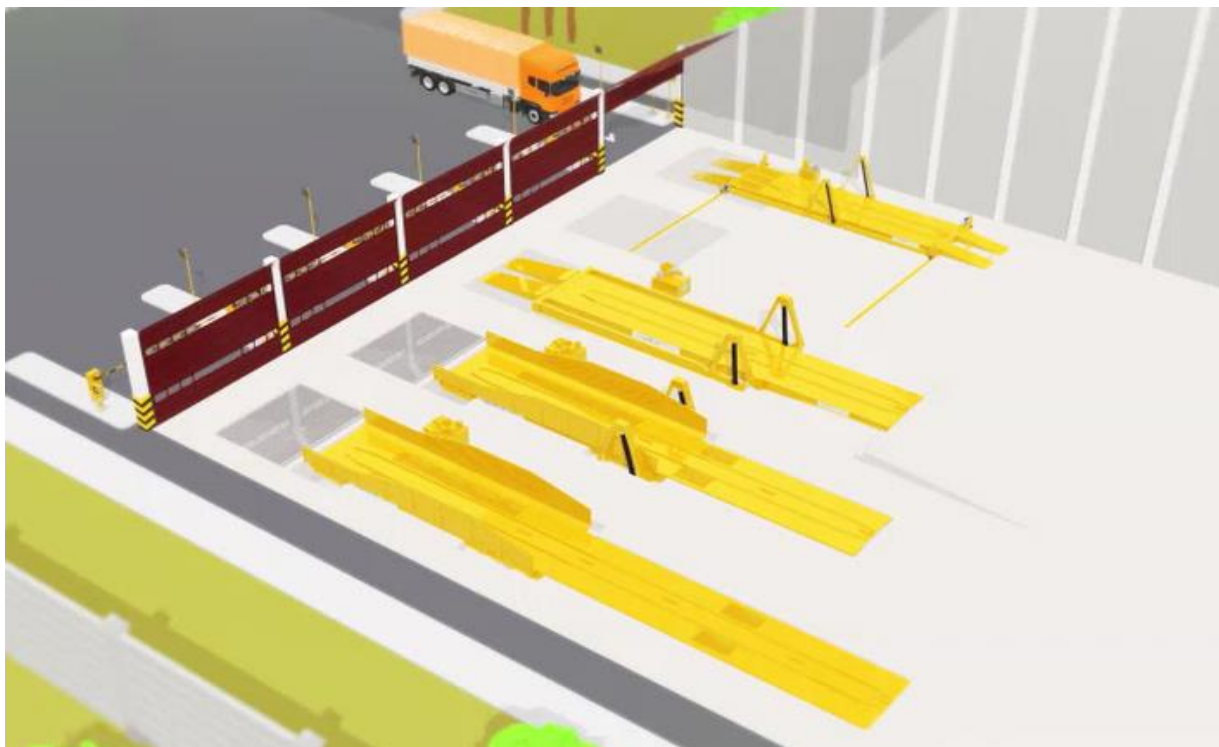
10 – 26 = Comprimento da plataforma do tombador

Tabela 01 - Características técnicas dos modelos de tombadores.

Modelo	Capacidade	Ângulo de descarga	Potência do motor	Tempo de operação		Comprimento	Largura
	(caminhão + carga)			Subida	Descida		
SD 10	35.000Kg	40°	25cv	90s	90s	10 metros	3 metros
SD 12	45.000Kg	40°	30cv	75s	75s	12 metros	3 metros
SD 18	80.000Kg	40°	50cv	120s	120s	18 metros	3 metros
SD 21	90.000Kg	40°	60cv	180s	180s	21 metros	3 metros
SD 25	100.000Kg	40°	75cv	180s	180s	25 metros	3 metros
SD 26	110.000Kg	40°	75cv	180s	180s	26 metros	3 metros

(Fonte: Balanças Capital, 2019).

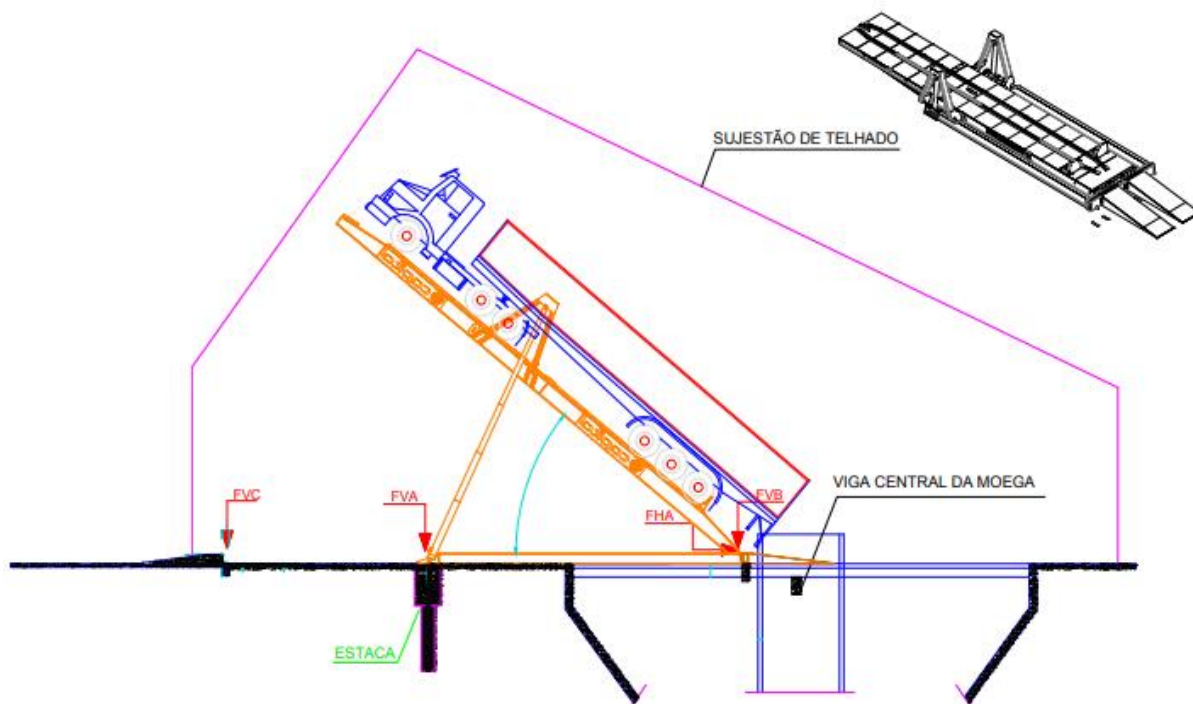
Figura 2 – Representação de instalação dos modelos de tombadores



(Fonte: Balanças Capital, 2019).

A demanda desse produto tem aumentado em função dos grandes volumes de graneis colhidos nas últimas safras. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, “a estimativa da produção de grãos, para a safra 2018/19, é de 235,3 milhões de toneladas. O crescimento deverá ser de 3,4% ou 7,7 milhões de toneladas acima da safra anterior”. Logo a instalação de plataformas em unidades de recebimento se torna cada vez mais atrativo, pois à medida que as tecnologias são agregadas nas etapas que a antecedem no ciclo, esse se mostra cada vez mais necessário reduzindo o tempo de descarga, as filas de caminhões no recebimento, o custo operacional e aumentando praticidade na operação.

Figura 3 – Desenho esquemático de instalação do tombador



(Fonte: Balanças Capital, 2019).

2.2 SISTEMAS HIDRÁULICOS

A hidráulica tem sua importância reforçada desde o século XIX, demarcando seu território e determinando suas especificações na prática da engenharia. Sendo originária do grego, a palavra hidráulica significa a união de *hydra* (água) e *aulos* (condução), vocábulo introduzido na linguagem científica internacional a partir do século XIX (CUNHA, 2001).

Segundo Silva (1877), a hidráulica era parte da Física e da Matemática que ensinava a conduzir, levantar as águas e fazer máquinas que serviam para elevá-las, por meio de vapor e outras potências moventes. Hidráulica é o estudo das características e uso dos fluidos sob pressão.

A hidráulica tem sido muito importante para a indústria como uma das três principais formas de transmissão de potência. Tendo como vantagem o rápido controle de velocidade e inversão extremamente rápida. Além de ter o sistema auto

lubrificado e compacto quando comparado com outros sistemas de transmissão de potência como o mecânico (GOMES; ANDRADE; FERRAZ, 2011).

Linsingen (2003), afirma que um sistema hidráulico é um conjunto de elementos físicos convenientemente associados que, utilizando um fluido como meio de transferência de energia, permite a transmissão e controle de forças e movimentos. O autor afirma ainda que um sistema hidráulico é o meio pelo qual uma forma de energia de entrada é convertida e condicionada de modo a ter como saída, energia mecânica útil. Os fluidos hidráulicos constituem o meio para a transferência de energia em qualquer sistema hidráulico, devendo possuir características que se combinam com as dos componentes de sistemas, e que favoreçam a operação adequada destes sob diversas circunstâncias como, por exemplo, em ambientes agressivos ou sujeitos a elevadas variações de temperatura, ou ainda em aplicações de sistemas que requeiram elevadas e rápidas variações de pressão.

Serrano (2007), afirma que a maior evolução no controle dos sistemas hidráulicos ocorreu no século passado, particularmente na segunda guerra mundial. Assim, este sistema foi evoluindo em diversas áreas como agricultura, transporte, aviação, náutica, máquinas para movimento de terra e máquinas de ensaios de fadiga. Atualmente, os sistemas de controle de sistemas hidráulicos continuam evoluindo devido ao avanço da eletrônica, da informática e da instrumentação.

2.2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Fluido é qualquer substância capaz de deformar-se continuamente e assumir a forma do recipiente que a contém. O fluido pode ser líquido ou gasoso. No caso de sistemas hidráulicos o fluido é líquido, já em sistemas pneumáticos o fluido utilizado é gasoso. A principal função do óleo hidráulico é a transmissão de força.

Força é definida como qualquer causa que tende a produzir ou modificar movimentos. Segundo a lei Newton:

$$F = m * a \quad (1)$$

Onde:

F = Força (N)

m = massa (kg)

a = aceleração (m/s²).

De acordo com essa Lei, para que se mude o estado de movimento de um objeto, é necessário exercer uma força sobre ele que dependerá da massa que ele possui. A aceleração, que é definida como a variação da velocidade pelo tempo, terá o mesmo sentido da força aplicada.

No óleo hidráulico, dizemos que há uma determinada pressão por parte do sistema hidráulico quando ocorre uma resistência ao fluxo de óleo que a bomba gera no sistema. A bomba não pode gerar a pressão, e sim a vazão de óleo. O responsável por gerar a pressão no circuito são as resistências que o óleo encontra durante sua trajetória.

Pressão é a força exercida por unidade de superfície.

$$P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Onde:

P = Pressão (bar)

F = Força (N)

A = Área (cm²).

Em hidráulica, a pressão é expressa em kgf/cm², atm ou bar. A pressão também poderá ser expressa em psi (Pound per square inch) que significa libra força por polegada quadrada, abrevia-se lbf/pol².

Trabalho é a aplicação de uma força através de um deslocamento:

$$T = F * d \quad (3)$$

Onde:

T = Trabalho (N.m ou J)

F = Força (N)

d = deslocamento (m).

Potência é a velocidade com que o trabalho flui através de uma carga em um determinado período de tempo:

$$P = \frac{T}{t} \quad (4)$$

Onde:

P = Potência (Watts)

T = Trabalho (J)

t = tempo (s).

