

BOMBAS E SUAS APLICAÇÕES NAS ENGENHARIAS

Talvanes Lins e Silva Junior¹

Luana Mylena Vieira da Silva²

Ismar Macário Pinto Junior³

Engenharia



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

A aplicação prática de engenharia mais comum na mecânica dos fluidos é o projeto de máquinas de fluidos. Os tipos mais numerosos são máquinas que adicionam energia ao fluido (a família de bombas), mas são importantes também aquelas que extraem energia (turbinas). Ambos os tipos usualmente estão conectados a um eixo rotativo, razão pela qual se denominam turbomáquinas. Bombas e ventiladores fornecem energia ao escoamento de líquidos e de gases, respectivamente; O transporte de fluidos (líquidos e gases) é uma operação básica em muitas indústrias de processamento e para que um fluido escoe ao longo de uma tubulação, ou seja introduzido em um equipamento de processo, é necessária a ação de uma força impulsora. Em geral, não é possível contar com a ação da gravidade como força potencial nesse escoamento, sendo necessária a instalação de uma ou mais bombas para aumentar a energia mecânica do fluido. As bombas são aquelas que recebem trabalho mecânico, recebe energia de uma fonte motora qualquer e cede parte dessa energia ao fluido sob forma de energia de pressão, energia cinética ou ambas. Isso significa que ela aumenta a pressão e a velocidade do líquido. O estudo dos fluidos em movimento constitui a matéria da fluido-dinâmica, a qual inclui os fenômenos importantes relativos ao escoamento de fluidos em tubulações. O presente artigo tem por objetivo mostrar a definição de Bombas, ressaltando o contexto histórico, os sistemas de bombeamento, os tipos de bombas, e as equações de funcionamento, para as diversas áreas das engenharias, através da revisão bibliográfica, consultada em diversos autores sobre o assunto em questão. Resultando no tipo e a aplicabilidade das bombas em cada área da engenharia, obtendo o conhecimento necessário de determinada máquina de transferência de fluido.

PALAVRAS-CHAVE

Bombeamento. Fluidos. Máquinas.

ABSTRACT

The most common practical application of mechanics in fluids is the design of fluid machines. The most numerous types are machines that add energy to the liquid, but are also important ones that extract energy (turbines). Both types are usually connected with a rotating shaft, which is why they are called turbomachines. Pumps and fans of energy to the flow of liquids and gases, respectively; Fluid transport is one of the main strategies of water treatment, and it is a process along a pipe, ie it is introduced into a process of action, it requires an action of a driving force. In general, it is not possible to rely on the action of force as the potential force in this effort, and it is necessary to install an electric power pump. Pumps are those that work mechanically, receive energy from a source of energy, and give up part of the energy for pressure energy, kinetic energy, or both. This increases the pressure and speed of the liquid. The study of moving fluids is a raw material-dynamics material, important for the flow of fluids in pipelines. The present article aims at the definition of Pumps, highlighting the historical context, pumping systems, pump types, and operating equations, for the various areas of engineering, through bibliographical references, consulted by authors on the subject in question. Resulting in the type and applicability of the pumps in each engineering area, obtaining the necessary knowledge about the fluid transfer machine.

KEYWORDS

Pumping. Fluids. Machines.

1 INTRODUÇÃO

O comportamento de fluidos em movimento é muito importante para a engenharia de processos e constitui um dos fundamentos para o estudo das operações unitárias. O estudo dos fluidos em movimento constitui a matéria da fluido-dinâmica, a qual inclui os fenômenos importantes relativos ao escoamento de fluidos em tubulações. O transporte de fluidos (líquidos e gases) é uma operação básica em muitas indústrias de processamento e para que um fluido escoe ao longo de uma tubulação, ou seja, introduzido em um equipamento de processo, é necessária a ação de uma força impulsora. Em geral, não é possível contar com a ação da gravidade como força potencial nesse escoamento, sendo necessária a instalação de uma ou mais bombas para aumentar a energia mecânica do fluido. (Fonseca, 2016).

De acordo com Teixeira (1973), alterações na natureza da água podem causar modificações no desempenho das bombas, sendo, portanto, de fundamental importância o conhecimento das novas curvas de desempenho dessas bombas, para que o seu uso possa ser feito dentro de condições ideais de funcionamento. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de motobomba operando com água residuária proveniente do descascamento e da demucilagem do café, e com as diluições dessas.

1.1 Máquinas Fluido-Mecânicas

Bistafa (2010) aborda que as máquinas fluido-mecânicas são utilizadas para fornecer ou retirar energia de modo contínuo do escoamento de um fluido, sob a forma de um conjugado em eixo rotativo.

Bombas e ventiladores fornecem energia ao escoamento de líquidos e de gases, respectivamente; enquanto turbinas hidráulicas e turbinas eólicas retiram energia do escoamento de água e dos ventos, respectivamente.

O transporte de fluidos (líquidos e gases) é uma operação básica em muitas indústrias de processamento e para que um fluido escoe ao longo de uma tubulação, ou seja introduzido em um equipamento de processo, é necessária a ação de uma força impulsora. Em geral, não é possível contar com a ação da gravidade como força potencial nesse escoamento, sendo necessária a instalação de uma ou mais bombas para aumentar a energia mecânica do fluido (Fonseca, 2016).

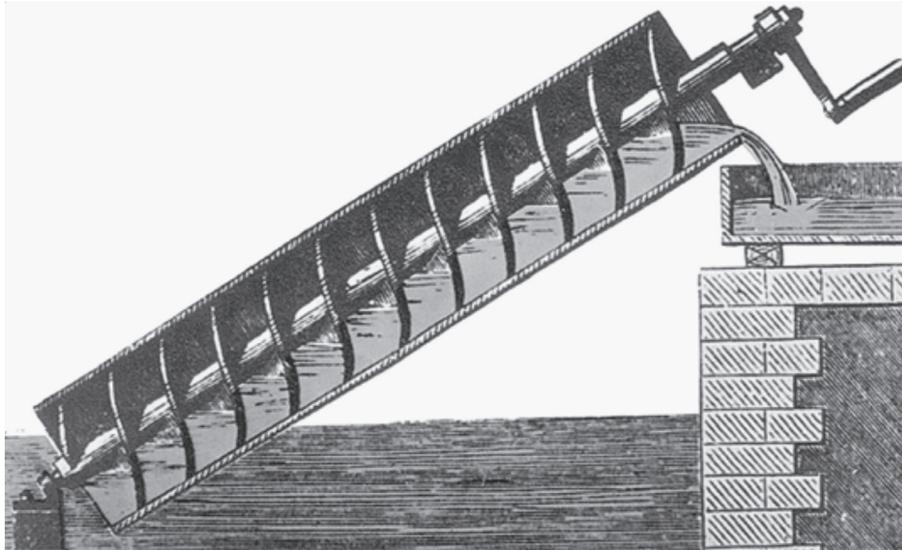
1.2 Surgimentos das bombas hidráulicas

White (1999) descreve que a bomba é a mais antiga máquina de transferência de energia para um fluido que se conhece. Há pelo menos dois projetos que datam de antes de Cristo: (1) as rodas de água com conchas impulsionadas na parte inferior da roda, ou noras, usadas na Ásia e na África (1000 a.C.) e (2) a bomba de parafuso de Arquimedes (250 a.C.), que ainda é fabricada nos dias de hoje para movimentar misturas líquido-sólido. Turbinas de rodas com remos eram usadas pelos romanos em 70 a.C., e os moinhos de vento da Babilônia datam de 700 a.C.

