



MAICON ROBERTO RIBEIRO

**A UTILIDADE DAS VÁLVULAS NA ENGENHARIA
MECÂNICA: CONCEITUAÇÃO E APLICABILIDADE**

LIMEIRA
2019

MAICON ROBERTO RIBEIRO

**A UTILIDADE DAS VÁLVULAS NA ENGENHARIA
MECÂNICA: CONCEITUAÇÃO E APLICABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade Anhanguera Educacional, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientadora: Professora Carla Palma.

MAICON ROBERTO RIBEIRO

**A UTILIDADE DAS VÁLVULAS NA ENGENHARIA
MECÂNICA: CONCEITUAÇÃO E APLICABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Instituição Anhanguera Educacional como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Léo Parizotto

Profa. Me. Mariela Mezalira

Prof. Esp. Carlos Rafael do Páteo

Limeira, ____ de Dezembro de 2019

Dedico esse trabalho a Deus, pois a cada dia percebo como suas engenharias na construção de todo universo são perfeitas.

AGRADECIMENTOS

Sou eternamente grato a Deus. Percebo cada detalhe de seus cuidados para comigo.

Agradeço a minha esposa, Paula Ruggi Teodorsqui, que caminha sempre ao meu lado, dando-me os apoios em cada desafio que a vida me apresenta.

Agradeço ao fruto de meu relacionamento com minha esposa, minha filha Clara Ruggi Teodorsqui Ribeiro, que é um dos principais motivos de fazer-me ir sempre adiante.

Jamais posso deixar de ter gratidão aos meus pais, que são o alicerce de minha vida. Obrigado, Sr. Benedito Roberto Ribeiro, por apresentar-se como excelente chefe de família. Obrigado, Sra. Maria Benedicta Santarato Ribeiro, por sempre me acolher em seu colo materno.

Agradeço aos amigos de curso. Já estamos chegando há cinco anos de caminhada e companheirismo e a presença de vocês foram de fundamental importância: Roger Fernando Ferrari e Roney Silva Vieira.

À coordenadora do curso Eliane Cristina Gerolli Pilla, por toda maestria em suas atividades acadêmicas e direção: serei sempre grato.

Gratidão devo também a minha orientadora, Professora Carla Palma.

Enfim, sou grato a todos que, direta ou indiretamente, deixaram marcas positivas em minha vida neste percurso da Faculdade.

“Eu gosto de pessoas que brilham. De pessoas de luz! De gente que sabe ser sol, mesmo quando a vida está nublada...”

Autor desconhecido

RIBEIRO, Maicon Roberto. **A utilidade das válvulas na Engenharia Mecânica: conceituação e aplicabilidade**. 2019. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) — Anhanguera Educacional, Limeira, 2019.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso apresenta a utilidade das válvulas na Engenharia Mecânica, trazendo sua conceituação e aplicabilidade. O trabalho busca responder a problema: “Qual a utilidade do emprego das válvulas na Engenharia Mecânica, na projeção e construção de máquinas e como a instalação e a manutenção corretas delas contribuem para a redução de custos?” As válvulas são empregadas em processos industriais e são conceituadas como componentes de tubulações usadas para o bloqueamento, direcionamento, limitação da pressão de entrada, controle de pressão de um fluido na saída de um determinado equipamento ou como direcionadoras de escoamento. Diversos são os modelos existentes, cada qual empregada para determinada função. O trabalho tem como objetivo principal apontar a utilidade do emprego das válvulas na Engenharia Mecânica, na projeção e construção de máquinas. Tem como objetivos secundários: apresentar breve histórico a respeito do surgimento das válvulas, descrevendo suas classificações, funcionamentos e seus primeiros empregos; descrever as propriedades mecânicas, estruturais e as conexões existentes; e apresentar os principais tipos industriais existentes e suas aplicações. O trabalho tem caráter de pesquisa bibliográfica, uma vez que tomou por base livros e também artigos disponíveis em sites da internet, sendo composto por quatro capítulos. O Capítulo 01 apresenta a Introdução, fornecendo todo o norteamto daquilo que o leitor encontrará no trabalho monográfico. O Capítulo 02 apresenta o surgimento das válvulas e suas funções. O Capítulo 03 descreve as propriedades mecânicas, estruturais e as conexões das válvulas. O Capítulo 04 apresenta os principais tipos de válvulas industriais e suas aplicações. Espera-se que o presente trabalho possa apresentar uma explanação básica, o suficiente para os profissionais da Engenharia Mecânica saberem a respeito do papel das válvulas na projeção e construção de máquinas e equipamentos.

Palavras-Chaves: Válvulas. Fluidos. Máquinas. Engenharia Mecânica.

RIBEIRO, Maicon Roberto. **The usefulness of valves in mechanical engineering: conceptualization and applicability.** 2019. 45 f. Course Conclusion Paper (Graduation in Mechanical Engineering) — Anhanguera Educacional, Limeira, 2019.

ABSTRACT

This course conclusion paper presents the usefulness of valves in Mechanical Engineering, bringing its conceptualization and applicability. The paper seeks to answer the question: “What is the use of valves in mechanical engineering, machine design and construction, and how does their correct installation and maintenance contribute to cost savings?” Valves are employed in industrial and industrial processes. They are conceptualized as piping components used for blocking, directing, inlet pressure limitation, pressure control of a fluid at the outlet of certain equipment or as flow guides. There are several existing models, each employed for a particular function. The main objective of this work is to point out the usefulness of the use of valves in mechanical engineering, in the design and construction of machines. Its secondary objectives are: to present a brief history about the emergence of the valves, describing their classifications, functioning and their first jobs; describe the mechanical, structural properties and existing connections; and present the main existing industrial types and their applications. The work has the character of bibliographic research, since it was based on books and also articles available on internet sites, consisting of four chapters. Chapter 01 presents the Introduction, providing all the guidance of what the reader will find in monographic work. Chapter 02 presents the emergence of valves and their functions. Chapter 03 describes the mechanical, structural properties and valve connections. Chapter 04 presents the main types of industrial valves and their applications. It is hoped that this paper can provide a basic explanation, enough for Mechanical Engineering professionals to know about the role of valves in the design and construction of machinery and equipment.

Keywords: Valves. Fluids. Machines. Mechanical Engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de uma válvula de bloqueio	17
Figura 2 – Corpo de uma válvula de controle	19
Figura 3 – Mecanismo da válvula de controle	20
Figura 4 – Modelo de válvula de controle — modelo borboleta	21
Figura 5 – Modelo de válvula de retenção	22
Figura 6 – Modelo de uma válvula de segurança	23
Figura 7 – Castelo tipo normal	27
Figura 8 – Castelo tipo normal	27
Figura 9 – Castelo flangeado	29
Figura 10 – Castelo <i>pressure seal</i>	30
Figura 11 – Conexões flangeadas em tubulação	32
Figura 12 – Conexões por solda	32
Figura 13 – Válvula esfera	34
Figura 14 – Válvula borboleta	36
Figura 15 – Válvula macho	38
Figura 16 – Válvula globo	39
Fonte 17 – Parte interna de uma válvula globo	39
Fonte 18 – Válvulas com sede simples e dupla	40
Figura 19 – Válvula gaveta	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	O SURGIMENTO DAS VÁLVULAS E SUAS FUNÇÕES	12
2.1	FUNÇÕES DAS VÁLVULAS	16
2.1.1	Válvulas de bloqueio	16
2.1.2	Válvulas de controle de fluxo	18
2.1.3	Válvulas de retenção	21
2.1.4	Válvulas de segurança e alívio de pressão	22
3	AS PROPRIEDADES MECÂNICAS E ESTRUTURAIS E AS CONEXÕES DAS VÁLVULAS	24
3.1	ESCOLHENDO VÁLVULAS PELOS CRITÉRIOS PRESSÃO E TEMPERATURA	24
3.2	CASTELO E CONEXÕES	26
3.2.1	Tipos de castelos	26
3.2.2	Juntas de vedação	31
3.2.3	Conexões	32
4	OS PRINCIPAIS TIPOS DE VÁLVULAS INDUSTRIAIS	34
4.1	VÁLVULA ESFERA	34
4.2	VÁLVULAS BORBOLETAS	35
4.3	VÁLVULAS MACHOS	37
4.4	VÁLVULAS GLOBOS	38
4.5	VÁLVULAS GAVETAS	41
4.6	A IMPORTÂNCIA DA ESCOLHA CORRETA DAS VÁLVULAS	43
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Usadas em processos industriais, as válvulas são componentes de tubulações empregados para o bloqueamento, direcionamento, limitação da pressão de entrada, controle de pressão de um fluido na saída de um determinado equipamento ou ainda, por um sentido único, direcionamento do escoamento dele. Elas são operadas de modo mecânico, sempre empregadas sob diversas condições de operações. Existem diversos modelos, e a escolha do tipo a ser empregado em uma respectiva aplicação vai depender sobretudo de suas funções operacionais.

O objetivo principal do trabalho é apontar a utilidade do emprego das válvulas na Engenharia Mecânica na projeção e construção de máquinas. O trabalho tem como objetivos secundários: apresentar um breve histórico a respeito do surgimento das válvulas, trazendo suas classificações, funcionamento e seus primeiros empregos; descrever as propriedades mecânicas, estruturais e as conexões existentes; apresentar os principais tipos industriais existentes e suas aplicações.

A pergunta que norteia o trabalho é: “Qual a utilidade do emprego das válvulas na Engenharia Mecânica, na projeção e construção de máquinas e como a instalação e a manutenção corretas delas contribuem para a redução de custos?”

A presença das válvulas nos mais diversos processos industriais justifica a escolha do presente tema. Pode-se considerar que é impossível o encontro de uma indústria que não dispõe de algum tipo delas em seus maquinários.

Conhecer seu funcionamento de modo detalhado torna-se muito oportuno ao engenheiro mecânico, visto que as válvulas são dispositivos mecânicos empregados e projetados para diversas funções nos maquinários e equipamentos presentes em uma indústria.

Assim como o conhecimento de seu funcionamento, torna-se importante também saber fazer a manutenção e instalação corretas de válvulas, uma vez que a se forem realizadas de modo incorreto, pode incorrer elevados custos para a empresa.