Também pode ser expresso por:

$$P = F * V \quad (5)$$

Onde:

P = Potência (Watts)

F = Força (N)

V = velocidade de deslocamento (m/s).

Do ponto de vista prático poderíamos dizer que potência maior implica na capacidade de realizar um trabalho maior. Ex: Um automóvel que acelera mais rápido do que outro possui maior potência. Uma lâmpada que ilumina mais do que a outra, possui uma maior potência.

Energia é o tempo em que a potência é aplicada a uma carga. Note que a potência é uma característica de projeto do equipamento, enquanto que energia tem a ver com o tempo em que o equipamento é utilizado.

$$E = P * t \quad (6)$$

Onde:

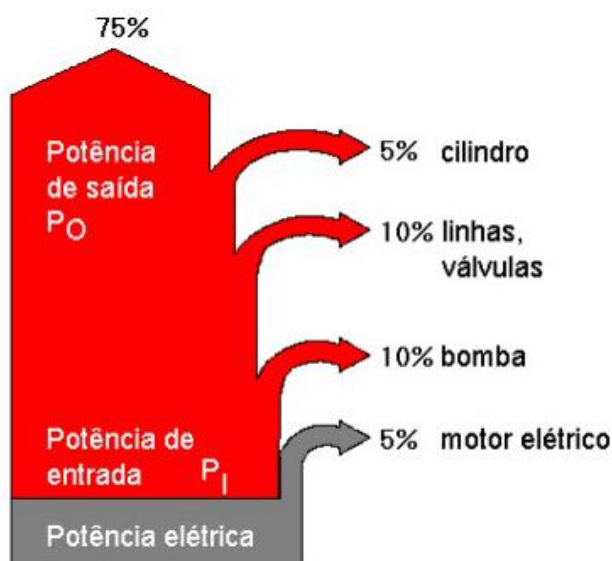
E = Energia (J ou kwh)

P = Potência (Watts)

t = tempo (segundos ou horas).

Rendimento é uma medida adimensional que expressa a quantidade de energia recebida por um dispositivo que é transformada em energia útil.

Figura 4 – Rendimento do sistema hidráulico



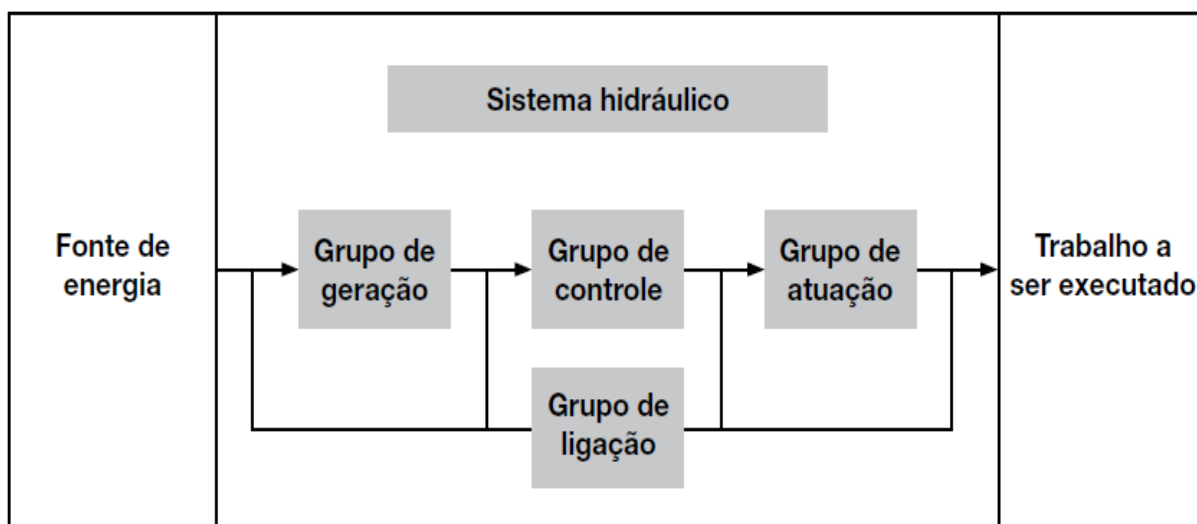
(Fonte: Balanças Capital, 2019).

Em sistemas hidráulicos, devido às perdas de cargas geradas pelos próprios elementos do circuito, como por exemplo, bombas, válvulas, curvas, cilindros, instrumentos de medida e, a própria tubulação, o aproveitamento final da energia fornecida ao circuito é cerca de 75%, conforme ilustrado na Figura 4.

2.2.2 ESQUEMA GERAL DE UM SISTEMA HIDRÁULICO

A configuração dos sistemas hidráulicos, salvo algumas exceções, é basicamente a mesma, sendo composta pela fonte primária de energia, a bomba, os controles de fluxo e pressão, as válvulas direcionais e, por fim, os atuadores que podem ser lineares ou rotativos, conforme exemplificado na Figura 5.

Figura 5 – Esquema geral de um sistema hidráulico



(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR).

Fonte de energia: motor elétrico ou à combustão.

Sistema hidráulico: gera, controla e aplica potência hidráulica.

Grupo de geração: transforma potência mecânica em hidráulica.

(BOMBAS HIDRÁULICAS).

Grupo de controle: controla a potência hidráulica.

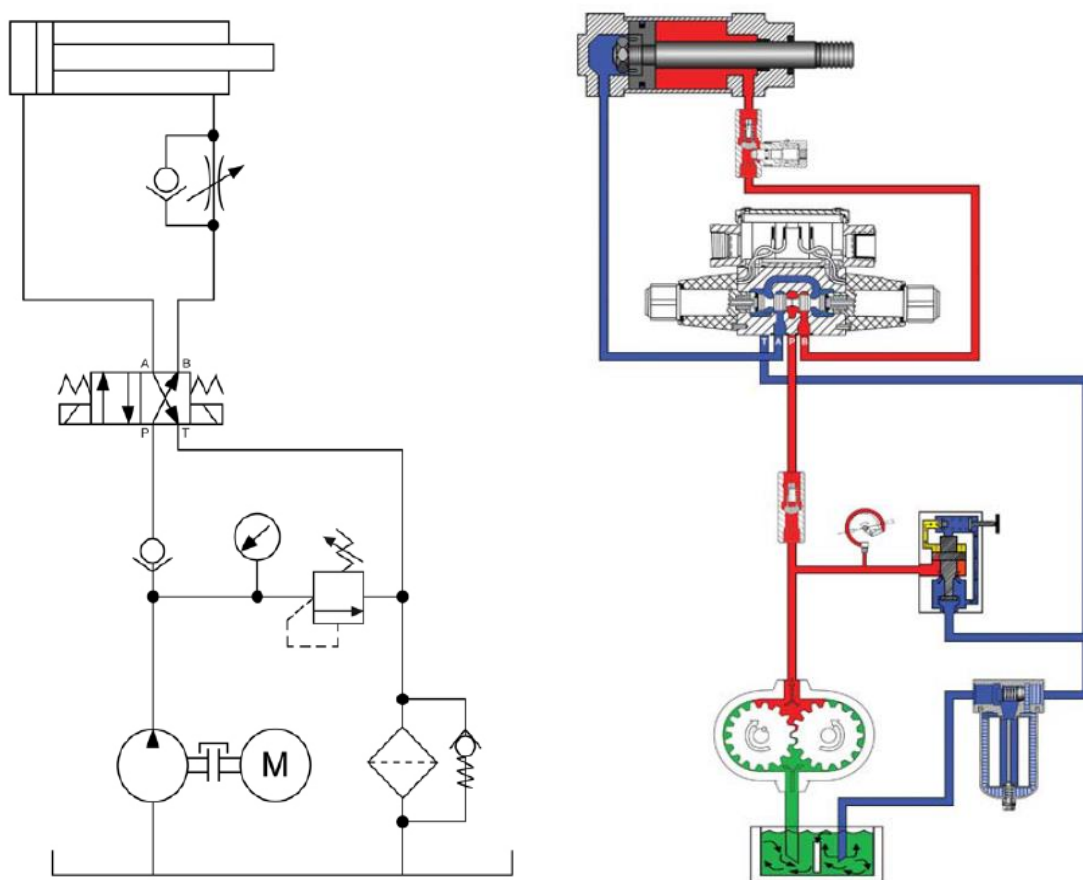
(COMANDOS E VÁLVULAS).

Grupo de atuação: transforma potência hidráulica em mecânica.

(CILINDROS E MOTORES).

Grupo de ligação: conexões, tubos e mangueiras.

Figura 6 – Circuito geral de um sistema hidráulico



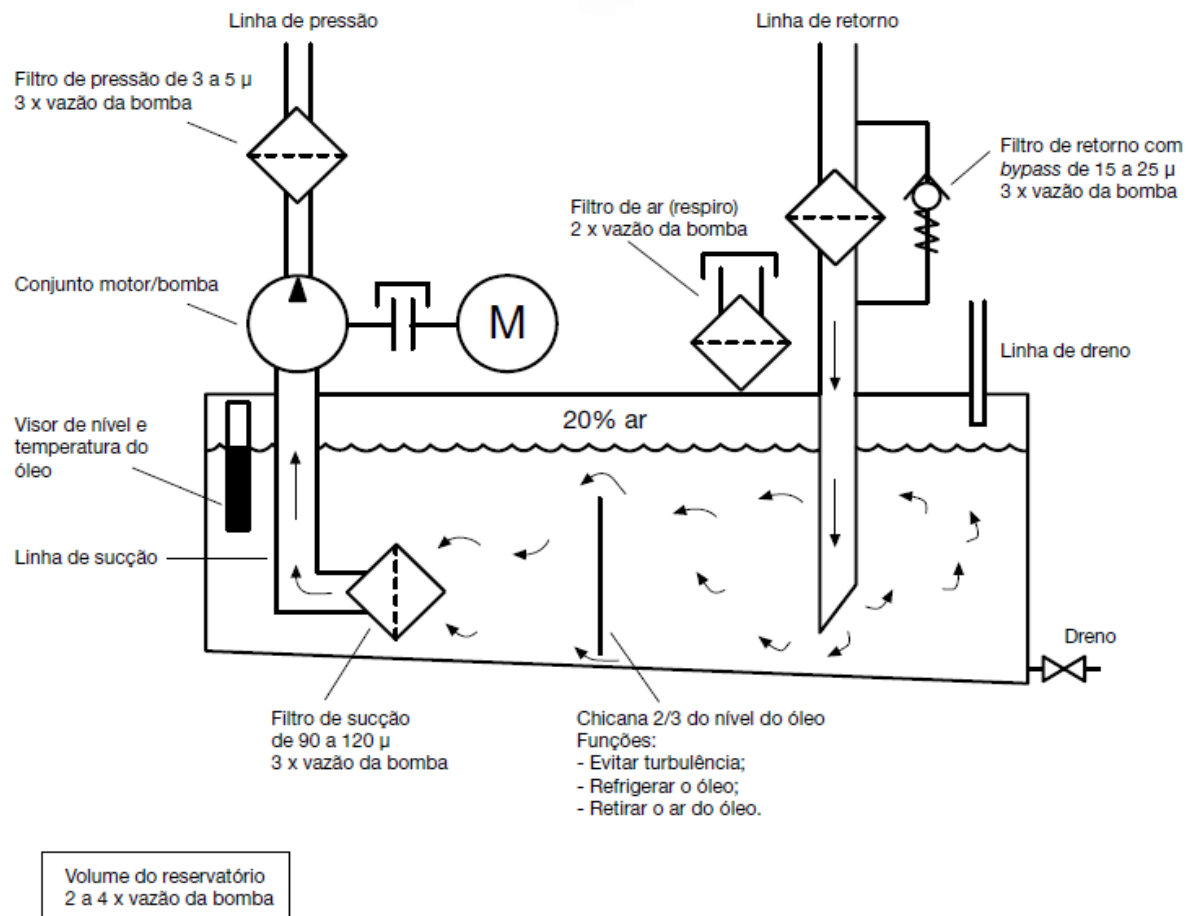
(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR).