O nome bomba foi dado para qualquer solução dos problemas ligados ao deslocamento ou transporte de líquidos, e isso tem sido um permanente desafio para a humanidade.

Segundo Macintyre (2010) Os primeiros a utilizar o sistema de deslocamento de água foram os egípcios no ano 2000 A.C inventaram uma bomba "Shadoof" ou "cego-nha" para irrigar plantações nas margens do Rio Nilo. Com o passar dos tempos foram criados e adaptados vários dispositivos rudimentares, que ainda são usados no século XXI tiveram também aperfeiçoamentos e contaram com a descoberta de alternativas de diferentes tecnologias. Algumas destas antigas invenções, como o parafuso de Arquimedes, são utilizadas até os nossos dias, praticamente da mesma forma com que foram criadas por volta do ano 2000 A.C.

Figura 1- Parafuso de Arquimedes



FONTE: Okuno, M. 2017. Parafuso de Arquimedes. Data de acesso: 19-10-2018. URL: <http://inteliagro.com.br/archimedes-screw/>.

As bombas alternativas a pistão ou êmbolo já eram do conhecimento dos gregos e dos romanos. Ctesibius, por volta de 250 A.C inventou uma bomba alternativa movida por uma roda d'água, construída por seu discípulo Hero de Alexandria

As bombas cinéticas, embora de conceitos muito antigos, só vieram a ser construídas para uso real no início do século XIX.

2 METODOLOGIA

Neste estudo adotou como estratégia metodológica a revisão bibliográfica, utilizando um dos métodos de revisão, a revisão narrativa, focado na possibilidade ao acesso de experiências do autor.

A pesquisa bibliográfica procura explicar e discutir um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema (MARTINS, 2001).

3 DISCUSSÃO

3.1 Bombas

As máquinas que fornecem líquidos são simplesmente chamadas de bombas, mas se gases são envolvidos, três diferentes termos são usuais, dependendo da ele-

vação depressão que se deseja obter. Se a elevação de pressão for muito pequena (alguns centímetros de altura de água), uma bomba de gás é chamada de ventilador; até 1atm, usualmente é chamada de soprador; e acima de 1 atm comumente é chamada de compressor.

Bombas são máquinas que tem a finalidade de realizar o deslocamento de um líquido de um ponto a outro. Uma bomba transforma o trabalho mecânico recebido de uma fonte motora (motor ou turbina) em energia que, posteriormente, será transferida ao fluido sob a forma de energia de pressão (onde há um aumento da pressão do líquido) ou energia cinética (onde há um aumento da velocidade de escoamento do líquido). Alguns autores chamam-nas de máquinas operatrizes hidráulicas, já que realizam um trabalho específico ao deslocarem um líquido.

A relação entre a energia cedida pela bomba ao líquido e a energia que foi recebida da fonte motora determina o rendimento da bomba. Esse dado é muito importante para a escolha de uma bomba, quando se trata de conservação de energia.

As máquinas fluido-mecânicas operam tanto com escoamentos compressíveis como incompressíveis. Fazem parte do primeiro grupo de máquinas aquelas que operam com gases submetidos a grandes diferenciais de pressão e/ou altas velocidades, como é o caso dos compressores, das turbinas a vapor e a gás, turbinas de motores de avião e turbinas a jato. O segundo grupo de máquinas são as bombas, ventiladores (com alturas manométricas da ordem de até 50) e as turbinas hidráulicas. As bombas operam com líquidos em geral, as turbinas hidráulicas com a água, e os ventiladores com um gás, geralmente o ar.

O dimensionamento adequado da operação de bombeamento requer a seleção de uma bomba que opere a um custo mínimo com máxima eficiência. Como comentado, a bomba é uma máquina que transfere energia mecânica ao fluido, que deve ser entendido como fluido incompressível, pois a máquina que transportam fluidos compressíveis é conhecida como compressor.

Na escolha de uma bomba para determinada aplicação, vários fatores devem ser considerados:

Determinar o local de instalação da bomba e com isso definir os trechos de sucção e descarga (recalque) do sistema, portanto, define-se como:

- Sucção: o trecho que compreende a tubulação e seus acessórios entre o tanque da onde se quer bombear o fluido e a entrada da bomba;
- Descarga (Recalque): o trecho que compreende a tubulação e seus acessórios entre a saída da bomba e o tanque para onde se quer bombear o fluido;
- A pressão requerida (altura manométrica ou de projeto);
- Vazão Volumétrica;
- Propriedades do fluido como: densidade, viscosidade, propriedades de fluxo para fluidos não newtonianos;
- Perdas de carga na tubulação nos trechos de sucção e descarga (recalque);
- Temperatura e pressão de vapor do fluido;
- Sistema de operação: intermitente ou de uso contínuo;

3.2 Bombas e Compressores

Bombas e compressores são dispositivos nos quais o trabalho é realizado sobre a substância em escoamento ao longo dos mesmos, de modo a mudar o estado da substância, normalmente aumentar a pressão e/ou a elevação. O termo compressor é usado quando a substância é um gás (vapor) e o termo bomba é usado quando a substância é um líquido.

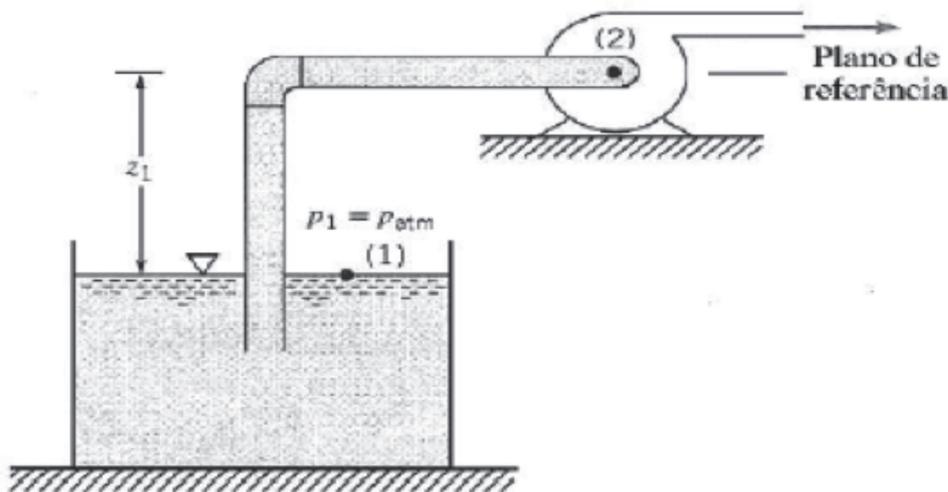
3.3 Curva de NPSH requerido da bomba

Uma vez que a pressão na seção de sucção das bombas normalmente é baixa, há a possibilidade de ocorrer cavitação dentro da bomba. Isto provoca uma perda na eficiência e danos estruturais na bomba. De modo a quantificar o potencial de cavitação, utiliza-se a diferença entre a carga total na seção de sucção da bomba, e a carga de pressão relativa à pressão de vapor do líquido, p_v/γ . A posição de referência para a carga de elevação é a linha de centro da seção de entrada do rotor. Esta diferença é chamada de NPSH:

$$NPSH = \frac{\rho s}{\gamma} + \frac{Vs^{-2}}{2 \cdot g} - \frac{\rho s}{\gamma}$$

Existem dois valores de NPSH que interessam: (a) o chamado NPSH requerido, ou NPSHR, que o é valor a ser mantido (ou excedido) de modo a garantir que a cavitação não ocorra; e (b) o NPSH disponível, ou NPSHD, que representa a carga que realmente ocorre no sistema hidráulico específico.