Portanto, o trabalho se justifica também exatamente por ser útil ao engenheiro mecânico o conhecimento dos mais diversos tipos de válvulas para assim saber qual empregá-la ao fazer a projeção de uma máquina e também ofertar orientações àqueles que forem fazer manuseio e manutenção quando necessário.

O presente trabalho caracteriza-se como um trabalho de pesquisa

bibliográfica, tendo-se como base autores que muito contribuíram com o assunto em questão. Sites da internet também serão consultados a fim de enriquecimento de conteúdos na elaboração do trabalho. A literatura para a elaboração do presente trabalho é de fácil acesso. As buscas ocorrerão em livros, artigos e sites especializados, publicados nos últimos 20 anos.

O trabalho está dividido em 04 Capítulos.

O Capítulo 01 é a Introdução que agora se apresenta, dando norteamento ao leitor da estrutura do trabalho.

O Capítulo 02 apresenta o surgimento das válvulas e suas funções. Os autores empregados nesse capítulo foram: Bistafa (2010), Elger et al (2019), Fox, Pritchard, McDonald (2010), Ghizze (2012), Hibbeler (2016), Primo (2012), Ribeiro (1999), Silva (2010), Post (2013), Potter e Wiggert (2018) e Telles (2014).

O Capítulo 03 descreve as propriedades mecânicas, estruturais e as conexões das válvulas. Os autores empregados nesse capítulo foram: Araujo (2009), Bistafa (2010), Elger et al (2019), Fechio e Roque (2007), Fox, Pritchard, McDonald (2010), Hibbeler (2016), Mathias (2008), Primo (2012), Ribeiro (1999), Silva (2010) e Telles (2014).

O Capítulo 04 apresenta os principais tipos de válvulas industriais e suas aplicações. Os autores empregados nesse capítulo foram: Bistafa (2010), Fox, Pritchard, McDonald (2010), Hibbeler (2016), Primo (2012), Ribeiro (1999), Silva (2010) e Telles (2014).

Espera-se que o presente trabalho possa apresentar uma explanação básica, o suficiente para os profissionais da Engenharia Mecânica saberem a respeito do papel das válvulas na projeção e construção de máquinas e equipamentos.

2 O SURGIMENTO DAS VÁLVULAS E SUAS FUNÇÕES

Os sistemas que permitiam o controle de água surgiram durante o período do Império Romano (27 a.C. — 330 d.C). Os romanos já dispunham nessa época de um avançado sistema de fundição, permitindo a criação de sistemas para abastecer água pelo emprego de alguns tipos de válvulas, como a macho, a portinhola e outras, fazendo a prevenção do contra fluxo e outras ocorrências para o controle de água (SILVA, 2010).

O marco moderno da indústria de válvulas é remetido à criação do primeiro sistema a vapor industrial, criado por Thomas Newcomen, cujo sistema possibilitava o controle ininterrupto das pressões, ocorrido na época da Revolução Industrial, no ano de 1705 (SILVA, 2010).

Em Nova York, no ano de 1842, foi construído um sistema que tinha como objetivo conduzir água para a cidade, percorrendo uma distância de 56,3 Km. Para a execução desse sistema, foi necessário o emprego de uma grande quantidade de válvulas e tubulações nas instalações. Com o sucesso desse sistema, não demorou muito tempo para que as cidades vizinhas copiassem. Com o decorrer das décadas, o emprego de válvula começou a ser difundido e usado nas indústrias têxteis, de papel e celulose, químicas, alimentícias, farmacêuticas e energia elétrica (PRIMO, 2012).

O surgimento do petróleo exigiu o emprego de válvulas de alta performance, capazes de suportar as grandes pressões de óleo e gás, para assim conseguir trazer o fluido das profundezas para a superfície. A partir de então, pode-se considerar que diversos projetos da engenharia de válvulas começaram a surgir, procurando atender a demanda da época, sendo apresentado, por conseguinte, novos modelos e acessórios, surgindo nessa época as válvulas globo e a de retenção (LIPTAP, 2013).

No ano de 1920, conforme Bistafa (2010), surgiu o primeiro modelo de válvula rotativa, sendo disponíveis as funções de abertura e fechamento em um giro de 90° por meio de um volante. Embora para a época era algo sofisticado, ainda não haviam sido criadas as normas e padrões que seriam adotados nos dias atuais para o emprego de válvulas. Vale ainda salientar que, nesse tempo, as indústrias químicas, petroquímicas e refinadoras começavam a surgir, não existindo normas e padrões para emprego de válvulas e seus componentes.

O grande desenvolvimento das válvulas ocorreu sobretudo em meio a Segunda Guerra Mundial, momento ao qual o impacto das bombas desafiou as indústrias da época, já que as bombas lançadas em proximidade aos navios provocavam rachaduras nas válvulas a bordo, ocorrendo a necessidade da substituição por outras mais resistentes (SILVA, 2010).

Com o surgimento e desenvolvimento eficaz e eficiente dos processos de fundição, e o desenvolvimento de grandes cidades, a indústria de válvulas teve seu alastramento em todo o mundo, ofertando os mais diversos tipos de materiais e modelos para atender as mais diversas demandas possíveis (SILVA, 2010).

Nesses tempos modernos, qual a conceituação das válvulas?

Potter e Wiggert (2018) conceitua as válvulas como elementos mecânicos a serem empregados para o direcionamento, início, parada, mistura ou regulação de fluxo, pressão ou temperatura de fluídos dos processos.

Elas podem ser projetadas para serem empregadas em aplicações líquidas ou de gás, podendo, desta maneira, apresentar os mais diversos tipos, cada qual com um *design* específico para função e aplicação, motivo pelo qual se encontra no mercado uma grande variedade de estilos, tamanhos e capacidade de pressão (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010).

Existem válvulas industriais que cabem na palma de uma mão, com peso equivalente a 45 g, enquanto existem outras que chegam a pesar 10 toneladas, com altura de até 7 metros. As válvulas empregadas nas indústrias vão desde a tubulação de 0,5 polegadas em diâmetro nominal (DN 15) para além de 48 polegadas (DN 1200); a maioria empregada nos sistemas de processos (em torno de 90% delas) é em tubulação de 4 polegadas (DN100) e em tamanhos menores. Quanto à capacidade de pressão, já foram produzidas válvulas em pressão de vácuo para mais de 13.000 psi (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010).

Conforme Potter e Wiggert (2018), as válvulas podem ser classificadas em três categorias, conforme seu *design* e funções no manuseio de fluidos de processo:

■ **ON-OFF** — também conhecidas como válvula atuada ou automática, esse tipo de tem a função de bloquear o fluxo ou permitir sua passagem, operando de modo totalmente aberto ou totalmente fechado. Essa categoria dispõe de válvulas do tipo esfera, borboleta, macho, globo ou gaveta, podendo essas serem acionadas com atuadores pneumáticos, elétricos ou hidráulicos;

■ **NÃO-RETORNO** — que só permitem o fluxo para viajar uma direção. São muito empregadas em sistemas de descarga de bombas e equipamentos conectados a um coletor comum, por exemplo, em caldeiras, tendo a função do bloqueio e proteção dos equipamentos contra o fluxo reverso, diminuindo a possibilidade de acidentes de trabalho decorrentes de vazamentos. Essas válvulas ainda garantem economia de tempo no processo produtivo, uma vez que, por si, só elas executam três funções: bloquear, controlar e reter;

■ **ACELERAÇÃO** — que permitem a regulação do fluxo em qualquer ponto entre totalmente aberto para fechar completamente.

Bistafa (2010) aponta que, além dessa categorização mencionada anteriormente, as válvulas podem ser classificadas em diversos grupos, e os 03 mais empregados são:

■ **SERVIÇOS GERAIS** — foram projetadas para serem aplicadas em processos comuns, cuja pressão varia entre 150 psi a 600 psi (entre PN 16 e PN 100), suportando temperaturas moderadas entre -46 e 343 °C, fluidos não corrosivos e quedas de pressão comuns que não ocasionam cavitação ou piscamento. Essas válvulas apresentam algum grau de permutabilidade e compilação de flexibilidade no *design*, permitindo ainda assim seu emprego em diversificadas situações;

■ **SERVIÇOS ESPECIAIS** — são aquelas customizadas, cuja projeção se deu exatamente para atender uma única aplicação, não fazendo parte de aplicações normais de processo. Para cada válvula de serviço geral, seu design e engenharia são únicos, funcionando somente dentro do que foi estabelecido em sua projeção, sendo empregado somente para a aplicação específica necessária. Geralmente, são necessárias quando se necessita de altas temperaturas, elevadas pressões ou um meio corrosivo;

■ **SERVIÇOS SEVEROS** — são aquelas em que são acopladas características especiais para que se possa lidar com aplicações voláteis, tais como baixa ou alta pressão, estando sujeitas a cavitação severa, engasgamento ou níveis de ruídos altos. Essas válvulas podem apresentar guarnições que exigem projeção muito

minuciosa para assim poderem minimizar ou impedir os efeitos na ocasião de emprego.

As válvulas possuem normas de padronização de medidas e especificações. De acordo com Fox, Pritchard, McDonald (2010), entre as sociedades técnicas, associações de comércio e agências do governo, as normas e especificações mais conhecidas e direcionadas às válvulas são: API, UL, ASME, ISA, ASTM, as quais são apresentadas no Quadro 01.

Quadro 1 – Normas e especificações

API American	Estabelece as normas de compra de válvulas e conexões para a indústria petroquímica.
UL Underwriters Laboratories	Laboratórios de certificação que estabelecem normas de projeto e desempenho de válvulas e conexões usadas no serviço de proteção contra incêndio e manipulação de líquidos perigosos.
ASME American Society of Mechanical Engineers	Estabelece códigos cobrindo especificações de pressão e temperatura, espessuras mínimas de paredes, especificações de roscas para válvulas feitas de materiais que estão em conformidade com as especificações da ASME.
ISA Instrument Society of America	As principais normas editadas pela ISA relativas a válvulas de controle são as seguintes: ANSI/ISA S 75.02-1982 — Procedimento de Teste da capacidade da válvula de controle; ANSI/ISA S75.03-1985 — Face a face, dimensões para o corpo de válvulas Globo Flangeadas; ANSI/ISA S75.04-1985 — Dimensões face a face para válvulas de controle flangeadas; ISA S75.01-1985 — Equações de Fluxo para o controle de dimensionamento.
ASTM American Society For Testing Materials	Estabelece e escreve as exigências físicas e químicas de todos os materiais usados na fabricação das válvulas e conexões.