2.2.3 UNIDADE DE POTÊNCIA HIDRÁULICA

A unidade de potência hidráulica é parte central da área hidráulica de um sistema e tem uma participação muito importante sobre os índices de desempenho e produtividade. O componente de força de transmissão de fluidos é frequentemente constituído por um modo de filtragem, válvulas de pequena dimensão, dispositivos que efetuam o bombeamento na transmissão de fluidos e outros componentes.

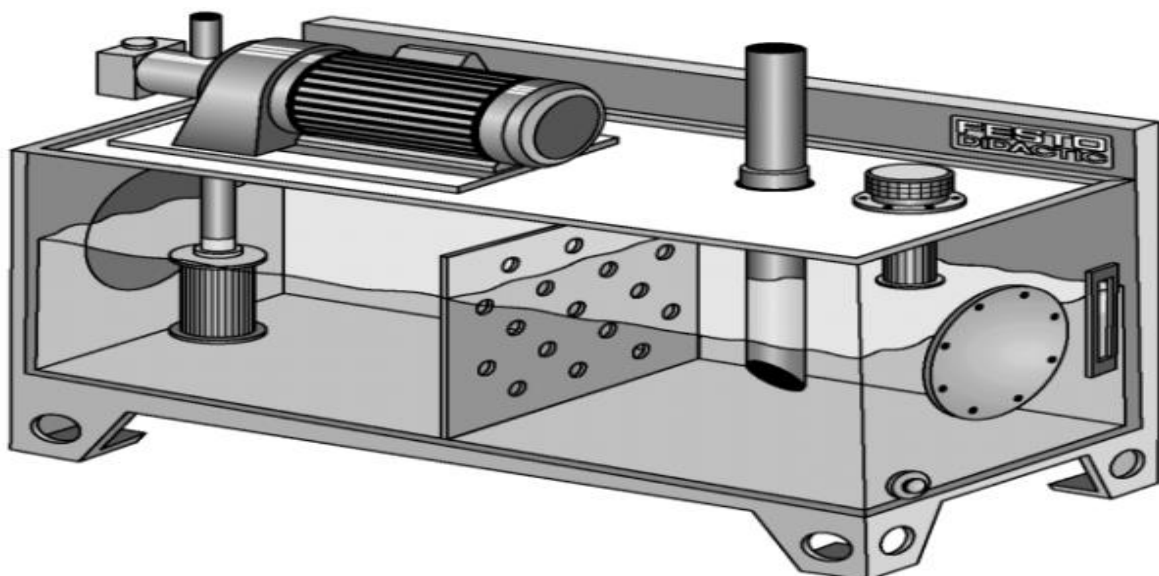
A unidade de potência hidráulica deve ter o seu projeto e desenvolvimento feito de modo não convencional e personalizado, e com dimensões variadas que vão de compactas até grande porte. Vale lembrar que a empresa responsável pelo fornecimento do material deve ter todo o conhecimento em projeto e desenvolvimento da unidade de potência hidráulica para que possa dar atendimento para as mais variadas aplicações.

Figura 7 – Grupo de acionamento e reservatório hidráulico



(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR)

Figura 8 - Unidade de potência hidráulica



Fonte: (Tecnologia, 1999)

2.2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS HIDRÁULICOS

Segundo a J.I.C. (*Joint Industry Conference*), extinta em 1967 e atual N.F.P.A. (*National Fluid Power Association*), afirma que os sistemas hidráulicos são classificados de acordo com a pressão nominal que pode ser observado na Tabela 2. Onde se classifica em 5 tipo de classes.

Tabela 02 - Classificação dos sistemas segundo a N. F. P. A.

Pressão		Classificação
Bar	Psi	
0 a 14	0 a 203,1	Sistemas de baixa pressão
14 a 35	203,1 a 507,76	Sistemas de média pressão
35 a 84	507,76 a 1218,68	Sistemas de média - alta pressão
84 a 210	1218,68 a 3046,62	Sistemas alta pressão
Acima de 210	Acima de 3046,62	Sistema de extra – alta pressão

(Fonte: Fialho, 2007)

2.2.4.1 BOMBAS HIDRÁULICAS

Para Neves (2005), a bomba hidráulica tem como função empurrar o óleo hidráulico para dentro do cilindro. As bombas geralmente incorporam pistões, palhetas ou engrenagens, como elementos de bombeamento. Pelo contrário do que normalmente se imagina a bomba não gera pressão. A pressão do óleo é resultado da resistência ao deslocamento do fluido. A bomba succiona, por diferença de pressão o óleo de dentro do reservatório, transformando em energia hidráulica a energia mecânica do motor acoplado.

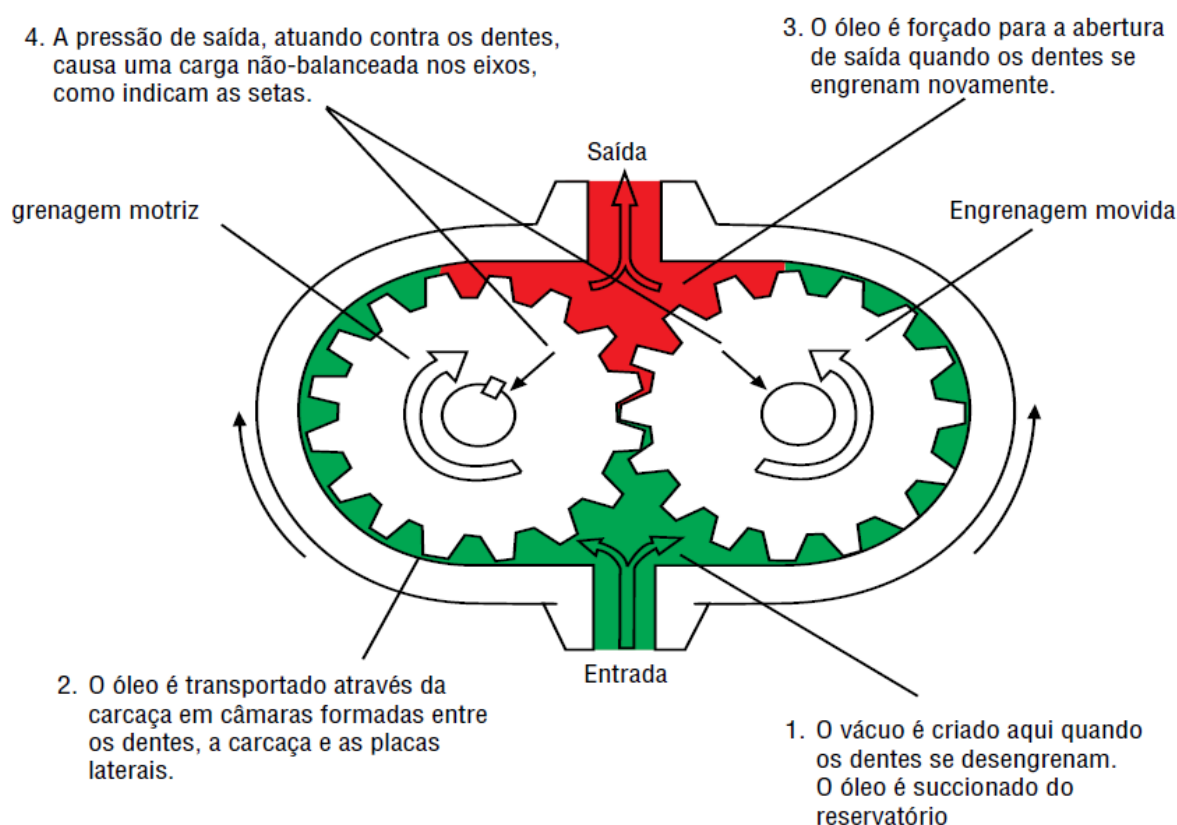
Segundo Palmieri (1997), a bomba hidráulica é responsável pela geração da vazão dentro de um sistema hidráulico.

Segundo Melconian, (2014) os funcionamentos de bombas se classificam em dois tipos:

- Hidrostáticas (pressão alta);
- Hidrodinâmicas (pressão baixa);

As bombas de engrenagens utilizadas nessa aplicação consistem basicamente de uma carcaça com orifícios de entrada e saída, e é formada por um par de engrenagens acopladas, que desenvolvem o fluxo transportando o fluido entre seus dentes, onde uma é a motora e a outra é a movida, uma bomba rotativa na qual as engrenagens giram para causar a ação de bombeamento conforme exemplificado na figura abaixo.

Figura 9 – Funcionamento bomba de engrenagem



(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR)

Fialho (2007) define vazão como sendo o volume de fluido descarregado pela bomba por unidade de tempo, ou ainda o produto entre a velocidade com que o

fluido se desloca em uma tubulação e a seção transversal desta, como está expresso nas equações a seguir, sua vazão no S.I. é dada em m³/s.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (7)$$

$$Q = v * A \quad (8)$$

Onde:

Q: vazão (m³/s);

V: volume (m³);

t: tempo (s);

v : velocidade do fluido (m/s);

A: área da seção transversal (m²).

Segundo Bosch (2013), a vazão de uma bomba hidráulica pode ser determinada conforme a equação

$$Q = \frac{V * n * nvol}{1000} \quad (9)$$

Onde:

Q: Vazão(l/m);

V: Deslocamento volume(cm³/rot);

n : rotação da bomba (rpm);

$nvol$: rendimento volumétrico (0,9 - 0,95);

2.2.4.2 MOTOR ELÉTRICO

Responsável por dar movimento à bomba hidráulica. Escolher um motor ideal é um passo importante para que se possa gerir um sistema de potência hidráulica. A escolha errônea de componentes pode gerar gastos desnecessários de energia, desperdício e até insuficiência no sistema, não obtendo os objetivos da instalação.

Ao escolher os componentes para um motor hidráulico a base é a potência da bomba, que deve atender os pré-requisitos do sistema sem exceder o necessário. É bastante comum que se opte por motores com capacidades muito superiores às

necessárias, porém isto resulta em desperdício de energia, pois o sistema opera com uma capacidade menor do que está preparado, mas gasta a mesma quantidade de energia quando operando em máxima capacidade.

O dimensionamento correto do motor para uma unidade de energia hidráulica pode economizar muitos recursos ao longo da vida útil do sistema.

Segundo Bosch (2013), a potência do motor elétrico é determinada conforme a equação (10).

$$Pan = \frac{p * Q}{600 * \eta_{ges}} \quad (10)$$

Onde:

Pan : Potência de acionamento da bomba (kW);

p : pressão operacional (bar);

Q : vazão(l/m);

η_{ges} : rendimento total (0,8 - 0,85)

2.2.4.3 DESLOCAMENTO

Conforme Fialho (2007), deslocamento é a quantidade de fluido que o motor recebe para uma rotação, ou então a capacidade de uma câmara multiplicada pelo número de câmaras que o mecanismo contém. Esse deslocamento é representado em litros por rotação (l/rot).

2.2.4.4 RESERVATÓRIO

Conforme Fialho (2011), o reservatório parece ser o elemento mais trivial de um circuito hidráulico, mas na realidade, por não estar sujeito a nenhum critério prévio de unificação, pode causar futuramente ao projetista inexperiente, algumas dificuldades quanto ao seu dimensionamento e posicionamento de elementos e acessórios.