Figura 2- Cavitação



Fonte: WHITE, Frank M.1999. Mecânica dos fluidos. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 4º edição.

$$\frac{P_{atm}}{\gamma} - z_1 = \frac{P_s}{\gamma} + \frac{V_s^2}{2 \cdot g} + h_L$$

$$\frac{P_s}{\gamma} + \frac{V_s^2}{2 \cdot g} = \frac{P_{atm}}{\gamma} - z_1 - h_L$$

$$NPSH_D = \frac{P_{atm}}{\gamma} - z_1 - h_L - \frac{P_V}{\gamma}$$

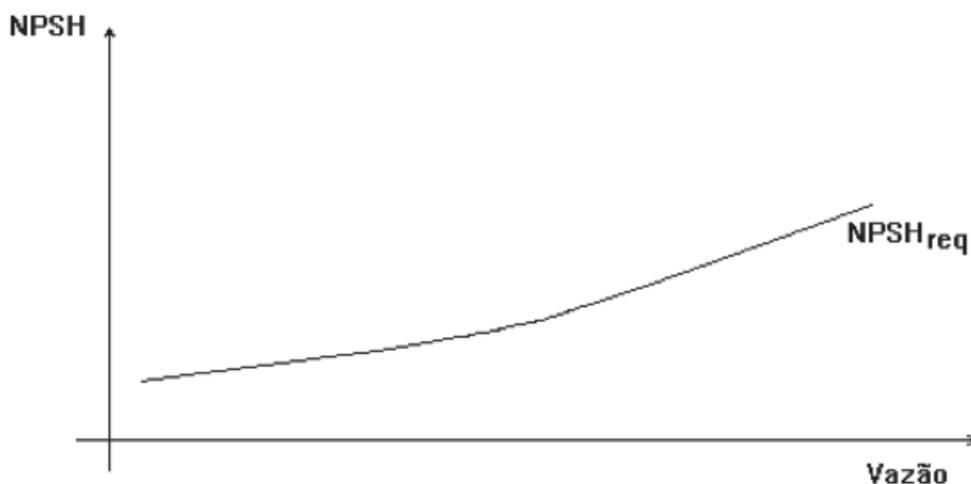
Como, geralmente, o valor conhecido de p_v é absoluto, é comum considerar a pressão atmosférica local nos cálculos de NPSHD. Finalmente, para garantir a integridade da bomba (ausência de cavitação):

$$NPSHD > NPSHR$$

Note que, para bombas "afogadas" é mais garantido obter-se $NPSHD > NPSHR$.

Assim, uma curva característica da bomba é a curva de $NPSH_{requerido}$ em função da vazão, conforme mostra na figura 3.

Figura 3 – Curva de $NPSH_{requerido}$ de uma bomba em função da vazão



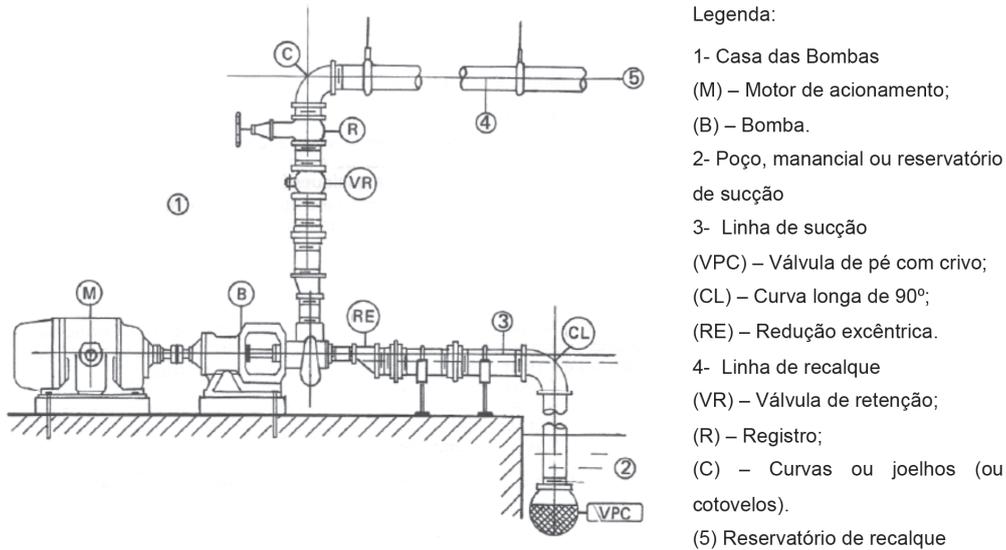
Fonte: BISTAFA, S. R. 2010. Mecânica dos Fluidos- Noções e Aplicações, p. 177. São Paulo: editora Edgard Blucher Ltda, 2ª edição.

4 SISTEMA DE BOMBEAMENTO APLICADO PARA A ENGENHARIA

As instalações de bombeamento podem apresentar em sua forma, dependendo de seu objetivo e importância, variações as mais diversas.

Contudo e visando, principalmente, um estudo sistematizado das mesmas, apresentamos, com a respectiva nomenclatura, o esquema de uma simples e típica instalação de bombeamento (Figura 4).

Figura 4- Esquema de uma instalação de bombeamento típica.

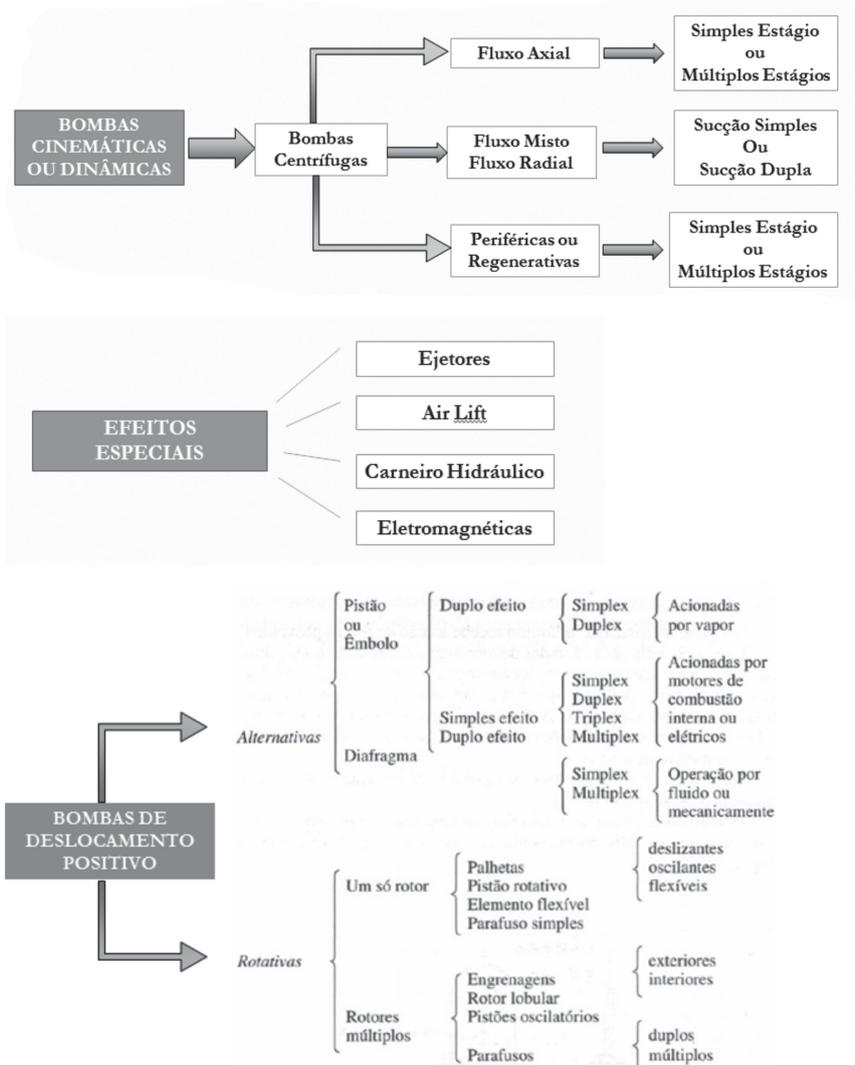


Fonte: BRASIL, A. N. 2010. Máquinas Termohidráulicas de Fluxo. Data de acesso: 17-10-2018. URL: https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5817712/LOQ4015/capitulo3_bombasclassificacaoedescricao.pdf.