Fonte: Ribeiro (1999, p. 38).

Ribeiro (1999) escreve que as empresas norte-americanas foram as responsáveis pelo impulsionamento das indústrias de válvulas desde 1960, motivo pelo qual a nomenclatura de válvulas e tubulações apresenta grande influência pelo sistema empregado nos Estados Unidos. Por exemplo, o emprego de termos como libras por polegada quadrada (psi) quando se tratar da medição de pressão,

tamanho nominal da tubulação (NPS) para se referenciar à válvula e ao tamanho do tubo e polegadas ao longo do diâmetro da parte interna do tubo. É pela nomenclatura adotada pela *American National Standards Institute* (ANSI) que os termos se baseiam.

2.1 FUNÇÕES DAS VÁLVULAS

A escolha de uma válvula se dá em função do processo ao qual será aplicada. Uma escolha errada é considerada a principal causa por problemas decorrentes no processo. É de fundamental importância a ciência do tipo de fluido, a taxa de fluxo e a pressão desejada (POST, 2013).

Outros fatores fundamentais na escolha correta da válvula a ser empregada em um processo é o material do corpo, o castelo, a parte interna (incluindo as superfícies de vedação), o tipo de acionamento de suas juntas e gavetas, além da classe de pressão. Quando o fluido for corrosivo, torna-se necessário a consideração do pH para a determinação da resistência à corrosão dos materiais. Deve também ser feita análise minuciosa da abrasão, da dureza dos materiais, tanto em relação ao corpo quanto para os componentes internos, sobretudo quando altas velocidades de escoamento estarão presentes (POST, 2013).

De acordo com sua função, as válvulas podem ser divididas em quatro grupos, levando-se em consideração o escoamento do fluxo:

1. De bloqueio;
2. De controle de fluxo;
3. De retenção;
4. De segurança e alívio.

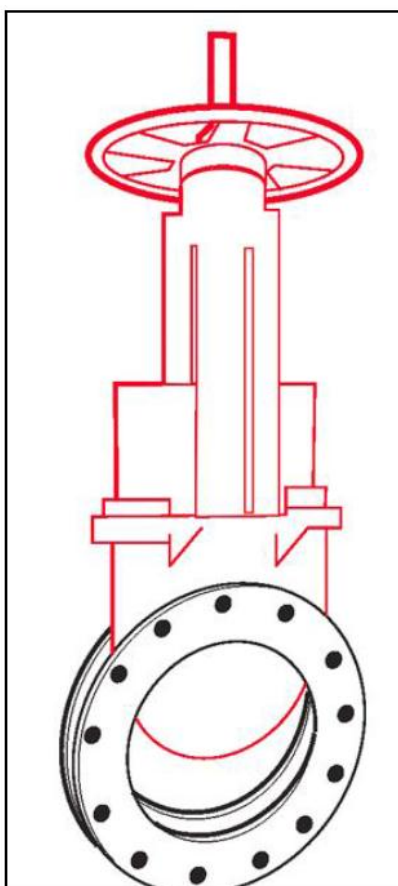
2.1.1 Válvulas de bloqueio

Fox, Pritchard, McDonald (2010) escrevem que este tipo são aquelas que garantem a menor queda de pressão no momento em que se encontram totalmente abertas, uma vez que apresentam alta capacidade de vazão, contribuindo para a máxima eficiência nos processos que apresentam essa necessidade.

Bistafa (2010) aponta que a menor queda de pressão é possibilitada pelo fato de que o diâmetro da passagem do fluxo é pode-se considerar que é o mesmo do diâmetro interno da tubulação à qual faz parte, não havendo variações consideráveis nas linhas de escoamento do fluxo.

As válvulas desse grupo são comumente empregadas para isolar algum equipamento do restante de seu processo, tais como bombas, vasos de pressão, tanques de armazenamento, caldeiras, trocadores de calor, coletores, entre outros (SILVA, 2010). A Figura 01 traz como ilustração um tipo de válvula de bloqueio.

Figura 1 – Modelo de uma válvula de bloqueio



Fonte: Telles (2014, p. 38).

É empregada em muitas ocasiões. Seu funcionamento consiste no deslizamento de um disco por dentro do fluxo do fluido, permitindo desse modo o bloqueio ou fluidez quando retirado. Em sistemas de água ou líquido bruto, as válvulas de bloqueio atuam ou na posição aberta ou na fechada; quando abertas totalmente, a passagem do fluido é liberada, apresentando apenas uma perda de

carga e, quando parcialmente abertas, pode haver uma perda de carga grande. Os principais tipos desse grupo são: gaveta, macho e esfera (BISTAFA, 2010).

2.1.2 Válvulas de controle de fluxo

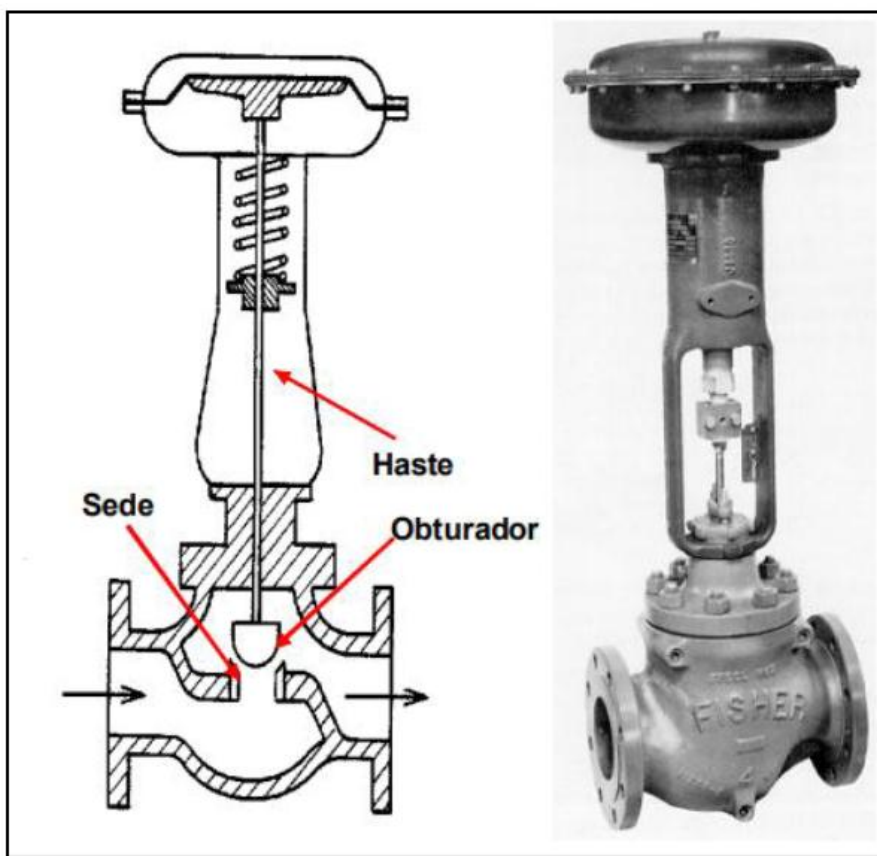
Sua projeção é feita com o intuito de permitir alta perda de carga, possibilitando desse modo mudanças consideráveis nas linhas de escoamento do fluxo dentro da tubulação a montante, provocando alta dissipação de energia (PRIMO, 2012).

O acionamento delas pode ser realizado de modo manual ou automático, levando em conta o tipo de aplicação, a precisão necessária e a repetibilidade requerida pelo processo. As manuais exigem a presença de um operador experiente conforme seu emprego; já as automáticas necessitam de um sinal externo para seu acionamento, que pode ser pneumático, elétrico ou eletro pneumático (PRIMO, 2012).

Ghizze (2012) aponta que o corpo da válvula de controle se apresenta como um vaso de pressão, com uma ou duas sedes, em que se assenta o obturador, que geralmente está na extremidade da haste, cujo acionamento se dá pelo atuador. Ver Figura 02.

É importante salientar que um processo químico engloba centenas de malhas de controle, e cada qual apresenta uma determinada variável com sua importância dentro do processo em uma faixa definida. É por meio das alterações geradas dentro da própria malha através de sensores e transmissores acoplados ao sistema que as variáveis são controladas. E ainda, um controlador recebe todas as informações coletadas, o qual é responsável pela eliminação das alterações e retorno do processo às condições normais do processo e ainda realização das correções necessárias. Aquilo que vai ser executado pelo controlador é realizado por meio da válvula de controle (GHIZZE, 2012).

Figura 2 – Corpo de uma válvula de controle



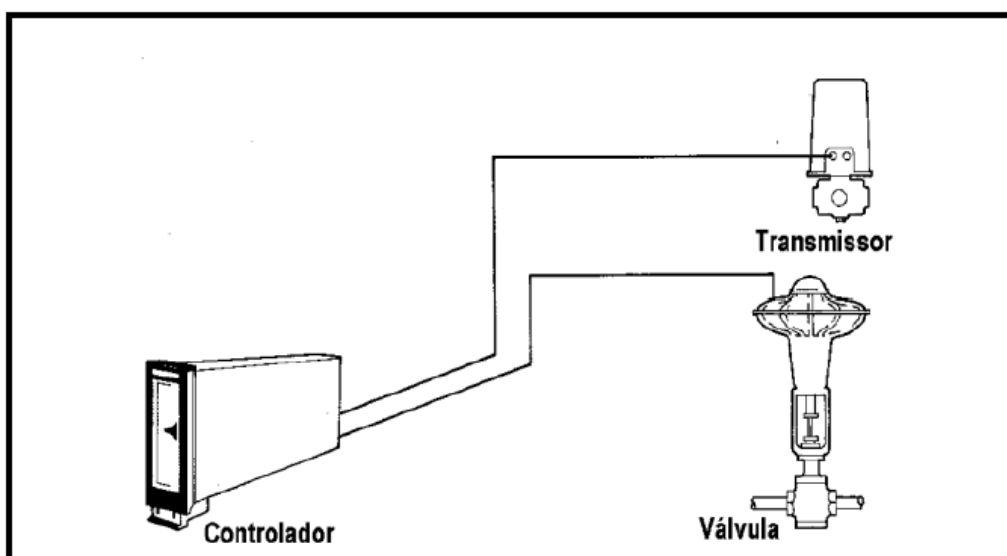
Fonte: Primo (2012, p. 56).