Fialho (2011), ressalta que o volume mínimo do reservatório em litros ou galões deve ser no mínimo igual a três vezes a vazão da bomba em m³/s.

$$Vol. Reservatório \geq 3 * Vazao da bomba \quad (11)$$

Palmieri (1997), destaca que o fluido utilizado num sistema hidráulico qualquer deve ser armazenado de tal forma que ele nunca seja insuficiente ou excessivo. O reservatório, portanto, deve suprir tanto as necessidades mínimas como máximas do sistema hidráulico.

Segundo Renner (2010), o emprego primário do reservatório é no armazenamento do fluido, utilizado no sistema hidráulico dimensionado de acordo com a necessidade para aplicação. Outras funções do reservatório são dissipação de calor gerado no sistema hidráulico, separar o ar, a água e os materiais sólidos, o fluido e, em alguns casos, suporte da bomba, motor de acionamento e outros componentes de controle e segurança.

2.2.4.5 FILTROS

Caletti (2003), afirma que os filtros são os responsáveis pela redução a um nível aceitável do tamanho e da concentração de partículas contaminantes do fluido de trabalho, que acabariam diminuindo a vida útil dos componentes de um sistema hidráulico.

De acordo com Fialho (2011), existem dois tipos de filtros: o químico e o mecânico (figura 07). O filtro químico é utilizado em raras ocasiões, quando se requer uma limpeza absoluta do fluido, isto é, a anulação da acidez, alcalinidade etc., adquiridas durante um longo intervalo de uso do fluido. Já o filtro mecânico é de vital importância em todo sistema hidráulico pois ele é diretamente responsável pela sua vida útil.

Palmieri (1997), orienta que em um sistema hidráulico novo, após 50 horas de uso, os filtros devem ser removidos e limpos, ou trocados. Após 500 horas, repetir novamente essa operação, e realizar também a operação após 1000 horas, sob condições normais de trabalho, nunca excedendo a 2000 horas. Para serviços mais pesados, estabeleça uma escala de troca de 500 horas ou 90 dias.

2.2.4.6 FILTRO NA LINHA DE SUCÇÃO

Conforme Fialho (2007), o filtro colocado na linha de sucção determina uma resistência hidráulica, e, portanto, uma perda de pressão no ponto mais delicado do circuito, justamente onde a diferença de pressão disponível é de uma só atmosfera. Em tais condições, qualquer perda tem influência decisiva. Para alguns tipos de bomba, é completamente inadmissível o uso de filtros na sucção, em particular nas bombas de pistões radiais, cujo retorno é feito à base de molas contrapostas, pois a dificuldade de sucção comprometeria a rapidez e a regularidade desse movimento.

Em contrapartida, Fialho (2007), afirma que se houver o interesse na utilização de um filtro na linha de sucção, deve-se ter o cuidado para que ele seja dimensionado para uma vazão relativamente maior que a da bomba (normalmente o dobro). Em síntese, a única vantagem é assegurar a filtragem do óleo antes que ele atinja a bomba, o órgão mais importante do circuito.

2.2.4.7 FILTRO NA LINHA DE PRESSÃO

Para Fialho (2007), o filtro instalado no duto de pressão é muito menos perigoso que o montado na linha de sucção e quanto aos efeitos de perda de carga, suas malhas podem ser sumamente entupidas, conferindo assim uma elevada eficácia à sua função, devendo nesse caso ser substituído. A esse tipo de filtro pode ser incorporado uma válvula de retenção simples em *bypass*, funcionando como válvula de proteção.

Fialho (2007), ainda afirma que, esse tipo de filtro é geralmente utilizado quando se deseja fazer uma filtragem mais perfeita do fluido, a fim de prolongar o máximo possível a vida útil de um determinado componente do sistema, de alto custo de aquisição.

2.2.4.8 FILTRO DE RETORNO

Palmieri (1997), afirma que esse filtro é o responsável pela filtragem de todo fluido que retorna ao tanque, carregado de impurezas que foram absorvidas no ciclo do trabalho.

Para Fialho (2011), o filtro que entra é obrigado a passar pelo elemento filtrante condicionado a partir de um papel poroso especial de 10 micrômetros de abertura de poro, resultando assim uma excelente filtragem.

2.2.4.9 VÁLVULA DE CONTROLE

Linsingen (2003), afirma que a flexibilidade de direcionar o fluido a diferentes pontos do sistema hidráulico, promover desvios ou interromper o escoamento quando necessário constituem as características fundamentais do controle direcional clássico e são conseguidas por meio de válvulas de controle direcional que são tratadas como se possuíssem apenas comportamento discreto.

Souza (2012) cita De Negri (2001), onde a função da válvula é promover o direcionamento do fluido com uma vazão proporcional a um sinal de acionamento ou comando. Este sinal pode ser na forma de acionamento mecânico (alavanca, pedal, etc), pilotagem pneumática, hidráulica ou de natureza elétrica em corrente ou em tensão.

2.2.4.10 VÁLVULA CONTROLADORA DE PRESSÃO

Conforme Fialho (2007), a válvula controladora de pressão têm por função influir na pressão de um sistema. Em todo o sistema hidráulico é necessário a presença de elementos reguladores que limitem, regule, reduzam ou interrompam a elevação de pressão e permitam um controle sequencial de determinadas operações preestabelecidas ou instantâneas.

As válvulas controladoras de pressão podem ser divididas em três grupos:

- Válvula limitadora de pressão;

- Válvula de sequência de pressão;
- Válvula redutora de pressão.

2.2.4.11 VÁLVULA CONTROLADORA DE VAZÃO

Para Fialho (2007), as válvulas controladoras de vazão são usadas para regular a velocidade dos atuadores. Como sabemos, a velocidade é uma função da vazão que flui por uma tubulação, bem como sua seção transversal. Portanto, considerando que a bomba de um sistema hidráulico entrega uma vazão constante a um atuador, a velocidade com que ele se desloca pode ser controlada, variando a seção transversal em um ponto da tubulação que o alimenta.

Conforme Linsingen (2003), o controle da vazão pode, em princípio, ser realizado em qualquer parte de um sistema hidráulico, seja nas linhas de transmissão principais – para controlar diretamente a velocidade de motores lineares ou rotativos, para controlar ou limitar a vazão para algum componente do sistema, como o controle da velocidade de comutação de válvulas de grande porte ou a velocidade de resposta de bomba de deslocamento variável – seja nos sistemas de controle secundário.

Para Fialho (2007), de acordo com seu comportamento, as válvulas controladoras de vazão podem ser divididas em.

- Válvulas redutoras de vazão;
 - Dependentes da vazão e da viscosidade;
 - Dependentes da pressão e independente da viscosidade.
- Válvulas reguladoras de vazão;
 - Independente da pressão e dependentes da viscosidade;
 - Independente da pressão e da viscosidade.

2.2.4.12 VÁLVULAS DE ALÍVIO

Hermes (2004), afirma que as válvulas de segurança ou alívio controlam a pressão a montante abrindo automaticamente, quando essa pressão ultrapassa um

determinado valor para o qual a válvula foi calibrada, denominado pressão de abertura, a válvula fecha em seguida automaticamente, quando a pressão estiver abaixo da pressão de abertura. O princípio de funcionamento baseia-se em uma mola calibrada podendo ser interna, dentro do castelo da válvula, ou externa. Atualmente, grande parte das válvulas possuem a mola interna, por ser uma disposição construtiva mais fácil e segura. Essa válvula é chamada “de segurança” quando destinada a trabalhar com fluidos elásticos (vapor, ar, gases) e “de alívio” quando destinadas a trabalhar com líquidos, que são fluidos incompressíveis.

2.2.4.13 VÁLVULAS DE BLOQUEIO

Conforme Fialho (2007), as válvulas de bloqueio são elementos que impedem o fluxo de um fluido em um determinado sentido e permitem o livre fluxo no sentido contrário. Classificam-se em.

- Válvula de retenção simples;
- Válvula de retenção com desbloqueio hidráulico;
- Válvula de retenção pilotada germinada;
- Válvulas de sucção e preenchimento.

2.2.4.14 VÁLVULAS DIRECIONAIS

Conforme Fialho (2007), as válvulas direcionais são conhecidas também como “distribuidores”, são responsáveis pelo direcionamento do fluido dentro do sistema, possibilitando a extensão ou a retração de atuadores lineares, acionamento ou inversão de atuadores rotativos, desviando e direcionando o fluxo para onde ele seja necessário.

As denominações das válvulas direcionais referem-se ao número de conexões úteis e de posições de acionamento. As válvulas direcionais classificam-se basicamente em quatro tipos.

- Válvulas direcionais do tipo pistão ou esfera (*poppet type*);

Possuem internamente um pistão ou esfera apoiada em uma sede pela ação de uma mola.

- Válvulas direcionais do tipo carretel deslizante (*sliding spool*);

Consiste em um carretel usinado com ranhuras e rebaixos que desliza com folga mínima dentro de um corpo no qual são usinados diversos furos por onde entra e sai o fluido.

- Válvulas direcionais do tipo carretel rotativo (*Rotary spool*);

Consiste em um rotor que gira com folga dentro de um corpo.

- Válvulas direcionais do tipo proporcional (*proportional valves*).

O êmbolo pode ocupar infinitas posições intermediárias, controlando também pressão e vazão, pois o orifício de passagem do óleo aumenta ou diminui conforme a posição do êmbolo.

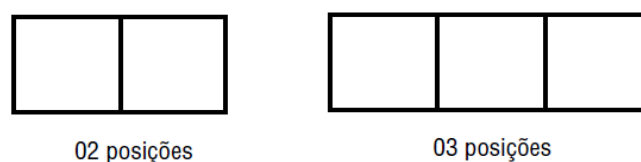
Segundo a Bosch (2013), as válvulas de carretel são as mais comuns utilizadas em hidráulica industrial.

Para identificação da válvula devemos considerar:

- Número de posições;

O número de quadrados unidos representa o número de posições ou manobras distintas que uma válvula pode assumir.

Figura 10 – Número de posições

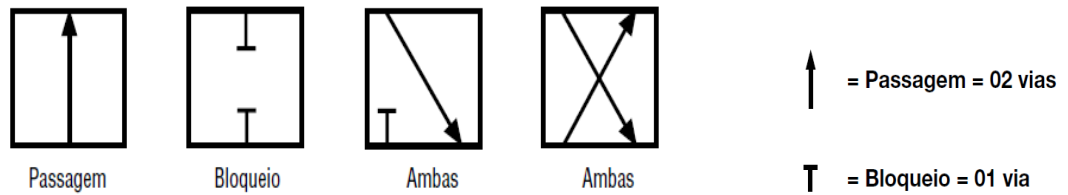


(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR)

- Número de vias;

Nos quadrados representativos de posição podem existir vias de passagem, vias de bloqueio ou a combinação de ambas.

Figura 11 – Número de vias

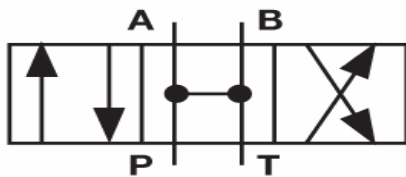


(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR)

- Posição normal;

Posição normal de uma válvula de controle direcional é a posição em que se encontram os elementos internos quando a mesma não foi acionada. Esta posição geralmente é mantida por força de uma mola.