5 TIPOS DE BOMBAS

As bombas podem ser classificadas de diversas maneiras, segundo suas aplicações, material de construção, características do líquido deslocado etc. Porém a classificação mais utilizada é a que se baseia no modo como a energia é fornecida ao fluido durante o escoamento. Segundo esse critério, as bombas podem ser divididas em dois grandes grupos: (1) Bombas Cinéticas ou Dinâmicas; (2) Bombas de deslocamento positivo ou volumétricas. Os principais tipos de bombas distribuídos entre esses dois grupos são apresentados no Fluxograma 1:

Fluxograma 1- Classificação das bombas segundo a forma como a energia é fornecida ao fluido durante o escoamento



Fonte: FONSECA, V. F. da M. L.2016. Bombeamento de Fluidos, p. 5. Lorena. Departamento de Engenharia Química

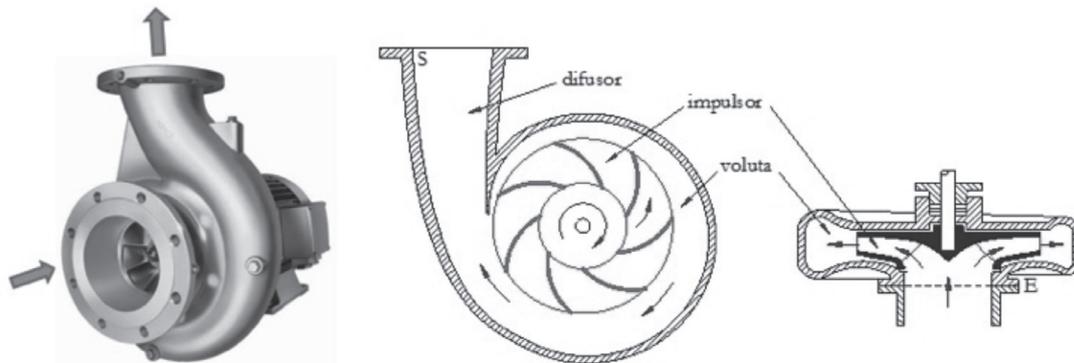
5.1 Bombas cinéticas ou dinâmicas

A energia é fornecida continuamente ao fluido por um rotor, que gira a alta velocidade fornecendo a energia cinética ao fluido que depois é transformada em energia de pressão. O movimento do rotor produz uma zona de vácuo (no centro) e outra de alta pressão (na periferia).

O líquido é aspirado pela ação do rotor que gira rapidamente dentro da carcaça. Entre as bombas cinéticas as mais amplamente utilizadas nas indústrias são as cen-

trífugas, que consistem basicamente em um elemento móvel, denominado rotor ou impulsor provido de pás, e de um elemento fixo, a carcaça (como mostrado na Figura 5).

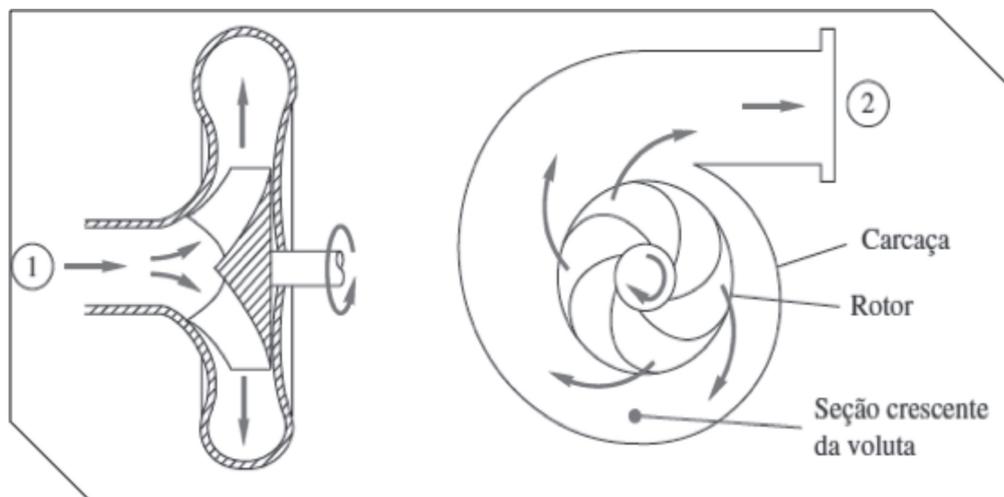
Figura 5- Representação esquemática de uma bomba centrífuga



Fonte: REDONDO, M. A. G. 2017. Qué es y cómo se calcula el NPSHdisp de una bomba centrífuga. Data de acesso: 17-10-2018. URL: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/que-es-y-como-se-calcula-npsdisp-bomba-centrifuga>.

A finalidade do rotor, também chamado “impulsor” ou “impelidor”, é comunicar à massa líquida aceleração, para que adquira energia cinética e se realize assim a transformação da energia mecânica de que está dotado, É, em essência, um disco ou uma peça de formato cônico dotada de pás. As pás do rotor usualmente são curvadas para trás, como na Figura 6, mas há também projeto de pás radiais e de pás curvadas para a frente, que mudam pouco a pressão de saída.

Figura 6- Vista em corte de uma bomba centrífuga típica.



Fonte: WHITE, Frank M.1999. Mecânica dos fluidos, p. 767. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 4ª edição.

As bombas centrífugas podem ser classificadas segundo a direção principal do escoamento no impulsor com respeito ao eixo de rotação:

- Fluxo radial: centrífuga propriamente dita, na qual o líquido sai do rotor radialmente à direção do eixo. São as mais utilizadas e a potência consumida aumenta com o aumento da vazão;
- Fluxo axial: é a propulsora, na qual o líquido sai do rotor com direção aproximadamente axial em relação ao eixo. Potência consumida maior quando a sua saída se encontra bloqueada. Indicada para grandes vazões e baixas alturas manométricas;
- Fluxo misto: é a centrífuga-propulsora, na qual o líquido sai do rotor com direção inclinada em relação ao eixo. Atende à faixa intermediária entre as anteriores;

5.2 Bomba De Engrenagens

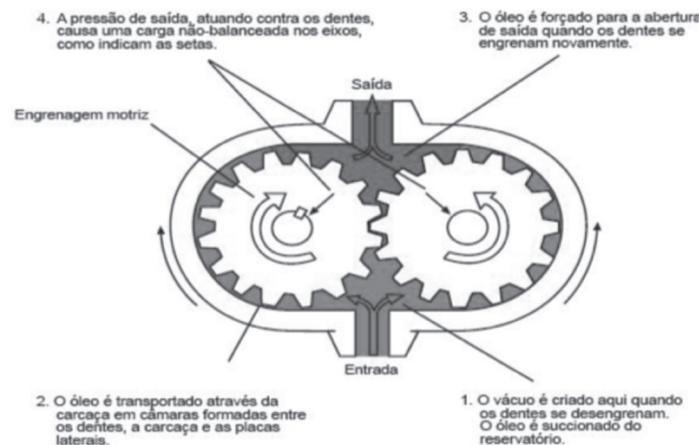
A bomba de engrenagem consiste basicamente de uma carcaça com orifícios de entrada e de saída, e de um mecanismo de bombeamento composto de duas engrenagens.