As válvulas de controle são empregadas na manipulação de diversos tipos de fluidos, tais como gases, vapores e líquidos, tendo como objetivo manter a variável do processo o mais possível ao alcance do valor desejado. A malha de controle é composta pelo sensor, transmissor e controlador. A função do sensor é medir as condições reais do processo e, através do transmissor, fazer o envio dos valores ao controlador (PRIMO, 2012).

Hibbeler (2016) menciona que todas as vezes que a taxa de fluxo de medida apontar um valor contrário do que é desejado, ocorre a geração de um sinal de erro a ser enviado ao atuador. Tal sinal passa por um controlador que é responsável pela comparação entre um valor predeterminado com o valor da variável medida e recebida pelo transmissor. Após essa comparação estabelecida, o controlador é responsável pela decisão do que deverá ser realizado, emitindo em seguida a um posicionador o sinal de comando para correção, o qual o recebe e, por meio de variações na pressão e no ar de dentro do atuador, movimenta o obturador da

válvula para assim alcançar a quantidade de fluxo desejada. Fica evidente desse modo que a válvula de controle tem a função de cumprir aquilo que é determinado pelo controlador, posicionando o obturador em nova posição em cada sinal de errado apresentado e, deste modo, alterando a taxa de fluxo produzido. Ver Figura 03.

Figura 3 – Mecanismo da válvula de controle

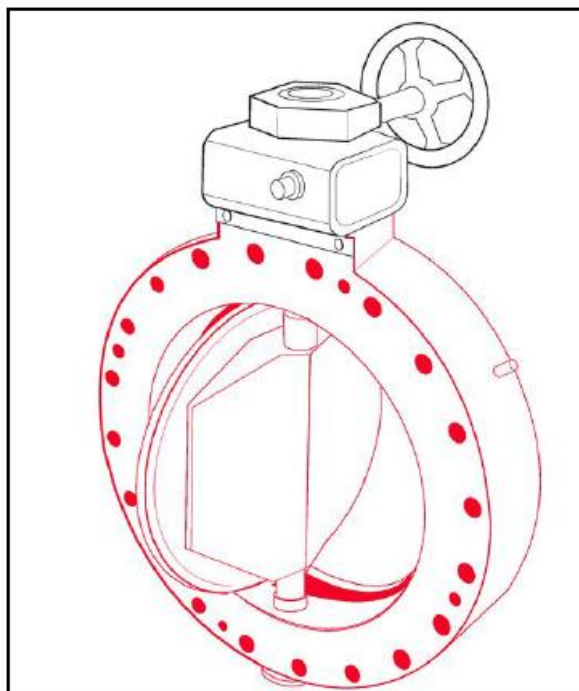


Fonte: Telles (2014, p. 32).

Todas as vezes que o processo da jusante da válvula exigir fluxo menor, o posicionador tem a função de enviar uma pressão maior de ar para o atuador para que assim o curso do obturador possa atingir a posição requerida pelo controlador. Quando a taxa for maior, a pressão do ar tem redução no atuador para que haja o aumento do curso de abertura do obturador, que se abre conforme o que é determinado pelo controlador para assim reestabelecer as condições do processo, completando assim sempre esse ciclo. Entende-se, desse modo, que sempre que houver correções, elas são feitas para que se alcance equilíbrio no processo. (ELGER et al, 2019).

Bistafa (2010) escrever que as principais válvulas de controle são: a globo, a borboleta e a diafragma.

Figura 4 – Modelo de válvula de controle — modelo borboleta



Fonte: Telles (2014, p. 41).

A Figura 04 traz como ilustração o modelo da válvula de controle tipo borboleta.

2.1.3 Válvulas de retenção

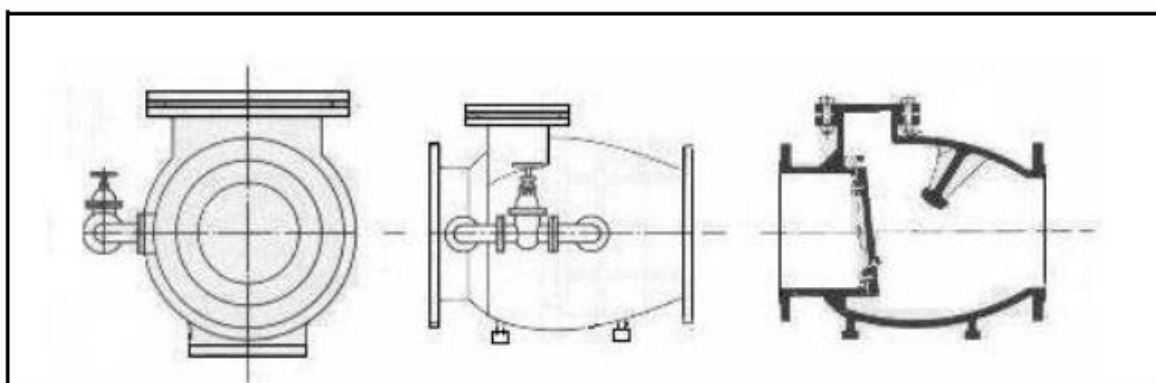
As válvulas de retenção possuem a função de permitir o fluxo somente em um único sentido, para assim garantir proteção adequada aos equipamentos instalados na tubulação de entrada, tais como as bombas e os motores elétricos existentes no sistema que as acionam (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010).

Deve-se ficar bem claro que a sua projeção não foi realizada com o intuito de fazer o controle do fluxo. Geralmente elas são acionadas com o emprego de uma pressão mínima, uma vez que ela já tem seu acionamento pelo próprio fluxo. É muito comum o emprego das válvulas de retenção em diversos tipos de fluidos abrasivos ou corrosivos, e o emprego da vedação metálica possibilita o emprego com fluidos de alta temperatura (SILVA, 2010).

Fox, Pritchard, McDonald (2010) aponta que a válvula de retenção tem sua

instalação logo no início da tubulação de recalque, sendo posicionada entre a saída da bomba e antes do registro gaveta, garantindo desse modo a proteção contra golpes de ariete nas ocorrências de parada brusca no escoamento e facilitando também nos momentos das ocorrências de inspeções e reparos. A Figura 5 apresenta o modelo de válvula de retenção.

Figura 5 – Modelo de válvula de retenção



Fonte: Mathias (2008, p. 104).

Silva (2010) escreve que as válvulas de retenção não requerem ação ou sinal externo para fazer sua função, pois depende apenas da direção do escoamento do fluxo, uma vez que o elemento móvel de vedação tem sua movimentação no mesmo sentido.

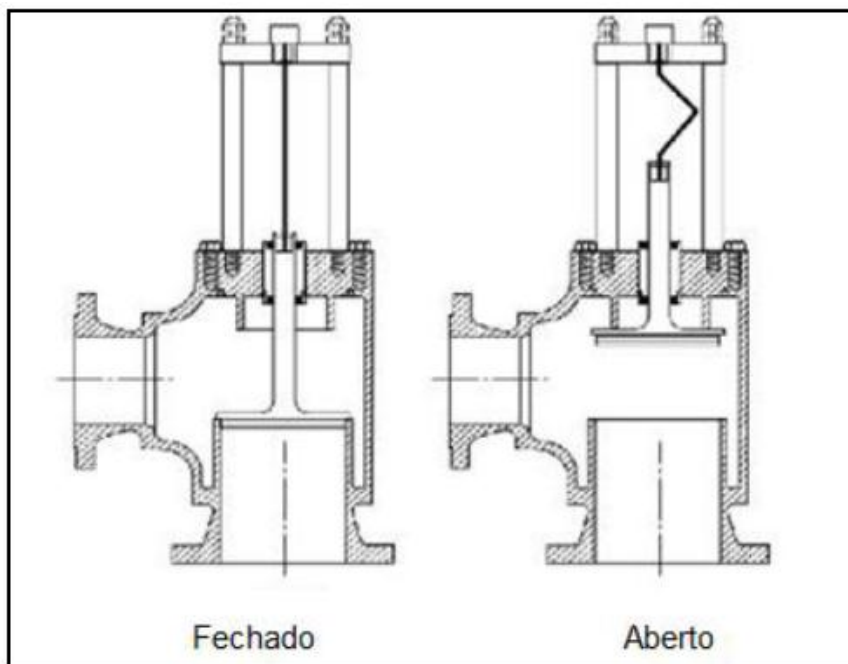
2.1.4 Válvulas de segurança e alívio de pressão

Elas são empregadas para a proteção de um equipamento em situação de perigo, tais como na ocorrência de aumento de pressão, decorrentes de uma sobrepressão dentro do próprio equipamento, as quais podem ocasionar situações catastróficas dependendo do tipo de fluido, volume, pressão e temperatura (RIBEIRO, 1999).

Silva (2010) aponta a grande importância do emprego delas na operação de uma caldeira ou vaso de pressão, pois não permitem que a pressão existente ultrapasse a capacidade máxima permitida conforme a projeção desses equipamentos. Pode-se considerar que de todas as válvulas que se fecham em um

determinado processo, as que pertencem a esse grupo são as que oferecem maior resistência ao aumento de pressão.

Figura 6 – Modelo de uma válvula de segurança



Fonte: Telles (2014, p. 54).

Araújo (2009) aponta que a elevação de pressão no interior de um vaso ou caldeira pode ser infinito até a ocorrência de uma explosão, ou ter limitação pelo emprego de uma válvula de segurança e alívio empregada de modo correto, seguindo as especificações, o dimensionamento, a instalação e a manutenção necessários. Após a ocorrência de um aumento de pressão, a operação normal de um processo somente ocorrerá depois que a válvula realizou sua função de aliviar esse excesso a um nível seguro, por seu fechamento automático. Um modelo de válvula de segurança é apresentado na Figura 6.