Figura 12 – Identificação da via



(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR)

Via de pressão = P

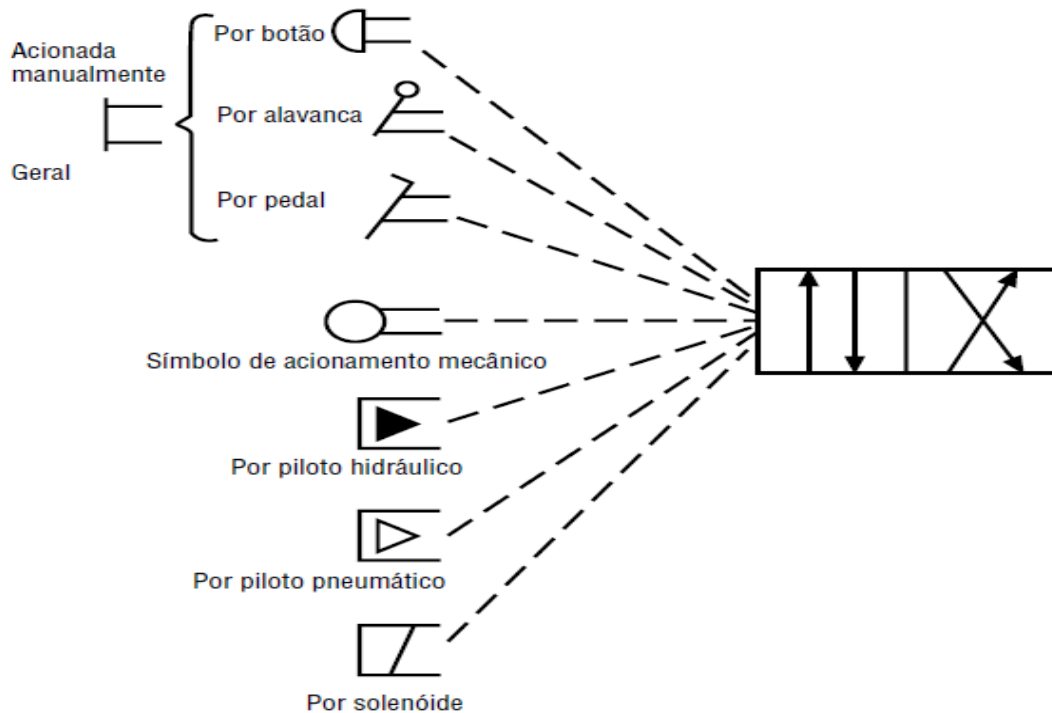
Via de retorno = T

Vias de utilização = A e B

- Tipo de acionamento.

O tipo de acionamento de uma válvula de controle direcional define a sua aplicação no circuito, estes acionamentos podem ocorrer por força muscular, mecânica, pneumática, hidráulica ou elétrica.

Figura 13 – Acionamento de Válvulas direcionais



(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR)

2.2.4.15 CONTROLE DE FLUXO

Fialho (2007), afirma que há basicamente três maneiras de controlar o fluxo em um sistema hidráulico.

- **Meter In** – controle de fluxo na entrada do atuador;
- **Meter Out** – controle de fluxo na saída do atuador;
- **Bleed Off** – uma sangria da linha de pressão ao tanque (derivação).

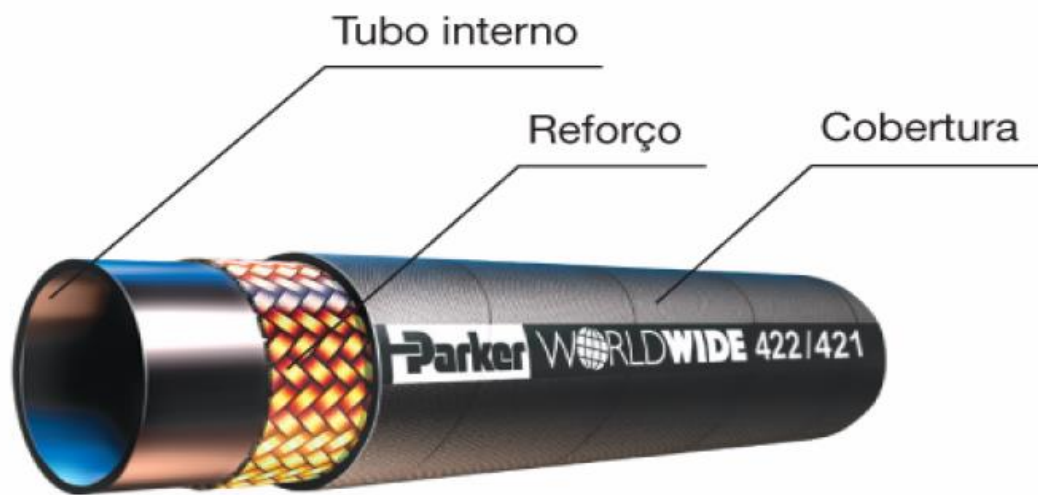
2.2.4.16 MANGUEIRAS HIDRÁULICAS

Segundo Gates do Brasil (2014), com avançados sistemas hidráulicos sendo projetados e desenvolvidos a cada dia em mais alta potência para equipamentos de alta pressão, a importância de alta qualidade, flexibilidade e durabilidade do conjunto de mangueiras hidráulicas jamais foi tão crítico.

Ainda segundo Gates do Brasil (2014), o superaquecimento no caso de sistemas mal dimensionados, pode sobrecarregar as fibras, pela dilatação dentro da mangueira, causando sua deterioração. Os danos são difíceis de serem detectados pela aparência física. Um sinal de dano interno é o inchaço.

Basicamente todas as mangueiras divide-se em três partes construtiva.

Figura 14 – Identificação da via



(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR)

Fialho (2007), apresenta a equação para determinação do diâmetro da tubulação.

$$dt = \sqrt{\frac{Q}{0,015 * \pi * v}} \quad (12)$$

Onde:

- dt : Diâmetro interno do tubo (cm);
- Q : Vazão máxima do sistema (l/min);
- 0,015: Fator de conversão;
- v : Velocidade recomendada para a tubulação (cm/s).

O autor apresenta ainda uma equação conforme abaixo, onde permite-se obter o valor da velocidade recomendada para tubulações de pressão.

$$v = 121,65 * P^{\frac{1}{3,3}} \quad (13)$$

Onde:

- v : Velocidade recomendada para a tubulação (cm/s).
- P : Pressão do sistema (bar).

Para tubulação de retorno, segundo Fialho (2007), a velocidade recomenda é de 300 cm/s. Para tubulações de sucção é de 100 cm/s.

2.2.4.17 ATUADORES LINEARES (CILINDROS HIDRÁULICOS)

Segundo Tecnologia Hidráulica Industrial apud Klug (2005), cilindros hidráulicos são atuadores lineares, pois convertem energia hidráulica em energia mecânica de forma linear. Com o óleo hidráulico impulsionado por uma bomba geram uma força, que é o produto da pressão do óleo pela área em contato com o êmbolo do cilindro. A pressão não é gerada pela bomba, ou seja, ela apenas impulsiona o fluido.

Segundo Linsingen (2003), existem diversos tipos de cilindros hidráulicos, para as mais variadas aplicações, o que torna difícil sua classificação. Entretanto, a maioria das aplicações usam tipos de cilindros que podem ser agrupados segundo critérios bem definidos, podendo ser classificados em função da forma de ação, do tipo construtivo e do modo de fixação.

Para o dimensionamento de atuadores lineares, é necessário que se determine dois parâmetros básicos:

- PRESSÃO DE TRABALHO
- FORÇA DE ATUAÇÃO REQUERIDA

Uma grande vantagem dos cilindros hidráulicos em relação a alguns outros dispositivos é a possibilidade de oferecerem força máxima durante todo o seu curso, essa força máxima F é pois, o produto da pressão p e da área efetiva A , como pode ser visto na equação abaixo (REXROTH, 1978).

$$F = P * A \quad (1)$$

Onde.

F : Força (N);

P : Pressão do sistema (bar);

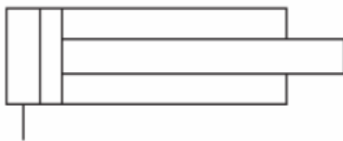
A : área do pistão (cm²).

Ainda segundo REXROTH, 1978, existem vários tipos de cilindros hidráulicos, mas, de uma forma abrangente, podem ser divididos em dois grandes grupos: os de simples e os de dupla ação.

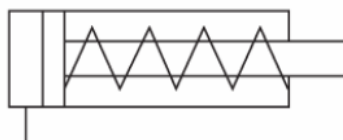
Figura 15 – Tipos comuns de cilindros

Cilindros de ação simples

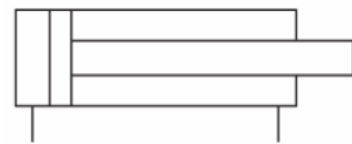
Cilindro com retorno por força externa



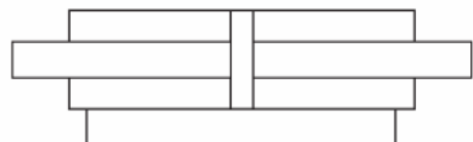
Cilindro com retorno por mola



Cilindros de ação dupla



Cilindros de haste dupla

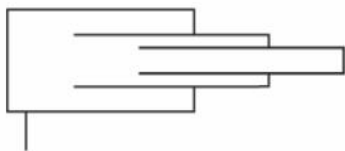


(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR)

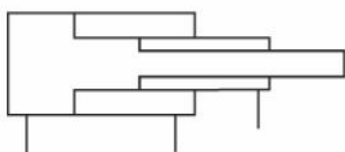
Dentro desses dois tipos, existe uma subdivisão que corresponde aos cilindros que apresentam uma construção diferenciada, estes cilindros possuem múltiplas hastes, mais conhecidos como telescópicos. Essas hastes se sobrepõem de modo que é possível construir cilindros com cursos grandes, mesmo que suas dimensões, quando totalmente recuado, sejam pequenas, conforme ilustrado na figura

Figura 16 – Cilindros telescópico

Cilindro telescópico de ação simples



Cilindro telescópico de ação dupla



(Fonte: Parker, Apostila M2001-2 BR)

Para escolhê-los é necessário fazer um diagrama de trajeto x passo juntamente com informações de pressão nominal e pressão de trabalho, definida pela fórmula. (FIALHO, 2013):

$$P_{tb} = \frac{4 * F_a * \eta_{at}}{\pi} * \frac{1}{D_p^2} \quad (14)$$

Onde:

P_{tb} : Pressão de trabalho (bar);

F_a : Força de Avanço (N);

η_{at} : Rendimento do atuador;

D_p : Diâmetro do Pistão (mm).

Após a aplicação da fórmula definimos um atuador de diâmetro comercial aplicável conforme normas de fabricantes, respeitando o critério de Euler para deformação por flambagem, onde se define o diâmetro mínimo de haste que pode suportar cargas de tração e compressão. (FIALHO, 2011).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado em uma fábrica de plataformas metálicas de descarga (tombadores), de produtos a graneis, que está localizada no oeste do Paraná na cidade de Cascavel. Para tal, foi realizado uma avaliação dos equipamentos do sistema hidráulico atual utilizado pela empresa e redimensionar um sistema adequado que realize trabalho necessário atribuídas as funções exercidas à aplicação.

3.1 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Como procedimentos metodológicos de pesquisa para a realização do dimensionamento proposto, primeiramente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os sistemas de descarga (Tombadores) e sistema Hidráulico, com suas respectivas características, modelos, aplicação e modo de obtenção dos parâmetros que irão caracterizar os componentes do sistema hidráulico, familiarizando-se com o embasamento teórico desse trabalho.