Uma das engrenagens, a engrenagem motora, é ligada a um eixo que é conectado a um elemento acionador principal. A outra engrenagem é a engrenagem movida.

No lado da entrada, os dentes das engrenagens desengrenam, o fluido entra na bomba, sendo conduzido pelo espaço existente entre os dentes e a carcaça, para o lado da saída onde os dentes das engrenagens engrenam e forçam o fluido para fora do sistema.

A bomba de engrenagem que foi descrita acima é uma bomba de engrenagem externa, isto é, ambas as engrenagens têm dentes em suas circunferências externas. Conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Exemplo de uma bomba de engrenagem externa.



Fonte: BRASIL, A. N. 2010. Máquinas Termohidráulicas de Fluxo. Data de acesso: 17-10-2018. URL: https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5817712/LOQ4015/capitulo3_bombasclassificacaoedescricao.pdf.

Vantagens:

- a) Eficiente, projeto simples;
- b) Excepcionalmente compacta e leve para sua capacidade;
- c) Eficiente à alta pressão de operação;
- d) Resistente aos efeitos de cavitação;
- e) Alta tolerância à contaminação dos sistemas;
- f) Resistente em operações à baixas temperaturas;
- g) Construída com mancal de apoio no eixo;
- h) Compatibilidade com vários fluidos.

5.3 BOMBAS DE PALHETA

As bombas de palheta produzem uma ação de bombeamento fazendo com que as palhetas acompanhem o contorno de um anel ou carcaça. O mecanismo de bombeamento de uma bomba de palheta consiste de: rotor, palhetas, anel e uma placa de orifício com aberturas de entrada e saída.

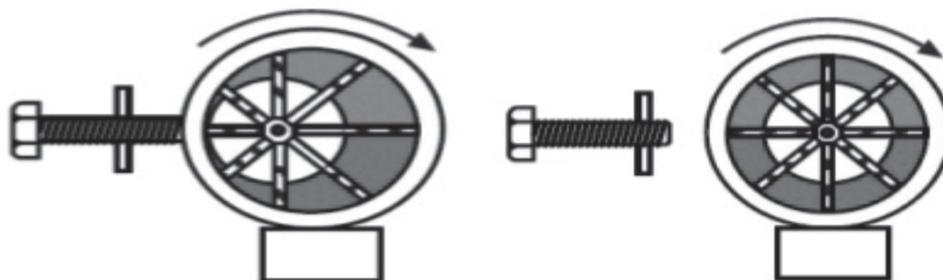
O rotor de uma bomba de palheta suporta as palhetas e é ligado a um eixo que é conectado a um acionador principal. À medida que o rotor é girado, as palhetas são "expulsas" por inércia e acompanham o contorno do cilindro (o anel não gira). Quando as palhetas fazem contato com o anel, é formada uma vedação positiva entre o topo da palheta e o anel.

O rotor é posicionado fora do centro do anel. Quando o rotor é girado, um volume crescente e decrescente é formado dentro do anel. Não havendo abertura no anel, uma placa de entrada é usada para separar o fluido que entra do fluido que sai. A placa de entrada se encaixa sobre o anel, o rotor e as palhetas. A abertura de entrada da placa de orifício está localizada onde o volume crescente é formado.

O orifício de saída da placa de orifício está localizado onde o volume decrescente é gerado. Todo o fluido entra e sai do mecanismo de bombeamento através da placa de orifício (as aberturas de entrada e de saída na placa de orifício são conectadas respectivamente às aberturas de entrada e de saída na carcaça das bombas).

Com o parafuso regulado, o anel é mantido fora do centro com relação ao rotor. Quando o rotor é girado, um volume de fluxo é gerado, ocorrendo o bombeamento, conforme ilustra na Figura 8.

Figura 8 – Exemplo de uma bomba de palheta.



Fonte: *SlideShare*, 2013. Aula 3 unidade de potência e bombas hidráulicas. Data de acesso: 17-02-2019. URL: <https://pt.slideshare.net/franciscoalveslimajunior/aula-3-unidade-de-potncia-e-bombas-hidrulicas>.

Vantagens:

- a) Baixo nível de ruído;
- b) Fornece uma vazão mais uniforme de óleo que minimizando as oscilações nas linhas dos sistemas hidráulicos;
- c) Grande tolerância à contaminação do sistema.

5.4 BOMBA PARAFUSO

As bombas de parafusos são bombas de deslocamento positivo baseadas no parafuso de Arquimedes. O princípio de uma bomba parafuso trata-se uma rosca embutida em um tubo. Mergulha-se uma de suas extremidades no material a ser transportado, e gira-se o conjunto, o material entra pela rosca e vai subindo ao longo do eixo, até transbordar na parte superior.

O mecanismo é bem simples, ela consiste em uma haste cilíndrica e uma superfície helicoidal no entorno do seu eixo formando basicamente uma rosca (Figura 9). Através do movimento dinâmico da superfície helicoidal, o fluido sai do seu estado de inércia (White 1999).

As bombas de parafuso permitem elevar desde pequenas a altas vazões em alturas relativamente baixas, sendo útil no campo de saneamento para elevatórias de esgoto, recirculação de lodos ativados, elevações de água, controle de inundações pluviais e bombeamento em plantas de tratamento de resíduos industriais. Pode ser ainda usada para bombeamento de sólidos granulados como carvão e grãos, e na irrigação de campo agrícolas sem bombas elétricas. Possui baixo custo de manutenção devido à baixa rotação de trabalho, o desgaste por abrasão dos sólidos em suspensão é mínimo.

Figura 9 – Exemplo de uma bomba parafuso.



Fonte: Bombas e Válvulas: Conheça os tipos e aplicações. 2018. Data de acesso: 19-10-2018. URL: <https://www.tratamentodeagua.com.br/bombas-e-valvulas-conheca-os-tipos-e-aplicacoes/>.

5.5 Bombas Submersíveis

As bombas especializadas são conhecidas como bombas elétricas submersíveis.

Uma bomba submersível é um tipo de uma bomba que está contida em um motor de ar selado que está perto do corpo da bomba. Para utilizar esta bomba, toda a montagem é submersa no líquido que está a ser bombeado.

Uma boa bomba submersível não depende da pressão externa de ar para levantar o fluido. Pelo contrário, os vedantes mecânicos são utilizados para assegurar que o fluido não entra no corpo do motor e causando um curto-circuito no motor. Assim, estas bombas podem fornecer uma quantidade significativa de força de elevação.

A bomba é muitas vezes ligada a uma tubulação ou uma mangueira flexível ou se localizam abaixo dos trilhos de guarda ou fios. O tubo é então baseado em um acoplamento (chamado de acoplamento pé pato) que é então ligado à rede de tubos para a entrega.

Figura 10- Exemplo de bomba submersível



Fonte: Para que serve uma bomba submersível. 2018. Data de acesso: 19-10-2018. URL: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/331-para-que-serve-uma-bomba-submersivel/>.