O próximo capítulo tem como função descrever as propriedades mecânicas, estruturais e as conexões das válvulas.

3 AS PROPRIEDADES MECÂNICAS E ESTRUTURAIS E AS CONEXÕES DAS VÁLVULAS

O conhecimento das propriedades mecânicas, estruturais e as conexões das válvulas permitem àqueles que fazem uso delas, tanto na construção quanto na manutenção de máquinas, diversas possibilidades de trabalho, procurando atender a necessidade para o qual se projeta algo.

3.1 ESCOLHENDO VÁLVULAS PELOS CRITÉRIOS PRESSÃO E TEMPERATURA

No momento de selecionar uma válvula, a pressão e a temperatura do fluido necessário para um determinado projeto já realizam o descarte de diversos tipos de válvulas, pois existem as que são fabricadas para trabalhar apenas sob baixa pressão e limites de temperatura, em observação de seus componentes internos (FECCHIO; ROQUE, 2007).

A especificação dessas propriedades é importante para que sejam empregadas somente as que suportam as realidades de trabalho as quais estarão sujeitas. Bistafa (2010) escreve que existem válvulas com vedação composta por materiais à base de borracha natural ou sintética, tendo seu corpo fabricado a partir de produtos termoplásticos, tal como o PTFE (politetrafluoretileno, conhecido como teflon), e o conhecimento daquilo que elas suportam é de grande importância.

Existem aquelas confeccionadas a partir de materiais resilientes que, ainda que suportem grande variação de temperaturas, elas necessitam ser limitadas em seu emprego, levando-se sempre em consideração o tipo, a bitola, a pressão de operação e as características construtivas delas (HIBBELER, 2016).

O tipo de fluido que pode transitar internamente nas válvulas é outro fator que seleciona, sobretudo quando ele é viscoso, abrasivo ou com grande capacidade corrosiva. Por exemplo, quando é necessária a passagem de fluidos viscosos ou abrasivos, as válvulas do tipo globo ou gaveta jamais devem ser empregadas. (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010).

A corrosividade do fluido é uma característica que deve ser observada sempre, para se evitar acidentes que venham colocar em risco a integridade física tanto do local de trabalho e do equipamento quanto dos operadores que trabalham

no manuseio de máquinas ou próximos da área onde estão alojados. Nesses casos, o corpo, o castelo e os componentes internos não devem possuir revestimento, sendo necessário, então, que o material construtivo apresente essa resistência (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010).

A capacidade de vazão é outro critério de exclusão a ser adotado na escolha de válvulas. Essa característica define a taxa de fluxo permitida e, quando se tem necessidade de fluxo máximo, as válvulas que permitem a máxima perda de carga, ou ainda mesmo a mínima, devem ser descartadas. Nos empregos em que a perda de carga exigida permite ser a mínima possível, as válvulas de plena passagem devem ser utilizadas, tais como as do tipo gaveta, esfera, borboleta ou macho, uma vez que permitem a alta recuperação posterior de pressão (BRUNETTI, 2008).

Brunetti (2009) afirma que a capacidade de vazão de uma válvula é definida por cálculos de dimensionamento específico, conforme o tipo de fluido, ou seja, compressível, se for gases e vapores, ou incompressível, se for líquido, e também afirma que ao mesmo tempo deve levar em consideração a pressão referencial exigida pelo processo. Esses cálculos possibilitam a definição da capacidade de vazão, ou seja, se atende corretamente às recomendações específicas do processo.

Os tipos de acionamentos também se apresentam como fator de escolha, devendo ser levado em consideração o local da instalação, o tamanho da bitola, a precisão necessária para o controle do fluxo e a pressão requerida. Em situações as quais o local da instalação é de difícil acesso, pode haver a necessidade do acionamento ser realizado pelo emprego de um atuador elétrico, hidráulico, pneumático ou volante manual com corrente (que deve ficar no alto e longe do alcance do operador). Existem ocasiões também que se tornam necessárias as instalações de pedestais de manobra para assim facilitar o trabalho do operador. Esses pedestais são requeridos em situações em que a válvula tem sua instalação abaixo do piso (BISTAFA, 2010).

Elger et al (2019) escrevem que, em relação aos materiais constituintes da válvula, o corpo, o castelo e os componentes internos devem ser empregados conforme o tipo de fluido, temperatura, pressão, velocidade de escoamento, índice de corrosividade e abrasividade. Deve ficar bem entendido àqueles que projetam maquinários e equipamentos que os componentes internos se apresentam mais sujeitos às alterações nas velocidades de escoamento do fluido do que o corpo da válvula, motivo pelo qual devem ser confeccionados com material cuja resistência

suporte essas variantes. Quanto ao corpo e ao castelo, eles são mais tolerantes em relação à corrosão e abrasão.

Fica evidente, portanto, que a escolha de quais poderão ser empregadas na construção de um projeto vai depender da pressão e da temperatura do fluido, da perda de carga permissível. Uma vez cientes dessas características, poderão ser realizadas as escolhas dos tipos de acionamento conforme o modelo de válvula adotada, o espaço disponível para a montagem da máquina ou equipamento, o material de construção do corpo, castelo e componentes internos e os mais variados tipos de conexões.

3.2 CASTELO E CONEXÕES

Diversos são os tipos de castelos e conexões, cada qual indicado para uma determinada aplicação. A seguir, são apresentados alguns deles.

3.2.1 Tipos de Castelos

O castelo consiste na parte superior das válvulas, cujas funções são inúmeras, tais como: ponto de apoio para o sistema de atuação, independentemente de ser manual, elétrico, pneumático ou hidráulico; local de permissão ao acesso aos componentes internos da válvula, oferecendo alinhamento perfeito entre o sistema de atuação, haste, obturador móvel e sede fixa, possibilitando uma forma de vedação do fluido de processo para o ambiente externo por meio de uma caixa de gaxetas ou sistema semelhante, permitindo ainda a vedação da união com o corpo por meio de junto do tipo papelão hidráulico, em espiral ou metálica, na parte inferior, por meio de uma conexão com o corpo da válvula (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010). A Figura 7 apresenta um castelo tipo normal.

As válvulas podem também ser construídas com o seu castelo unido ao corpo de modo roscado, aparafusado, tipo união ou por solda. Conforme o fluido, pressão e temperatura, no local onde é aparafusado tem-se o flangeado e, no local onde é soldado, é encontrado o sistema *lip seal* (BISTAFA, 2010).

Para atividades cujas pressões e temperaturas são mais elevadas, acima de

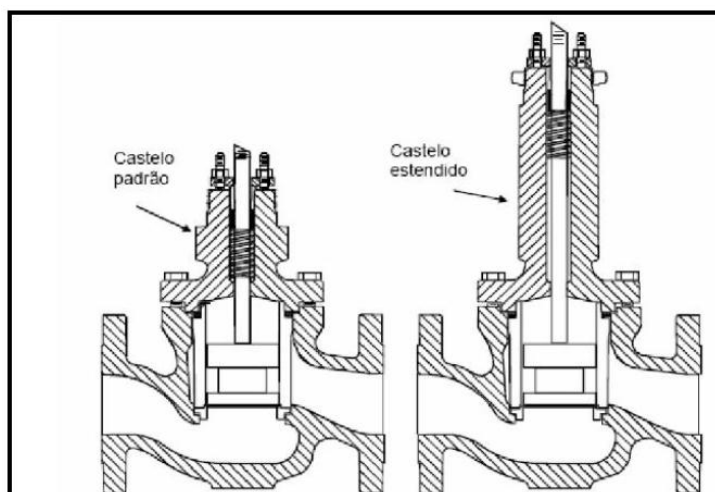
500 psig (35, 154 kgf/cm²) é aconselhável o emprego de castelos do tipo *pressure seal*, os quais podem ter fixação no corpo por meio de rosca ou aparafusado através de estojos e porcas (BISTAFA, 2010). A Figura 8 traz os dois modelos de castelos.

Figura 7 – Castelo tipo normal



Fonte: Telles (2014, p. 41).

Figura 8 – Castelo tipo normal



Fonte: Ribeiro (1999, p. 91).

Na prática, os castelos flangeados são empregados em todas as classes de pressão e materiais, sejam eles fundidos ou forjados. Para as classes de pressão

125, 150, 300 e 600, os castelos possibilitam um bom sistema de vedação do tipo de papelão hidráulico entre o corpo e as juntas (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010).

São três os tipos de configurações das faces de vedação da junta, sendo escolhidas conforme o modelo, projeto e classe de pressão da válvula, podendo ser: ■ plana (empregada apenas nas válvulas gavetas de classe 125 e 150) ■ macho e fêmea (empregada tanto nas válvulas gavetas de 125, 150, 300 e 600) quanto nas do tipo globo, retenção e esfera, nas classes 125, 150, 300 e 600 (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010).

Nas válvulas de aço forjado ou fundido, esse modelo de junta pode ser empregado até a classe 1500, ainda que na prática as válvulas de aço fundido, a partir da classe 600 já faz emprego do tipo RTJ, cuja junta pode ser tanto na união entre o corpo e o castelo das válvulas como na junção entre as flanges da válvula com os da tubulação (MATHIAS, 2008).

A vedação RTJ depende do material da junta, conforme pressão e temperatura do fluido de processo, além do torque exercido pelos estojos e porcas. De acordo com as normas, devem ser empregados somente estojos e porcas nas classes 150 e acima quando se constata que a união e o castelo é flangeado. São permitidos somente parafusos e porcas na classe 125 juntamente a válvulas construídas em ferro fundido. O torque sempre deve se apresentar em proporção à pressão do fluido, uma vez que as forças estáticas exercidas por este na região da junta se comporte na tentativa de fazer a separação das flanges do castelo e do corpo. Deve haver a neutralização das forças entre o torque exercido pelos estojos e porcas, e também a permanência da vedação naquela região (ARAÚJO, 2009). A Figura 9 demonstra uma válvula com a união entre corpo e castelo de modo flangeado.