Após a revisão bibliográfica, foram realizados os cálculos referentes à necessidade de aplicação, onde foi possível dimensionar os elementos do sistema hidráulico, tais como, vazão necessária do sistema, potência hidráulica necessária ao sistema e volume do reservatório.

Por fim, buscou-se demonstrar o sistema hidráulico através de catálogos padronizados existentes no mercado, seguindo os resultados dos cálculos de dimensionamento realizados.

3.2 MATERIAIS

Através de livros, apostilas, levantamento e extração dos dados na própria empresa. Com catálogos e manuais dos fabricantes, foi selecionado os principais equipamentos do sistema hidráulico, tais como: Bomba de engrenagens, motor elétrico, reservatório do fluido e cilindro hidráulico telescópico de simples ação.

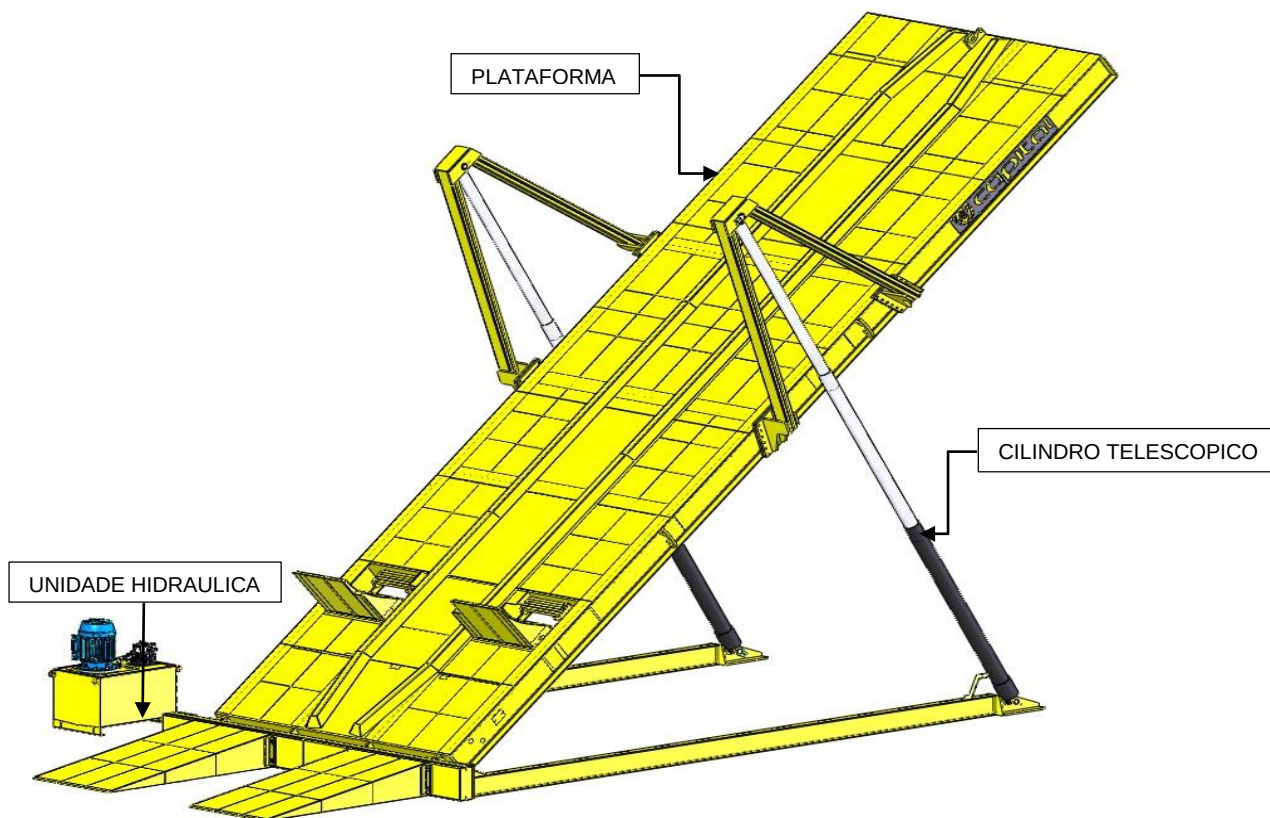
4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Através das informações obtidas pelo embasamento teórico, inicia-se os cálculos necessários para dimensionar o sistema hidráulico para aplicação a plataforma de descarga (tombador), bem como apresenta-se o catálogo do fabricante de alguns componentes, pois os mesmos foram definidos através do catálogo.

4.1 CARACTERÍSTICA DO PRODUTO - SD 10 S

O estudo realizado neste trabalho foi em cima de dados do sistema “**SD 10 S**”, onde o mesmo tem capacidade de basculamento de até 35 toneladas a um ângulo máximo de 40°, podendo operar com todos os modelos de carretão agrícola e caminhões. O equipamento é composto de uma plataforma principal com mecanismo de travamento para posicionamento do caminhão, pórticos laterais para acondicionamento dos 2 cilindros telescópicos e conjunto eletro hidráulico de acionamento de todas as funções do sistema.

Figura 17 – Sistema de Descarga SD 10 S



(Fonte: Autor, 2019)

Características do Equipamento Padrão	
Modelo do Equipamento	SD 10 S
Capacidade do Equipamento	35 ton
Dimensões do Corpo do Tombador	10000x3000x310mm
Grau de Inclinação Máximo	40°
Peso total do equipamento	~ 11000 kg
Pressão de Trabalho na Elevação	150 kgf/cm^2
Pressão de Trabalho nas Travas	100 kgf/cm^2
Capacidade de Óleo do Reservatório	250 l
Vazão do Sistema	77 LPM
Tempo de Elevação	90 segundos
Tempo de descida	90 segundos
Características Elétricas	
Potência do Motor ELÉTRICO da Unidade Hidráulica	25CV
Tensão do Motor	220/380/440/760V
Frequência do Motor	60 Hz IV PÓLOS
Fabricante do Motor	WEG
Quadro de Comando	220/380/440/760V
Características do Óleo	
Tipo de Óleo	Hidráulico Mineral
Viscosidade	26-55 cSt
Recomendado	TELLUS 68 ou Similar
Pressão de Trabalho Padrão	140 kgf/cm^2
Temperatura Máxima de Trabalho	Máxima de 80 °C

4.2 EXPECIFICAÇÃO DA PRESSÃO DE TRABALHO E DO CILINDRO

Para o cálculo de especificação do cilindro, utilizam-se os dados propostos anteriormente, tais como força a ser exercida pelo sistema, e também a pressão de trabalho.

A análise foi realizada considerando o valor de força máxima como 35 toneladas (35 kgf), conforme capacidade do equipamento, sendo distribuída em 2

cilindros, logo teremos para fins de cálculos 17,5 toneladas (17500 kgf), e também a pressão de trabalho, regulada a 140 bar ou 140 kgf/cm² por exigência da empresa fornecedora do sistema, que conforme fora dito, esta dentro das especificações do cilindro em questão. De acordo com a Tabela (2) a pressão de 140 bar é classificada como sistema de alta pressão (84 a 210), fazendo a análise, temos que:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$140kgf/cm^2 = \frac{17500kgf}{A}$$

$$A = \frac{17500kgf}{140kgf} = 125cm^2$$

A pressão foi aplicada as faces internas dos tubos, o diâmetro interno da camisa mínimo será:

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$125cm^2 = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$d^2 = \frac{4*125cm^2}{\pi}$$

$$d = \sqrt{\frac{4*125}{\pi}} = 12,61cm$$

Logo, o diâmetro interno mínimo de uma camisa para que, se nela aplicada uma pressão de 140 bar, ela consiga elevar uma carga de 17,5 toneladas, será de 126 mm.

Conforme dados retirados do catálogo, em anexo B, e com diâmetro interno da camisa definido pelo modelo do cilindro empregado, será de 149 mm, recalculando a pressão do sistema:

$$A = \frac{\pi * 14,9^2}{4} = 174,36cm^2$$

Logo,

$$P = \frac{17500kgf}{174,36cm^2} = 100,36 \frac{kgf}{cm^2} \text{ ou } 100 \text{ bar}$$

Com o diâmetro selecionado por catálogo, observou-se que o valor real da pressão do sistema será de 100 bar que está dentro da pressão de 140 bar imposto pela empresa fornecedora.

Para o estudo, adotaremos a pressão de trabalho do sistema como 110 bar, conforme a Tabela (2) classificada como sistema de alta pressão (84 a 210).

4.3 CÁLCULO DA VAZÃO DA BOMBA

Para determinar o cálculo da vazão necessária ao sistema, utiliza-se a seguinte equação.

$$Q = \frac{V * n * nvol}{1000}$$

Conforme anexo A, o catálogo do fornecedor mostra o modelo de bomba Hybel, da série Aluminibeta S17. Consideramos uma bomba com um deslocamento volumétrico de 27,7 cm³/rotação, acionada a uma rotação de 1750 rpm, logo a mesma fornecerá ao sistema hidráulico, uma vazão de:

$$Q = \frac{27,7 * 1750 * 0,9}{1000} = 43,62 \text{ l/min}$$

4.4 CÁLCULO DA POTÊNCIA DO MOTOR

Para calcular a potência do motor tem-se como dados o valor da pressão de trabalho calculado e a vazão da bomba, agora com os valores aplicamos na equação:

$$Pan = \frac{p * Q}{600 * n_{ges}}$$

$$Pan = \frac{110 \text{ bar} * 43,62 \text{ l/min}}{600 * 0,85} = 9,40 \text{ kw ou } 12,78 \text{ CV}$$

A bomba que forneça ao sistema hidráulico 43,62 litros por minutos, à uma pressão de 110 bar, deve ser acionada por um motor de potência comercial encontrada de 12,5cv. Então o modelo selecionado é o Motor 12,50CV–60Hz, conforme mostra no anexo C.

4.5 CÁLCULO DO TEMPO DE CICLO DE DESCARGA

Para o cálculo do tempo de ciclo de descarga, faremos uma relação entre o valor do volume de trabalho relatado no catalogo do cilindro (Anexo B) e vazão da bomba calculada. O volume de trabalho do cilindro conforme o catalogo é 46 L, sabemos que temos 2 (dois) cilindros em atuação, logo o volume total será de 92 litros.

$$Ciclo(t) = \frac{\text{vol. de trabalho Cilindros}}{\text{Vazão da bomba}}$$

$$Ciclo(t) = \frac{92 \text{ litros}}{43,62 \text{ l/min}} = 2.10 \text{ min}$$

Todo o ciclo do cilindro, ou seja, descida e subida, será a somatória do tempo de avanço e tempo de retorno, totalizando aproximadamente 4 minutos e 20 segundos para ocorrer.

4.6 VOLUME DO RESERVATÓRIO

Baseando-se a afirmação de Fialho (2011) descrito nas referências bibliográficas ressaltando que o volume mínimo do reservatório deve ser no mínimo igual a três vezes a vazão da bomba, demonstrada pela equação:

$$Vol. Reservatório \geq 3 * Vazão da bomba$$

$$Vol. Reservatório \geq 3 * 43,62$$

$$Vol. Reservatório \geq 130$$

O reservatório deverá ter uma capacidade mínima de 130 litros. De acordo com catalogo Parker (anexo D), o reservatório com tamanho comercial que atende a solicitação tem a capacidade de 180 litros.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho abordou-se sobre o dimensionamento de um sistema hidráulico de um Tombador para caminhão truck, visando a economia em uma instalação do mesmo, em função da necessidade das unidades de recebimentos de produtos a graneis de médio e pequeno porte.