6 APLICAÇÕES

6.1 ENGENHARIA CIVIL

6.1.1 Bombeamento de concreto

As bombas são equipamentos de extrema importância para a construção civil. Tanto para grandes quanto para pequenas obras, elas imprimem mais velocidade à concretagem, diminuem a quantidade de mão de obra e equipamentos, facilitam a aplicação e permitem um melhor acabamento, devido à maior plasticidade do concreto.

Seu funcionamento é muito complexo, mas podemos dizer que está baseado em acionar dois pistões para funcionarem alternadamente. Enquanto um se enche com o concreto proveniente do caminhão betoneira, o outro se esvazia, empurrando o concreto para a tubulação de saída.

Dependendo do seu modelo, as bombas podem ser montadas sobre o chassi de um caminhão, ou serem do tipo rebocável, seguindo para a obra engatada em outro veículo.

Não existe uma classificação oficial para estes equipamentos, portanto, para distingui-los, vamos agrupá-los da seguinte forma:

Bomba Lança

Equipamento que obrigatoriamente deve ser montado sobre o chassi de um caminhão, devido ao seu tamanho e peso. O nome lança se deve ao fato dela possuir um mastro distribuidor, articulado normalmente em três ou quatro partes. No Brasil as bombas-lança mais utilizadas são as de 28 m e 32 m de alcance do mastro e a maior bomba que existe em atividade possui 56 metros de Lança (Figura 11).

Figura 11- Exemplo de Bomba Lança



Fonte: Portal do concreto. Data de acesso: 20-10-2018. URL: <http://www.portaldocimento.com.br/cimento/concreto/bomba.html>.

Bomba Reboque ou Estacionária

São equipamentos sem o mastro distribuidor, mas que podem ter o mesmo desempenho de uma Bomba Lança em termos de velocidade e potência de bombeamento. São rebocadas até a obra e necessitam da montagem de tubulação até o local de descarga, conforme exemplo na Figura 12. São mais utilizadas em prédios, galpões com pé direito baixo, estacas hélice, etc.

Figura 12- Exemplo de Bomba Estacionária



Fonte: Portal do concreto. Data de acesso: 20-10-2018. URL: <http://www.portaldococoncreto.com.br/cimento/concreto/bomba.html>.

Auto Bomba

Seria uma Bomba Reboque ou Estacionária montada sobre o chassi de um caminhão, dispensando a necessidade de um veículo para rebocá-la.

Bomba de Mangote

São bombas com menor potência e velocidade de bombeamento, mas perfeitas para serem utilizadas em obras residenciais. A distribuição do concreto é feita através de mangotes de três polegadas e a consistência do concreto (slump) é excelente para o enchimento de lajes, vigas, etc.

6.2 ENGENHARIA AMBIENTAL

6.2.1 Aumento de pressão e de vazão através de bombas de reforço (BOOSTER)

Quando há necessidade de se aumentar a pressão de uma tubagem costuma intercalar-se um sistema de bombagem.

No caso de uma adutora por gravidade a colocação de um BOOSTER faz elevar o N.A. no ponto final resultando num aumento de caudal na adutora.

No caso de uma rede distribuidora, com várias ramificações de tubos, a colocação de um BOOSTER proporciona aumento generalizado de pressão, para as mesmas condições de consumo, e melhora o abastecimento dos prédios.

6.3 ENGENHARIA MECÂNICA

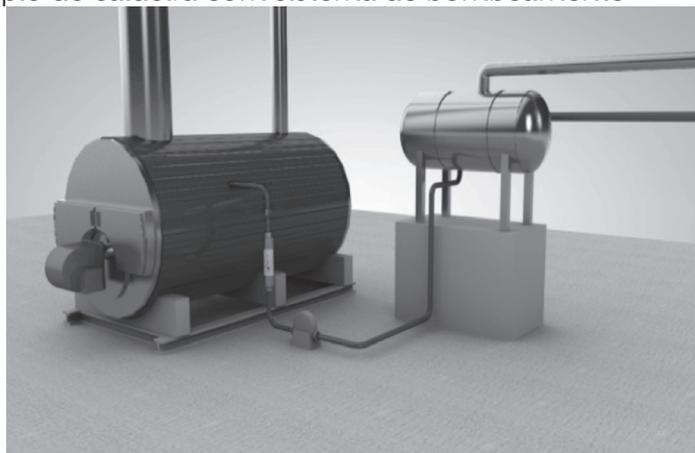
6.3.1 Bombas Centrífugas

Têm como finalidade o transporte/ transferência de fluidos através da sucção e são utilizadas para aplicações gerais. Pela possibilidade de projetá-las variando entre diversos tipos de rotores, permitem aplicação para uma grande variedade de líquidos, com ou sem sólidos suspensos.

- Alimentação de Água da Caldeira

A alimentação de água na caldeira é a reposição da água que é transformada em vapor pela caldeira, conforme Figura 13. Caso não haja reposição, a quantidade de água dentro da caldeira diminui e os tubos superaquecem, causando danos na estrutura e possíveis acidentes.

Figura 13- Exemplo de caldeira com sistema de bombeamento



Fonte: TOGAWA, V. 2017. Alimentação de Água da Caldeira. Data de acesso: 19-10-2018. URL: <http://togawaengenharia.com.br/blog/alimentacao-de-agua-da-caldeira/>.

Um sistema de alimentação de água da caldeira é composto basicamente por:

- Tanque de alimentação
- Bomba de água
- Água de reposição (makeup)
- Tratamento da água de reposição (abrandamento, osmose)
- Retorno de condensado

A alimentação da água na caldeira se dá, tipicamente, por bombas centrífugas de alta pressão (normalmente multiestágio) acionada por motor elétrico. Para caldeiras de combustível sólido, é necessária a adição de uma injetora: sistema de alimentação similar a uma bomba de deslocamento positivo acionado por vapor produzido pela própria caldeira.

6.4 ENGENHARIA INDUSTRIAL

6.4.1 Bomba Parafuso

Atualmente este mecanismo é utilizado em estações elevatórias de esgoto urbano para transferência do efluente, em algumas indústrias ela é utilizada para bombear fluidos de alta viscosidade (Figura 14).

Figura 14-Transferência do efluente em estações elevatórias



Fonte: Okuno, M. 2017. Parafuso de Arquimedes. Data de acesso: 19-10-2018. URL: <http://inteliagro.com.br/archimedes-screw/>.