A *pressure seal* é descrita como a vedação mais empregada para corpo e castelo em altas pressões e temperaturas, pois ela é selada por pressão e, desta forma, quanto maior for a pressão e a temperatura do fluido, mais vedado ficará o sistema. As válvulas cuja fabricação é com esse tipo de vedação se encontram em aço forjado e fundido, nas classes 600 a 4500, e podem ser do tipo gaveta, globo e retenção (portinhola, *tilting disc* e pistão) (ARAÚJO, 2009).

A vedação entre corpo e castelo é realizada com o emprego de um anel metálico de baixa dureza, o qual apresenta expansão contra a parede do corpo da

válvula devido à pré-carga exercida primeiramente por estojos e porcas, e posteriormente à pressão e temperatura do fluido de processo. A pressão que atua dentro da cavidade empurra a parte inferior da bucha de pressão para cima, sendo gerada assim uma força ascendente contra o anel, impedindo a válvula de permanecer aberta ou fechada (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010). Araújo (2009) afirma que este é o único projeto que faz emprego da própria força gerada pela pressão do fluido na área da cavidade interna do corpo em favor da vedação.

Figura 9 – Castelo flangeado



Fonte: Telles (2014, p. 26).

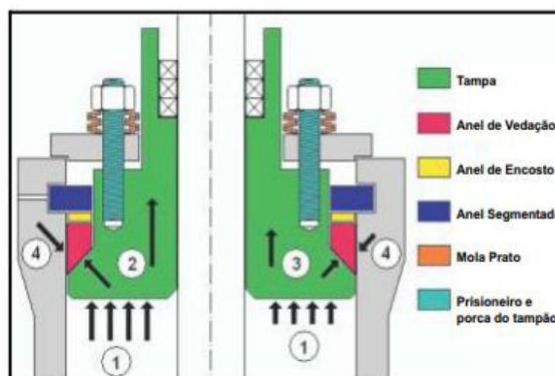
De acordo com Bistafa (2010), no caso do castelo flangeado, a força tem tendência a expulsar a junta para fora dos flanges, contrariando ao aperto dos estojos e porcas e, no momento em que a pressão se mostra elevada, a chance de ocorrer vazamento pela junta de vedação também o é. Já no projeto *pressure seal*, nas ocasiões em que a pressão do fluido dentro da cavidade é aumentada, as chances apresentam redução na mesma proporção. Neste modelo de união, ocorre o estabelecimento da vedação inicial do conjunto estojos e porcas por meio de uma pré-carga sobre um anel de vedação metálico, provocando neste uma deformação inicial.

Esse sistema de vedação faz emprego de um anel segmentado que é colocado dentro de um canal do corpo da válvula. O diâmetro externo desse canal

se apresenta maior que o diâmetro externo do anel e, por isso, o anel necessita ser montado em segmentos. Esse sistema provoca interferência e limitação do movimento ascendente para o aperto do anel de vedação, o qual é marcado pela carga inicial dos estojos e porcas, acrescida à pressão interna do fluido naquela região. O anel segmentado faz absorção de toda força causada, e ainda mantém a força exercida pela pressão do fluido sob o anel de vedação. Entre os anéis segmentados e o de vedação, existe um anel intermediário, o qual tem a função de prevenir a deformação ou extrusão (BISTAFA, 2010).

Primo (2012) escreve que a vedação do anel é empregada em válvulas cuja operação é com vapor saturado ou superaquecido em elevadas pressões e temperaturas. A vedação efetiva ocorre pela dilatação causada pela pressão e temperatura do vapor. Mathias (2008) escreve que as válvulas que empregam esse tipo de projeto, tais como gaveta, globo e retenção, se apresentam mais compactas, uma vez que, na união entre corpo e castelo, a flange de ligação dispõe de um diâmetro externo menor, que vem a facilitar inclusive o isolamento térmico.

Figura 10 – Castelo *Pressure Seal*



- ① Pressão Interna;
- ② Quanto maior for a pressão interna, maior será a força de vedação;
- ③ Se a pressão interna diminuir, a força de vedação também diminuirá;
- ④ Força de Vedação de acordo com a pressão interna.

Fonte: Silva (2010, p. 39).

A vedação no projeto *pressure seal* é afetada pelas dimensões do conjunto, por meio do acabamento das superfícies e das características metalúrgicas dos materiais. Tais características referem-se à rugosidade da superfície e estrutura. Os

fundidos apresentam uma superfície com mais rugosidade do que os forjados (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010). A Figura 10 apresenta uma válvula com vedação entre corpo e castelo do tipo *pressure seal*.

3.2.2 Juntas de vedação

Na união entre corpo e castelo e entre as flanges da válvula com a tubulação, sempre estará presente uma junta cuja função é impossibilitar o vazamento do fluido para fora da válvula no momento em que ela estiver trabalhando sob pressão positiva ou na entrada de ar no sistema nas operações sob vácuo, como ocorre nas válvulas que são instaladas em linhas de sucção de bombas. A junta pode ser apresentar espiralada, metálica, de borracha ou papelão hidráulico, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2– Tipos de juntas

Borracha	• Utilizada em aplicações com baixa pressão, com temperatura suportada por esse material e que tenha compatibilidade química com o fluido de processo. O torque necessário para vedar é reduzido, sendo revestido com diversos materiais resistentes à corrosão.
Papelão Hidráulico	• Esta junta é muito utilizada entre o corpo e o castelo das válvulas até classe 600, para vapor d'água ou em pressões maiores, para fluidos em temperaturas inferiores ao limite da válvula, de acordo com o material do corpo e a classe de pressão.
Espirilada	• É uma peça metálica com inserção de grafite flexível ou PTFE (politetrafluoretileno). Funciona como uma mola, ajudando a absorver dilatação térmica e vibração, mantendo sempre a vedação. É muito utilizada em processos em que ocorrem oscilações na pressão e temperatura do fluido
Metálica	• A junta metálica ou RTJ (ring type joint), é fabricada em material de dureza inferior à dos flanges do corpo e castelo. É formada por anéis cuja seção pode ser oval ou octagonal e utilizada em válvulas da classe 600 e acima. A vedação é produzida pela deformação da junta, devido ao aperto dos estojos e porcas e diferencial dureza entre o material da junta e do corpo e castelo da válvula.

Fonte: Mathias (2014, p. 158).

3.2.3 Conexões

De acordo com Araújo (2009), as conexões permitem a ligação da válvula com a tubulação, podendo ser flangeadas, soldadas ou rosqueadas. As flangeadas são as mais empregadas por se mostrarem mais fáceis no momento da instalação e substituição, indicada para a maioria dos fluidos, excetuando apenas aquelas que,

em hipótese alguma podem ter vazamento para o meio ambiente. Nesses casos, são empregadas válvulas soldadas, as quais, mesmo com a pressão de operação do processo, exige uma válvula na classe 150. A Figura 11 apresenta uma ilustração do uso desse tipo de conexão em uma tubulação de ferro fundido.

Figura 11 – Conexões flangeadas em tubulação



Fonte: Mathias (2014, p. 47).

A conexão para soldagem de encaixe tem indicação para válvulas de pequeno diâmetro, de até 2.1/2” e sendo empregadas para fluidos letais, tóxicos, em altas pressões e temperaturas. A remoção dessa válvula é dificultada no momento de manutenção. A Figura 12 exemplifica por meio de uma ilustração uma tubulação com conexões por solda.

Figura 12 – Conexões por solda



Fonte: Mathias (2014, p. 5).

O tipo de união existente nessa conexão impossibilita desalinhamentos que podem ser decorrentes de uniões flangeadas, já que as válvulas devem ser forçadas para que haja o alinhamento com as flanges da tubulação (MATHIAS, 2014).

4 OS PRINCIPAIS TIPOS DE VÁLVULAS INDUSTRIAIS

Esse Capítulo 04 apresenta os principais tipos de válvulas industriais e suas aplicações. Serão apresentados cinco tipos de válvulas: esfera, borboleta, globo, macho e gaveta, cada qual com suas particularidades. Existem aplicações em que servem quaisquer um dos tipos apresentados; outras já tem exigência específica.

4.1 VÁLVULAS ESFERAS

As válvulas esferas são empregadas sobretudo na indústria naval, uma vez que são muito resistentes a corrosões, suportando grandes pressões e altas temperaturas. Elas são descritas como válvulas de movimento rotativo, cujo obturador é uma esfera que realiza movimento rotacional de 0° a 90° em relação ao sentido de escoamento do fluxo na tubulação, tanto para a abertura quanto no fechamento (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010).

O uso da válvula esfera se mostra a melhor opção quando se tem a necessidade de bloqueio ou abertura para a passagem de fluidos rapidamente. Podem ser empregadas para qualquer pressão, tanto no vácuo quanto em altas pressão e temperatura.

Figura 13 – Válvula esfera



Fonte: Ribeiro (1999, p. 335).

Suas principais características são o alcance satisfatório da faixa para a função de controle de fluxo, estanque nos dois sentidos quando bidirecionais, passagem plena e ausência de bolsas que garantem o mínimo risco de entupimento, torque baixo de operação, alta capacidade de vazão, apresentando perda mínima de carga e controle de fluxo em dois estágios (MATHIAS, 2008).

A desvantagem a ser apontada é que, no momento em se controla o fluxo ou durante seu percurso entre as posições aberta e fechada, o fluido que está em circulação pode entrar em contato com o acionamento da válvula e a parede interna do corpo, o que pode acarretar no travamento, sobretudo se o fluido apresentar alta viscosidade ou cristalização (FOX, PRITCHARD, MCDONALD, 2010).

4.2 VÁLVULAS BORBOLETAS

As válvulas borboletas são empregadas para gases e líquidos à baixa pressão. Possui ação bastante rápida e de baixo custo, apresentando ainda baixa queda de pressão. As válvulas borboletas podem ser classificadas juntamente ao grupo das rotativas, também conhecidas por válvulas de ¼" de volta pelo fato de seu elemento móvel de vedação apresentar movimento de abertura e fechamento firmado em seu próprio eixo, estando limitado a 90°. Elas podem ser empregadas em substituição das válvulas tipo gaveta, globo, macho ou esfera quando na função de bloqueio ou controle para baixas pressões e elevadas vazões (SILVA, 2010).