Os cálculos possibilitaram o entendimento de que esse sistema é passível de ser reduzido. De uma forma sucinta, mostrou o dimensionamento dos componentes principais do sistema hidráulico necessários para a instalação de uma plataforma de descarga, podemos se dizer como SD 10 S modelo econômico, para processos que o ciclo de descarga de produto não tem tanta importância para o processo.

O desenvolvimento deste trabalho resultará, no atendimento das necessidades das unidades na obtenção de um sistema hidráulico com custo reduzido e que resulte em um menor consumo de energia. Em adquirir um equipamento modelo econômico, teremos uma considerável redução, que pode chegar até 50% quando comparado ao do produto padrão lançado no mercado, sendo reduzido a potência do motor elétrico de acionamento do sistema de 25 cv para 12,5 cv.

6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

A seguir, são apresentadas algumas sugestões para realização de trabalhos futuros;

Que examinem aspectos não aprofundados neste trabalho, tais como, Grupo de controle (Comandos e válvulas), sistema de ligação (mangueiras e conexões),

Dimensionamento do circuito hidráulico;

Análise de viabilidade econômica do sistema;

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<<http://balancascapital.com.br/portfolio/tombador/>> Acesso em: 20 Marc. 2019

CALETTI, L. **Desenvolvimento de um Protótipo de Sistema Especialista para Projeto de Unidade de Potência Hidráulica**. 2003. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CHIAVERINI, Vicente - **Tecnologia Mecânica** - Vol.2, 2ª. Edição, São Paulo, Ed.

Circuitos. 6. ed. São Paulo: Editora Érica, 2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acomp. safra bras. grãos, v. 6 Safra 2018/19 - Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-119, abril 2019.

CUNHA, A. G. da. **Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 2. ed. 2001.

FIALHO, A B. **Automação Hidráulica Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. 6. ed. – São Paulo: Editora Érica, 2013.

FIALHO, Arivelto Bustamante **Automação Hidráulica Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. 5. ed. – São Paulo: Editora Érica, 2007.

GATES DO BRASIL. **Hidráulica Catálogo 2012**. 2012. Disponível em:<http://www.gatesbrasil.com.br/signia/upload/catalogos/catalogo_hidraulica_2012_web5.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2012.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneths S. 4. Ed. **Física 2** – Rio de Janeiro: LTC Livros técnicos e científicos Editora S.A, 1996.

LISINGEN, Irlan Von. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos**. 2.ed. – Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003.

MERIAN, J. L; KRAIGE, L.G. **Mecânica Estática, volume I**. 5.ed. Virginia: LTC, 2008.

NEVES, C. A. **Melhoria na Estação de Tratamento de Efluentes de uma Empresa Metal Mecânica de Produção de Componentes Hidráulicos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia/ Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

PALMIERI, A. C. **Manual de Hidráulica Básica**. 10. ed. – Porto Alegre: Albarus Sistemas Hidráulicos Ltda, 1997.

PARKER. **Apostila M2001-1 BR – Tecnologia Hidráulica Industrial**. Parker Hannifin Ind. Com. Ltda - Jacareí, SP, 1999.
Pearson, 1986.

RENNER, R. **Projeto e Construção de uma Unidade de Potência e Condicionamento Hidráulico**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Tecnologia, Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Panambi, 2010.

REXROTH, B. **Hidráulica Básica, Treinamento Hidráulico - Volume 1, Princípios Básicos e Componentes da Tecnologia dos Fluidos**. Atibáia: Bosch Rexroth Ltda, 2013.

SERRANO, M. I. **Controle de Força de um Servoatuador Hidráulico através da Técnica de Linearização por Realimentação**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica/Automação e Instrumentação Eletro – Mecânica) – Departamento de Metalurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SOUZA, A. P. **Dimensionamento do Sistema Hidráulico para uma Desensiladeira** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Horizontina 2012.

WEBER, Érico Aquino. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos**. 2ª Ed. Panambi: Salles, 2005. 586 p.

WEG. GUIA DE APLICAÇÃO DE INVERSORES DE FREQUÊNCIA 3ª EDIÇÃO. WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A. - JARAGUÁ DO SUL, SC, 2005.

Série Aluminibeta

Dados de Desempenho



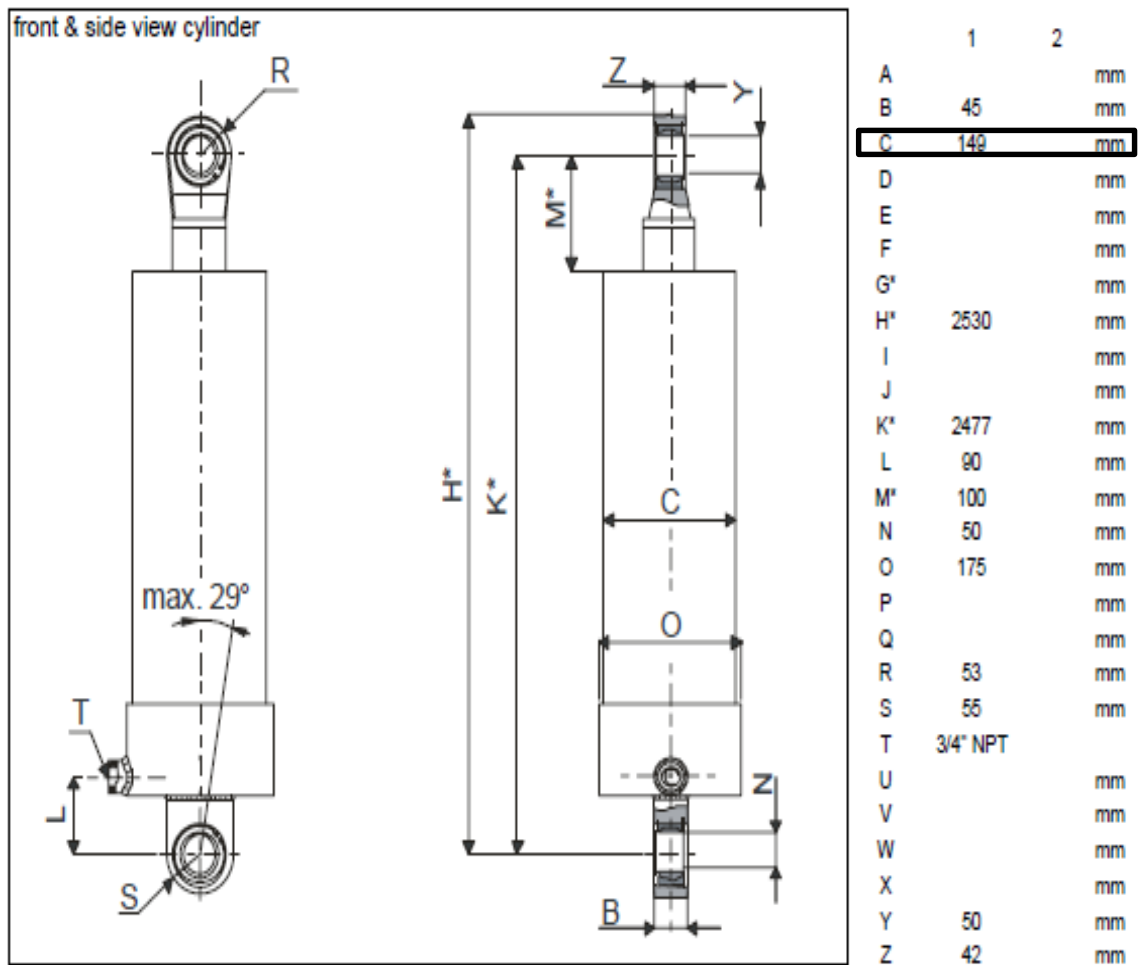
S17

Parâmetro	Unidade	Opções Volumétricas												
Tamanho Nominal	TN	14	16	19	23	25	28	33	38	44	52	57	61	73
Deslocamento Volumétrico	cm³/rot	13,7	15,7	18,6	22,7	24,6	27,7	32,5	37,5	43,4	51,3	57,1	61,2	73,3
	in³/rot	0,84	0,96	1,13	1,38	1,5	1,69	1,98	2,29	2,65	3,13	3,5	3,75	4,5
Pressão Máxima Contínua	bar	250								220	200	180		170
Pressão Máxima Intermitente	bar	280								240	220	200		190
Pressão de Partida	bar	300								250	230	210		200
Rotação Máxima	rpm	3400		3300		3100		3000		2800	2600	2500		2200
Rotação Mínima	rpm	500												

Filtros

Recomendamos filtros com capacidade de controlar a limpeza do fluido conforme classe 18/15 ou melhor da norma ISO 4406.

ANEXO B – CATALOGO HYVA – CILINDRO



*incl.20 [-5;+30] mm pull out on piston

specifications

weight cylinder only	173 kg
total volume	50 L
working volume	48 L
maximum pressure	190 bar
maximum pump flow	190 L/min
maximum cylinder angle to front	30 °
maximum thrust first stage**	25 ton

technical notes

This cylinder is a lifting device only and may not be used as structural member or be subject to side load. Working pressure depends on application; never exceed maximum pressure. Cylinder painted with Akzo Air drying Enamel (RAL9005). Max duration of extension 2 hours (excluded HC). See mounting instruction CYL-0019. See oil specification sheet OIL-0002. See bracket specification sheet 015BRA01.

**when cyl. mounted at a large angle, thrust first stage may become too high: see Hyva Tipper Program

extension	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
effective diameter [mm]	129	110								total
stroke [mm]	1990	2010								4000