6.5 ENGENHARIA DE PERÓLEO

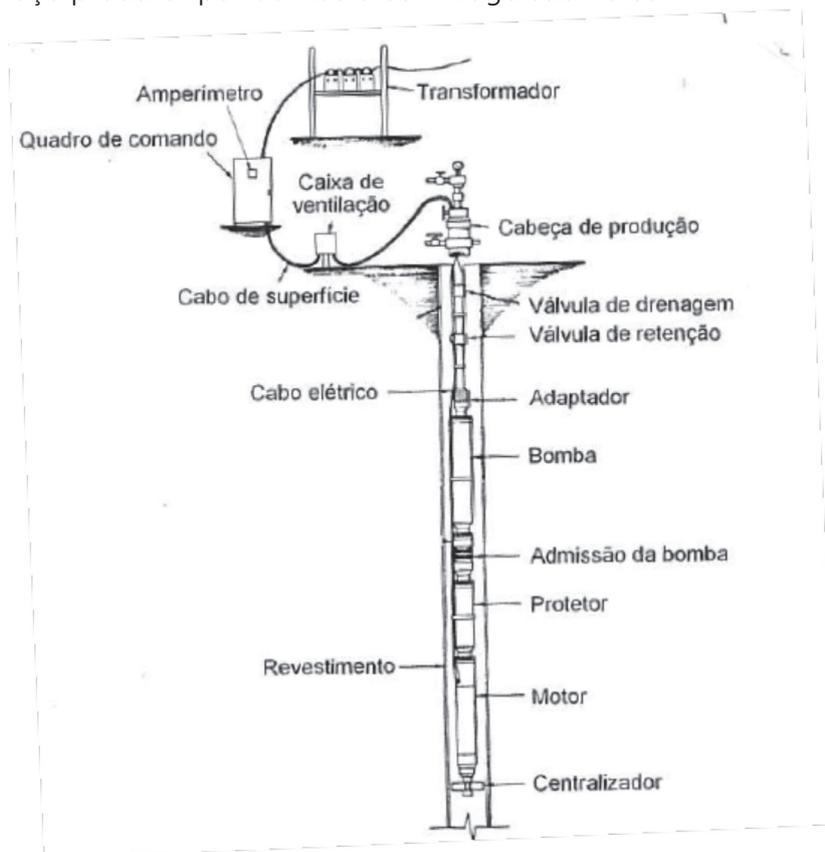
6.5.1 Bombeio centrífugo submerso

A utilização do bombeio centrífugo submerso (BCS) está se expandindo na elevação artificial de petróleo pela crescente flexibilidade dos equipamentos disponíveis. Neste tipo de bombeio, a energia é transmitida para o fundo do poço através de um motor de superfície, o qual está diretamente conectado a uma bomba centrífuga. Esta transmite a energia para o fluido sob a forma de pressão, elevando-o para a superfície.

Equipamentos de superfície

Os principais equipamentos de um poço equipado para produzir por BCS são: a bomba, admissão da bomba, motor elétrico, protetor e cabo elétrico.

Figura 15- Poço produtor por bombeio centrífugo submerso

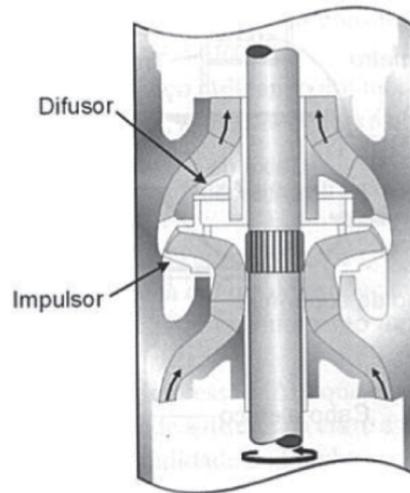


Fonte: THOMAS, J.E. 2004. Fundamentos de Engenharia de Petróleo, p. 235. Rio de Janeiro: editora Interciência, 2^o edição.

a) Bomba

A bomba utilizada é do tipo centrífuga de múltiplos estágios, consistindo cada estágio de um impulsor e um difusor. O impulsor é preso a um eixo e gira a uma velocidade de aproximadamente 3500 rotações por minuto. Ao girar, transfere energia ao fluido sob a forma de energia cinética, aumentando sua velocidade. O difusor, que permanece estacionário, redireciona o fluido do impulsor localizado imediatamente abaixo para o imediatamente acima, reduzindo sua velocidade e transformando a energia cinética em pressão. Cada estágio fornece um incremento de pressão ao fluido. Numa bomba são colocados tantos estágios quantos forem necessários para que os fluidos cheguem à superfície. Na Figura 16 está representando um estágio da bomba e o princípio de funcionamento do método.

Figura 16 – Estágio de uma bomba de múltiplos estágios para BCS

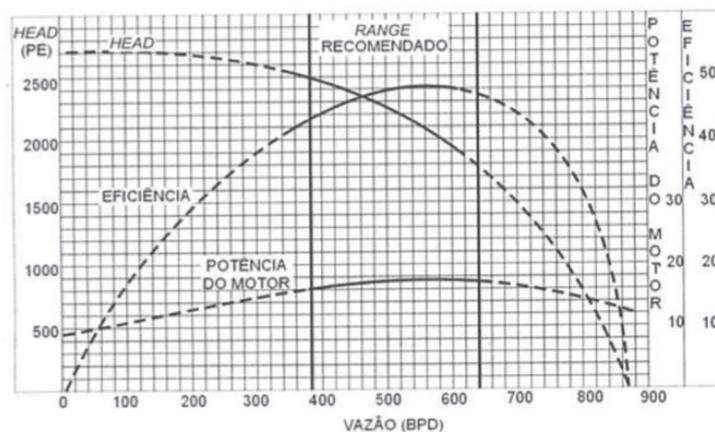


Fonte: THOMAS, J.E. 2004. Fundamentos de Engenharia de Petróleo, p. 236. Rio de Janeiro: editora Interciência, 2º edição.

A forma e o tamanho do impulsor e do difusor determinam a vazão a ser bombeada, enquanto que o número de estágios determinam a sua capacidade de elevação, ou head.

Cada fabricante publica a curva característica ou curva de performance para cada bomba. As curvas são fornecidas considerando o bombeio de água, devendo sofrer correções quando aplicadas a fluidos com outros valores de densidade e viscosidade. As informações que podem ser obtidas destas curvas, conforme exemplo da figura 17, são: diâmetro mínimo do revestimento do poço para utilização da bomba, intervalo recomendado de vazão e potência necessária do motor em função da vazão.

Figura 17- Curva de performance de uma bomba de BCS



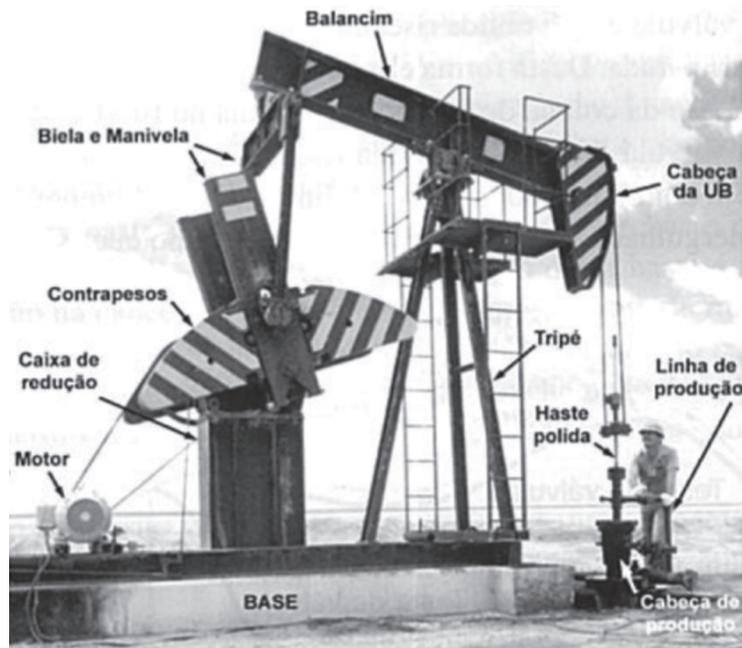
Fonte: THOMAS, J.E. 2004. Fundamentos de Engenharia de Petróleo, p. 236. Rio de Janeiro: editora Interciência, 2º edição.

6.5.2 Bombeio mecânico com hastes

Neste método de elevação artificial, o movimento rotativo de um motor elétrico ou de combustão interna é transformado em movimento alternativo por uma unidade de bombeio localizada próximo à cabeça do poço. Uma coluna de hastes transmite o movimento alternativo para o fundo do poço, acionando uma bomba que eleva os fluidos produzidos pelo reservatório para a superfície.