Elas apresentam um corpo circular em forma de anel; um disco de vedação perpendicular ao escoamento do fluxo, o qual é preso junto a dois mancais, fazendo a função de obturador. Um eixo sustenta as forças dinâmicas e estáticas do fluido cuja atuação se dá sobre o disco para a redução do torque, estando a válvula aberta ou fechada, em respectivo. O acionamento dessas válvulas vai depender do tamanho da bitola, podendo ser por alavanca ou por redutor de engrenagens (BISTAFA, 2010).

Esse modelo de válvula é muito empregado nas indústrias de processo químico. Ela é muito popular devido ao seu baixo peso e apresenta menor custo em relação à manutenção e instalação. Elas podem atuar tanto como válvulas de controle como de bloqueio. No emprego como função de controle, elas proporcionam razoável sensibilidade em processos com diferentes tipos de fluidos. É

o tipo de válvula que apresenta o menor alcance de faixa quando empregado no controle de fluxo. A sua entrada e saída são simétricas, ou seja, elas são bidirecionais, possibilitando o escoamento do fluxo em qualquer direção (MATHIAS, 2008).

Na função de bloqueio ou controle de fluxo de gases ou líquidos, elas podem ser consideradas como os únicos modelos que podem ser empregadas para pressões baixas e vazões extremamente elevadas, uma vez que são encontradas em bitolas desde 2" até 110", e ainda suportam pressão baixa ou moderada de trabalho, dependendo sobretudo de seu tamanho, material construtivo e tipo de fluido (MATHIAS, 2008). A Figura 14 apresenta uma válvula borboleta.

Figura 14 – Válvula borboleta



Fonte: Ribeiro (1999, p. 5).

Essas válvulas são empregadas em indústrias de mineração, alimentícia, bebidas, produtos químicos e petroquímicos, abastecimento e distribuição de água, tratamento de efluentes, papel e celulose, usinas hidrelétricas, entre outras. Moreira (2011) escreve que o corpo desse modelo de válvula é formado por um anel sólido, geralmente aparafusado entre os flanges da tubulação, exercendo a função de sede fixa, além de ser a peça cuja função é dar sustento ao sistema de acionamento. Dependendo da pressão, temperatura e corrosividade do fluido, o corpo pode ser

integral em um único material ou apresentar revestimento interno. Nas aplicações com fluidos extremamente corrosivos, o disco de vedação também necessita de revestimento.

4.3 VÁLVULAS MACHOS

As válvulas machos apresentam acionamento rotativo lembrando o mecanismo das válvulas tipo esfera, diferenciando delas basicamente pelo elemento móvel de vedação, que é o macho. Elas fazem emprego de bucha de PTFE como elemento fixo de vedação, possibilitando a vedação entre o obturador móvel (macho) e a parede do corpo da válvula. O baixo atrito do PTFE não requer o emprego de qualquer sistema de lubrificação externa, o que vem facilitar o seu acionamento. O acabamento superficial excelente do macho possibilita uma vedação com absoluto estanque, até mesmo para fluidos de confinamento difícil (HIBBELER, 2016).

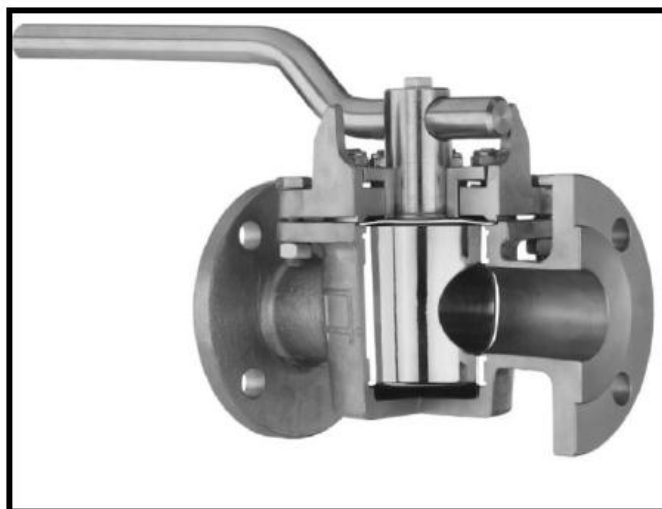
O torque deste tipo de válvula tem ajuste por meio de parafusos posicionados na tampa, aos quais apertam ou distanciam o macho da sede. O aperto ou afastamento do macho provoca aumento ou redução do torque. Tal recurso se apresenta de grande valor, pois acarreta no aumento da estanqueidade todas as vezes que o macho é apertado contra a sede. O torque se apresenta independente da pressão diferencial que atua sobre o macho, ainda que em posições parciais de abertura, uma vez que o fluido não atua em volta dele do mesmo modo como ocorre com as do tipo esfera (BISTAFA, 2010).

As peças principais que formam uma válvula tipo macho são cinco: corpo monobloco, tampa, macho, bucha de PTFE e alavanca. Elas não dispõem de gaxetas para o estabelecimento da vedação na haste, a qual é realizada pela bucha. Entre a tampa e o corpo é colocada uma membrana, cuja finalidade é a redução do coeficiente de atrito entre o macho e a tampa (BISTAFA, 2010).

Em aplicações com corrosão extrema, essas válvulas ganham um revestimento anticorrosivo no corpo e o no macho e, deste modo, ele pode ter sua fabricação a partir de material metálico de baixo custo, tais como o ferro fundido ou aço-carbono. As válvulas com revestimento com fluorpolímeros (TFE, PFA — perflúor alcoxi, FEP — flúor etileno propileno), ou outro termoplástico semelhante, geralmente são mais caras do que aquelas que não apresentam revestimento, no

entanto, são mais baratas que as fabricadas em materiais próprios e resistentes às ações corrosivas (MATHIAS, 2008). A Figura 15 apresenta um modelo de válvula macho em sua estrutura.

Figura 15 – Válvula macho



Fonte: Telles (2014, p. 18).

Post (2013) escreve que as do tipo macho se apresentam poucos suscetíveis à cavitação e ruído. São empregadas em aplicações que apresentam fluido comportado, tais como o cloro, fosgênio, ácido hidrofórico e ácido hidrocloreídrico e aplicações que envolvem gases letais e tóxicos.

4.4 VÁLVULAS GLOBOS

Conforme Pritchard, McDonald (2010), as válvulas globo são específicas para controlar fluxo nas ocasiões que se tornam necessários o controle da razão ou pressão de um determinado tipo de fluido, sobretudo nas paradas ou nas partidas de algum equipamento, no entanto, sem muita precisão. A Figura 16 traz uma imagem da válvula globo.

O fluxo neste tipo de válvula passa pelo obturador, que provoca a abertura, trazendo dificuldades para o fechamento. Nelas, o torque se apresenta maior no momento em que está fechando e menor no momento da abertura. A expansão do

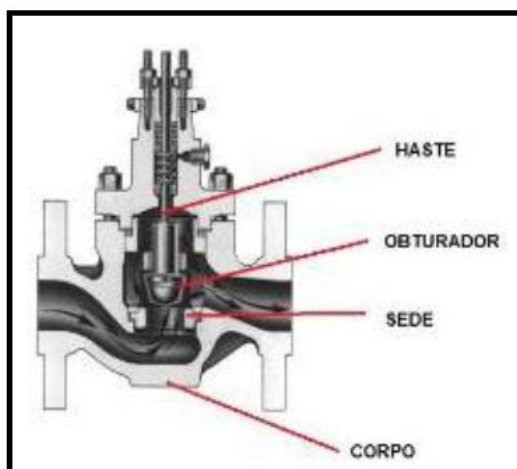
curso de abertura provoca a redução das forças exercidas pela pressão do fluido no obturador, decorrente das perdas de pressão provocadas pelo escoamento do fluxo, conforme Figura 17.

Figura 16 – Válvula globo



Fonte: Telles (2014, p. 339).

Fonte 17 – Parte interna de uma válvula globo



Fonte: Primo (2012, p. 15).

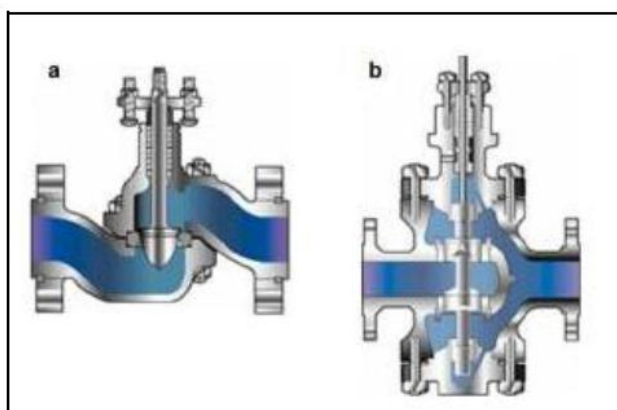
A queda de pressão sempre sofre influência das mudanças na direção de

escoamento e pelo local do obturador em relação ao anel sede. A ocorrência da queda de pressão de modo natural decorrente das mudanças na direção do fluxo é necessária para determinadas aplicações, uma vez que, na abertura máxima, a queda de pressão se apresenta alta por meio da válvula. A queda de pressão decorrente unicamente pelas mudanças de direção do fluxo não sofre influência do posicionamento do obturador no momento ao qual o curso de abertura forma uma área de passagem de tamanho maior em relação a qual é formada pelo diâmetro interno do anel sede (SILVA, 2010).

Essas válvulas não devem ser empregadas para controle de fluxo contínuo, pois causam a vibração e o ruído, e ainda promove o desgaste das peças internas. O obturador solto em relação à haste tem a função de produzir o ruído, o qual se apresenta proporcionalmente em um melhor posicionamento no momento do fechamento deste contra o anel sede, cuja causa se dá sobretudo no controle de fluidos compressíveis (ruídos aerodinâmico), uma vez que a turbulência provoca vibrações nas peças internas da válvula em situações na qual se apresenta necessário um controle contínuo do fluxo e diminuição do nível de ruído gerado, sendo aconselhado o emprego de controle automático (MATHIAS, 2008).

Silva (2010) apresenta uma particularidade das válvulas globo no que diz respeito às sedes, as quais podem ser simples ou duplas. A sede da válvula é o local onde se assenta o obturador e a posição relativa entre o obturador, sendo ela responsável pelo estabelecimento da abertura da válvula. A válvula de duas vias pode apresentar sede simples ou dupla, conforme é apresentada na Figura 18.