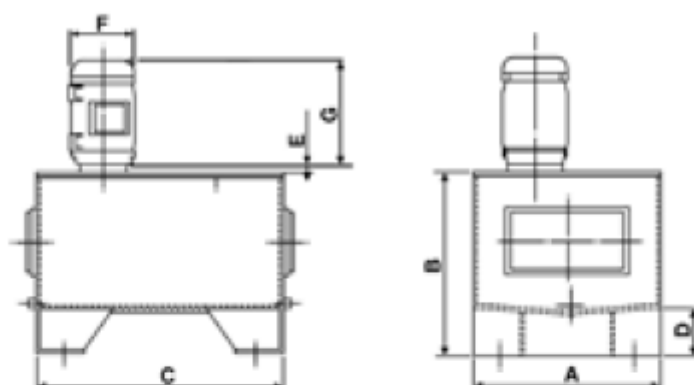
ANEXO C – CATALOGO MOTORES WEG

Potência		Carcaça	Conjugado nominal Cn (kgfm)	Corrente com rotor bloqueado Ip/In	Conjugado com rotor bloqueado Cp/Cn	Conjugado máximo Cmáx/Cn	Momento de inércia J kgm²	Tempo máximo com rotor bloqueado (s)		Peso (kg)	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Fator de Serviço	220 V										
													RPM	Rendimento η			Fator de potência (Cos φ)				Corrente nominal In (A) ⁽²⁾		
								% da potência nominal															
								50	75					100	50	75	100						
kW	cv	IV polos - 1800 rpm - 60 Hz																					
0,12	0,16	63	0,068	5,0	2,8	3,3	0,00049	47	103	6,7	48	1,25	1715	53,0	61,0	64,0	0,45	0,56	0,65	0,757			
0,18	0,25	63	0,103	5,0	2,52	2,97	0,00060	40	88	7,7	48	1,25	1710	62,0	67,0	70,0	0,49	0,61	0,70	0,964			
0,25	0,33	63	0,142	5,5	2,93	3,21	0,00066	30	66	8,2	48	1,25	1710	66,0	71,0	73,0	0,46	0,59	0,69	1,31			
0,37	0,5	71	0,213	5,1	2,79	2,93	0,00071	53	117	8,5	47	1,25	1690	71,5	74,5	75,0	0,49	0,62	0,70	1,85			
0,55	0,75	71	0,320	4,9	2,81	2,9	0,00093	43	95	11,5	47	1,25	1675	75,5	77,0	77,5	0,49	0,62	0,71	2,62			
0,75	1	80	0,423	7,3	3,0	3,2	0,0029	16	35	13,5	48	1,25	1725	79,0	82,0	82,6	0,63	0,74	0,82	2,91			
1,1	1,5	L80	0,621	7,4	3,37	3,4	0,0037	11	24	17,0	48	1,25	1725	79,5	82,5	83,0	0,58	0,71	0,80	4,35			
1,1	1,5	L90S	0,610	7,6	2,7	3,2	0,0060	17	37	22,0	51	1,25	1755	82,5	85,5	86,5	0,60	0,73	0,80	4,18			
1,5	2	L90S	0,832	7,7	2,8	3,3	0,0066	14	31	23,0	51	1,25	1755	84,0	86,0	86,5	0,59	0,72	0,80	5,70			
2,2	3	L90L	1,22	7,4	2,8	3,1	0,0077	11	24	25,0	51	1,25	1750	86,0	86,5	87,5	0,61	0,74	0,81	8,12			
3	4	100L	1,69	6,7	3,1	3,2	0,0096	15	33	33,0	54	1,25	1725	86,5	87,5	88,0	0,61	0,74	0,81	11,1			
3,7	5	L100L	2,08	7,4	3,87	3,5	0,0119	14	31	38,0	54	1,25	1730	87,5	88,5	89,0	0,60	0,73	0,80	13,6			
4,5	6	112M	2,51	7,0	2,4	2,98	0,0180	16	35	44,0	56	1,25	1745	88,7	89,5	89,5	0,61	0,74	0,80	16,5			
5,5	7,5	L112M	3,06	7,3	2,5	3,16	0,0206	15	33	46,0	56	1,25	1750	89,7	90,3	91,0	0,60	0,72	0,80	19,8			
7,5	10	132S	4,14	8,2	2,34	3,5	0,0563	13	29	72,0	58	1,25	1765	90,8	91,6	92,0	0,66	0,78	0,84	25,4			
9,2	12,5	132M	5,08	8,5	2,41	3,5	0,0638	10	22	78,0	58	1,25	1765	91,0	91,8	92,0	0,66	0,78	0,84	31,4			
11	15	132M/L	6,09	8,3	2,5	3,5	0,0676	8	18	82,0	58	1,25	1760	90,6	91,5	92,4	0,63	0,76	0,83	37,6			
15	20	160M	8,25	7,3	2,7	3,0	0,0954	13	29	133	64	1,25	1770	91,6	93,2	93,4	0,64	0,75	0,82	51,4			
18,5	25	160L	10,2	7,3	2,7	3,2	0,1154	12	26	148	64	1,25	1770	92,4	93,6	93,8	0,64	0,75	0,81	63,8			
22	30	180M	12,1	7,2	2,4	2,8	0,1615	20	44	176	64	1,25	1775	93,0	93,8	94,0	0,68	0,79	0,83	74,0			
30	40	200M	16,5	6,6	2,2	2,8	0,2758	22	48	215	66	1,25	1775	93,6	94,2	94,4	0,70	0,79	0,84	99,2			
37	50	200L	20,3	6,4	2,1	2,7	0,3310	20	44	243	66	1,25	1775	94,0	94,5	94,6	0,70	0,80	0,84	122			
45	60	225S/M	24,6	7,5	2,4	2,8	0,6474	14	31	404	67	1,25	1780	94,2	94,7	95,1	0,73	0,82	0,86	144			
55	75	225S/M	30,1	7,5	2,4	2,8	0,7699	12	26	430	67	1,25	1780	94,5	95,0	95,4	0,74	0,83	0,87	174			
75	100	250S/M	41,0	7,5	2,5	2,8	1,01	12	26	505	68	1,25	1780	94,6	95,2	95,5	0,74	0,83	0,87	236			
90	125	280S/M	49,1	7,2	2,0	2,7	1,93	24	53	683	73	1,25	1785	94,7	95,3	95,6	0,75	0,83	0,86	288			
110	150	280S/M	60,0	7,9	2,4	2,9	2,57	20	44	753	73	1,25	1785	94,8	95,5	95,8	0,75	0,83	0,86	350			
132	175	315S/M	71,8	7,4	2,4	2,6	2,65	24	53	958	75	1,25	1790	94,5	95,5	96,2	0,74	0,82	0,86	420			
150	200	315S/M	81,6	7,8	2,7	2,7	3,21	20	44	1029	75	1,25	1790	94,9	95,9	96,2	0,73	0,82	0,86	476			
185	250	315S/M	101	7,6	2,4	2,5	3,77	20	44	1072	75	1,25	1790	95,3	96,0	96,3	0,75	0,83	0,87	580			
200	270	355M/L	109	7,4	2,3	2,4	5,77	25	55	1388	78	1,15	1790	95,4	96,1	96,3	0,76	0,83	0,86	634			
220	300	355M/L	120	7,3	2,5	2,4	5,80	22	48	1438	78	1,15	1790	95,6	96,2	96,4	0,77	0,84	0,87	688			
260	350	355M/L	141	7,3	2,3	2,3	6,86	20	44	1519	78	1,15	1790	95,8	96,4	96,5	0,78	0,85	0,87	812			
300	400	355M/L	163	7,8	2,5	2,4	8,12	12	26	1615	78	1,15	1790	95,9	96,4	96,6	0,76	0,84	0,87	936			
330	450	355M/L	180	7,8	2,6	2,6	9,02	14	31	1751	78	1,15	1790	96,0	96,5	96,7	0,73	0,82	0,86	1040			
370	500	355M/L	201	7,6	2,7	2,4	9,92	18	40	1916	78	1,15	1790	96,3	96,6	96,8	0,74	0,83	0,86	1170			
400**	550	355M/L	218	7,4	2,4	2,4	9,02	15	33	1966	78	1,15	1790	96,3	96,6	96,8	0,74	0,83	0,86	1260			

(Fonte: Motor Elétrico Trifásico W22 - WEG)

ANEXO D – RESERVATORIO

Dimensionamento

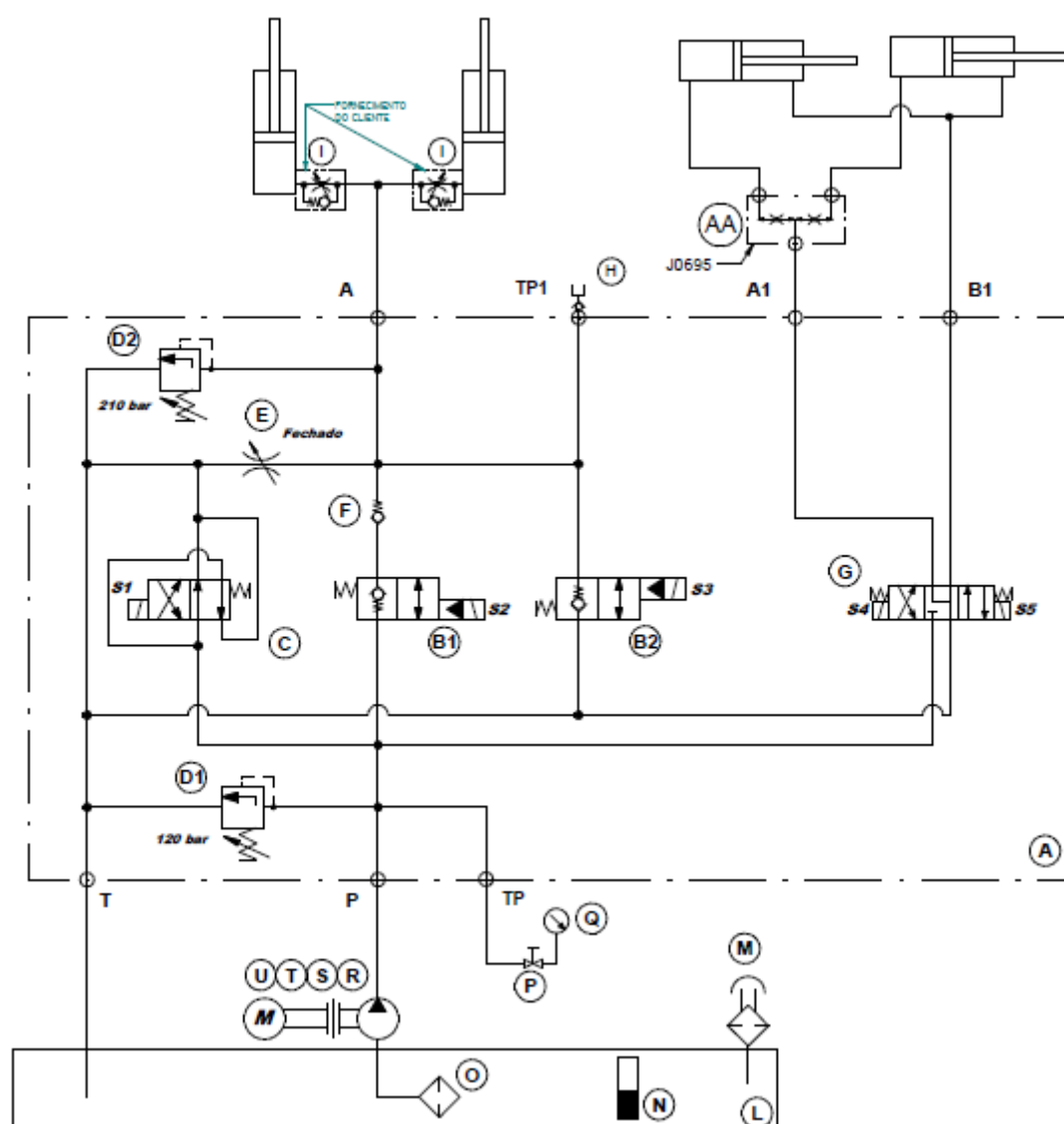


Reservatório (litros)	Dimensões (mm)				
	A	B	C	D	E
20	330,0	327,0	430,0	87,5	13,0
60	400,0	410,0	600,0	114,0	13,0
80	410,0	473,0	720,0	114,0	13,0
120	490,0	495,0	870,0	114,0	13,0
180	620,0	500,0	950,0	114,0	-
250	660,0	550,0	1050,0	114,0	-
300	680,0	600,0	1100,0	114,0	-
400	770,0	600,0	1270,0	114,0	-
500	800,0	700,0	1300,0	114,0	-

Notas:

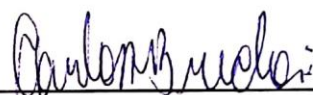
- 1) As medidas dos reservatórios podem sofrer uma variação de $\pm 1\%$ nas medidas mencionadas na tabela.
- 2) Os reservatórios de 180 a 500 litros não possuem tampa removível.
- 3) O reservatório de 60 litros possui uma janela de inspeção;
os reservatórios de 120 a 500 litros possuem 2 janelas de inspeção.

ANEXO E – CIRCUITO HIDRAULICO



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, Carlos Alberto Breda professor do Centro Universitário Assis Gurgacz e orientador do acadêmico Metuzael Pereira Batista no Trabalho de Conclusão de Curso, declaro que as correções solicitadas pela banca foram efetuadas corretamente.



Assinatura do Professor

Cascavel, 2 de Julho de 2019.