Fonte 18 – Válvulas com sede simples e dupla



Fonte: Potter e Wiggert (2018, p. 341).

As válvulas de sede simples dispõem apenas de um caminho para o fluido passar no interior da válvula, e são excelentes quando se necessita de vedação, no entanto, requerem maior força para fechamento/abertura. Já as válvulas de sede dupla, em seu interior encontram-se dois caminhos para o fluxo. Geralmente, elas apresentam grande vazamento mesmo que totalmente fechado. No entanto, a sua vantagem consiste na exigência de menor força para o fechamento/abertura e, como consequência, utilização de menor atuador (SILVA, 2010).

4.5 VÁLVULAS GAVETAS

Esse modelo de válvula é a que possui maior utilização entre as válvulas manuais de bloqueio encontrados em uma indústria. É a que apresenta maior eficiência e simplicidade no escoamento do fluxo, ainda que sob altas pressões e temperaturas. As primeiras válvulas de bloqueio, muito parecidas com as atuais, eram fabricadas a partir de troncos de árvores. Elas podem ser empregadas em uma ampla gama de aplicações, nas mais variadas condições (HIBBELER, 2016).

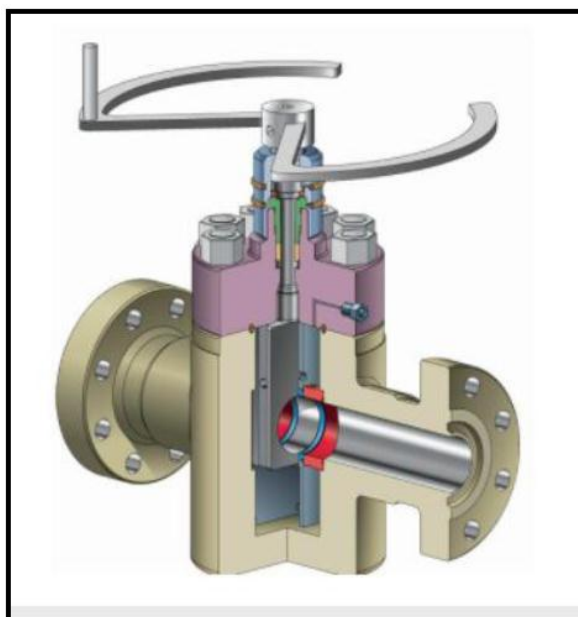
Em relação ao escoamento do fluido, elas oferecem resistência mínima, uma vez que a gaveta se apresenta completamente fora da corrente do fluxo, estabelecendo um ângulo de 90° com este, no momento ao qual a válvula se encontra totalmente aberta. A perda de carga se apresenta muito baixa, tão insignificante que pode ser comprada a um tubo que apresenta o mesmo diâmetro e mesmo comprimento de face a face da válvula (BISTAFA, 2010).

A baixa perda de carga é decorrente de sua ágil recuperação de pressão, provocando a mínima perturbação nas linhas de escoamento do fluxo, provocando ainda a redução da turbulência provocada. As válvulas gavetas apresentam vedação positiva quando se encontram fechadas, e apresentam a mínima turbulência no fluxo de escoamento ao se apresentarem abertas. Elas são empregadas em diversas aplicações em que se faz necessário o controle do tipo *on-off*, ou seja, totalmente abertas ou totalmente fechadas (BISTAFA, 2010). A Figura 19 apresenta uma válvula gaveta em corte.

A válvula gaveta permite a passagem plena de fluidos, e seu curso de abertura se apresenta no mínimo em igualdade ao diâmetro interno da tubulação, não vindo a ocorrer redemoinhos (vórtices), pois o fluido escoar de modo ininterrupto.

Por apresentarem simetria, elas podem ter sua instalação no processo sem a necessidade de qualquer preocupação quanto ao sentido de fluxo, excetuando-se as que possuem meios de alívio da pressão na cavidade do corpo e do castelo e que, devido a isso, são unidirecionais (MATHIAS, 2008).

Figura 19 – Válvula gaveta



Fonte: Potter e Wiggert (2018, p. 213)

Essas válvulas são empregadas com fluidos limpos, e podem trabalhar sob pressões e temperaturas altíssimas, dependendo apenas do projeto construtivo, material e classe de pressão. São empregadas para a passagem de água, gases, ar comprimido ou vapor d'água (saturado ou superaquecido) e também produtos derivados do petróleo, tais como a gasolina, o óleo, a querosene, e outras, os quais a viscosidade não se apresenta elevada o suficiente para interferir no acionamento e sua vedação (MATHIAS, 2008).

Existem outras válvulas que são empregadas nas indústrias, cada qual com suas indicações de uso e particularidades, sendo uma indicação para aprofundamento do conhecimento sobre as válvulas.

4.6 A IMPORTÂNCIA DA ESCOLHA CORRETA DAS VÁLVULAS

Conforme apresentado nesses três capítulos, percebe-se que diversos são os modelos de válvulas existentes, cada qual com suas empregabilidades, propriedades e características, exigindo que os profissionais da Engenharia tenham total conhecimento daquilo que está projetando e que tem necessidade do emprego de válvulas.

A manutenção das válvulas e de seus componentes é de fundamental importância, sobretudo quando os fluidos que transitam nas tubulações apresentam grande capacidade corrosiva, altas temperaturas, e outras características que revelam alto grau de periculosidade. Qualquer acidente envolvendo tais produtos podem representar muitos prejuízos, causando danos financeiros, ambientais e, na pior das hipóteses, acarretar prejuízos na saúde dos colaboradores da empresa, podendo até mesmo culminar na morte instantânea. Devido a essa realidade, a manutenção permanente e a escolha correta das válvulas a serem empregadas são de fundamental importância (POTTER; WIGGERT, 2018).

Muitas outras coisas pertinentes a respeito do emprego de válvulas devem ser pesquisadas por parte dos profissionais da Engenharia Mecânica, visto que é um assunto extenso e que merece total conhecimento para que suas aplicações venham a garantir segurança naquilo em que foram empregadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego das válvulas remonta desde tempos longínquos, antes mesmo de Cristo e, com suas evoluções e aperfeiçoamentos, podem ser empregadas para direcionamento, início, parada, mistura ou regulagem de fluxo, pressão ou temperatura dos mais diversos de fluídos de processos. E ainda em se tratando de sua evolução, existem válvulas para as mais diversas aplicações, cada qual com suas características próprias, com tamanhos dos mais diversos, composto por materiais específicos, adequadas para as aplicações específicas a que serão destinadas, sobretudo pela Engenharia Mecânica na projeção, criação e montagem de máquinas.

Diversas são as classificações das válvulas. Se forem classificadas conforme *design* e funções no manuseio de fluidos de processo, tem-se: *on-off* (permite bloqueio ou passagem de fluidos); não retorno (permite fluxo em uma só direção) e aceleração (permite a regulação do fluxo). Ainda conforme suas funções, as válvulas podem ser classificadas em 04 grupos: de bloqueio; de controle de fluxo; de retenção; e de segurança e alívio. Outra classificação é sugerida, conforme o seu emprego: serviços gerais; serviços especiais e serviços severos. Independentemente da classificação adotada, a escolha correta das válvulas a serem empregadas se mostra de fundamental importância, sobretudo quando envolve fluidos considerados perigosos, devendo levar sempre em consideração os critérios pressão e temperatura.

Os principais tipos de válvulas empregadas nas empresas são: esfera, borboleta, globo, macho e gaveta, cada qual com suas particularidades. Existem aplicações que permitem o emprego de variados tipos de válvulas, no entanto, existem aquelas que necessariamente exigem determinado modelo e que, se assim não for realizado, acarretará em danos a todo um processo.

Além da escolha correta conforme uma necessidade apresentada, a instalação correta de uma válvula e sua manutenção são primordiais para se evitar transtornos nos mais diversos aspectos, preservando a saúde física dos colaboradores, do local de instalação da máquina, garantindo ainda que a empresa não tenha aumento dos custos para sanar despesas decorrentes de uma manutenção insatisfatória que culminou em ocorrências não programadas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. C. **Tubulações industriais**. 3 ed. São Paulo: Editora Hemus, 2009.
- BISTAFA, S.R. **Mecânica dos fluidos**. Noções e aplicações. São Paulo: Blucher, 2010.
- BRUNETTI, F. **Mecânica dos fluidos**. 2ª Ed. São Paulo: ABDR, 2008.
- ELGER, D. F. et al. **Mecânica dos fluidos para Engenharia**. 11 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
- FECHIO, M.M. ; ROQUE, K.A. **Mecânica dos Fluidos**. Escola Politécnica da USP. São Paulo Editora AMGH Ltda, 2007.
- FOX, R.W., PRITCHARD, P.J., MCDONALD, A.T., **Introdução à Mecânica dos Fluidos** 7 ed., Rio de Janeiro: Editora LTC, 2010.
- GHIZZE, A. **Manual técnico de tubulação industrial**. Santos: Ibrasa, 2012.
- HIBBELER, R.C. **Mecânica dos fluidos**. Campinas: Peardon, 2016.
- LIPTAP, B.G. **Instrument engineers' handbook**. Process Measurement and Analysis. Fourth Edition. 2013.
- MATHIAS, A. C. **Válvulas: Industriais Segurança Controle**. São Paulo: Artliber, 2008.
- POST, S. **Mecânica dos fluidos**. Aplicada e computacional. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- POTTER, M. C.; WIGGERT, D. C. **Mecânica dos fluidos**. Porto Alegre: Bookman, 2018.
- PRIMO, J. **Válvulas Industriais: Índice para pesquisas de válvulas, tubos, tubulação e acessórios**. 1ª Ed. Sorocaba, 2012.
- RIBEIRO, M.A. **Válvulas de controle e de segurança**. 5ª Ed. Salvador, BA, 1999.
- SILVA, O.J.L. **Válvulas industriais**. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualimark, 2010.
- TELLES, P.C.S. **Tubulações industriais: materiais, projeto e montagem**. 6ª Ed. Rio de Janeiro Editora Gnt Ltc., 2014.