Os principais componentes do bombeio mecânico com hastes são: bomba de subsuperfície, coluna de hastes, unidade de bombeio e motor, conforme esquematizado na Figura 18.

Figura 18- Unidade de bombeio. (Foto de autoria de Eliana Fernandes, 1990).

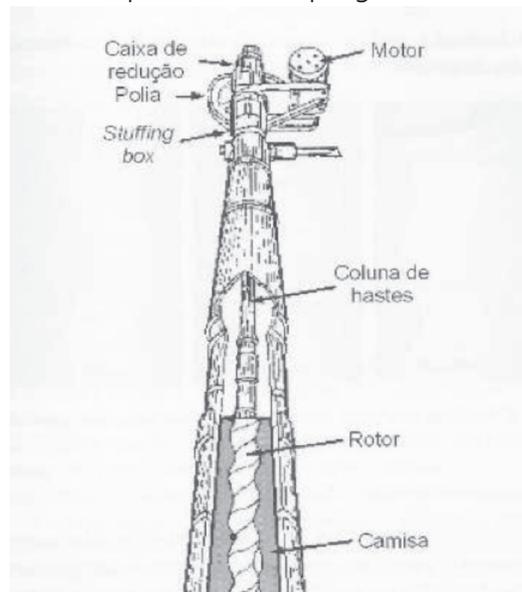


Fonte: THOMAS, J.E. 2004. Fundamentos de Engenharia de Petróleo, p. 246. Rio de Janeiro: editora Interciência, 2ª edição.

6.5.3 Sistema de BPC

Um sistema de bombeio por cavidade progressivas (BPC) consta de uma bomba de superfície composta unicamente por uma camisa estacionária e um rotor com forma helicoidal, normalmente acionado da superfície por uma coluna de hastes semelhante à utilizada o bombeio mecânico. Um motor elétrico instalado ao lado do cabeçote da BCP, na superfície, fornece energia necessária ao acionamento do conjunto de fundo. A transmissão do movimento do motor para a coluna de hastes é feita através de polias e do cabeçote. A figura 19 mostra a disposição destes equipamentos em um poço equipado para produzir um BCP.

Figura 19- Sistema de bombeio por cavidade progressivas

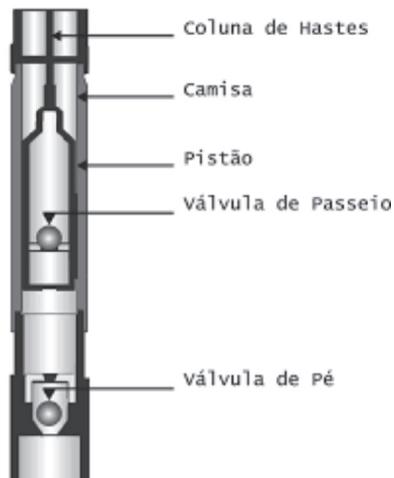


Fonte: THOMAS, J.E. 2004. Fundamentos de Engenharia de Petróleo, p. 249. Rio de Janeiro: editora Interciência, 2º edição.

6.5.4 Bomba de superfície

Sua função é fornecer energia ao fluido vindo da formação, elevando-o para a superfície. A transmissão de energia ao fluido ocorre sob a forma de aumento de pressão. A bomba é do tipo alternativo, de simples efeito, com as seguintes partes principais: camisa, pistão, válvula de passeio e válvula de pé, representada na figura 20.

Figura 20- Partes da bomba e ciclo de bombeio



Fonte: THOMAS, J.E. 2004. Fundamentos de Engenharia de Petróleo, p. 243. Rio de Janeiro: editora Interciência, 2º edição.

6.6 Aplicação de bombas no cotidiano:

Mesmo antes da era industrial, e atualmente em algumas áreas rurais, as bombas hidráulicas já eram muito utilizadas, como para usar os cata-ventos ou rodas d'água no bombeio do líquido para o consumo das cidades, bem como na irrigação e para o consumo animal. Atualmente, o uso cotidiano de bombas é bem variado, vai desde o bombeamento da água da piscina, uma bomba de óleo de motor - responsável em lubrificar várias partes do motor durante seu funcionamento, ou o abastecimento de água potável em nossas residências. Abaixo listamos alguns outros exemplos de bombas utilizadas no cotidiano e seus respectivos funcionamentos:

- De água suja (também usada para esgoto) – Serve para eliminar a água empoçada, da chuva ou de lavagem das superfícies. Existem até edifícios em que a água brota do piso da garagem. Alguns condomínios armazenam e reutilizam essa água para rega de jardins e lavagem de áreas externas;
- De piscina – Bombeia e ajuda a filtrar a água;
- De pressão – São os chamados pressurizadores. É usada, por exemplo, nos andares mais altos de um prédio, onde a pressão da água do reservatório ou caixa d'água é baixa. Verifica-se o sistema elétrico e hidráulico;
- De incêndio – Sem essas bombas, os hidrantes não funcionam. Nos edifícios residenciais, é preciso verificar o seu estado a cada seis meses, no mínimo. Nos comerciais, o procedimento deve ser mensal. ;
- De chafariz – Em geral, são pequenas bombas, cuja manutenção deve ser mensal.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bombas são importantes para as Engenharias, pois há diversos exemplos de aplicação nas diferentes áreas que podem ser vistos na prática. Como também, entender a sua aplicabilidade de acordo com cada área da engenharia, seja ela engenharia civil, engenharia de petróleo, engenharia ambiental, engenharia mecânica, entendendo que independente de qual ramo em que será aplicada ou utilizada as bombas são importantes para a obtenção da solução de problemas.

Com a evolução do ramo da hidráulica as bombas se tornaram essenciais em diversos ramos da vida humana, influenciando diretamente na vida do ser humano, desde o uso em uma casa, desde a utilização de uma bomba para levar água até a caixa d'água, até o uso na indústria, sendo utilizado em praticamente todos os processos.

Mais do que informação sobre os assuntos voltados para a sua área, os engenheiros precisam entendê-los, os problemas de interesse hoje são bastante complexos, e com frequência é necessário observar melhor alguns detalhes do problema, o que leva a uma maior facilidade quando já é sabido alguma técnica, sem no entanto perder o foco no todo, sendo assim, torna-se importante o conhecimento no ramo da hidráulica, começando pelas bombas.

REFERÊNCIAS

BISTAFA, S. R. **Mecânica dos Fluidos- Noções e Aplicações**. 2010. Editora Edgard Blucher Ltda, 2ª edição, São Paulo, 177 p.

BISTAFA, S. R. **Mecânica dos Fluidos- Noções e Aplicações**. 2010. Editora Edgard Blucher Ltda, 2ª edição, São Paulo, 219 p.

Bombas e Válvulas: Conheça os tipos e aplicações. 2018. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/bombas-e-valvulas-conheca-os-tipos-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 19-10-2018.

Bombas Industriais. 2015. Disponível em: <http://engenhariaquimica2.blogspot.com/2015/10/bombas-industriais_28.html>. Acesso em: 17-10-2018.

BRASIL, A. N. **Máquinas Termohidráulicas de Fluxo**. 2010. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5817712/LOQ4015/capitulo3_bombasclassificacaoedescricao.pdf>. Acesso em: 17-10-2018.

Equipamentos para bombeamento de concreto. Portal do concreto. Disponível em: <<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/bomba.html>>. Acesso em: 20-10-2018.

FONSECA, V. F. Da M. L. 2016. **Bombeamento de Fluidos**, p. 5. Lorena. Departamento de Engenharia Química.

HORTA, D. A. **BOMBAS**. CURSO TÉCNICO EM MECÂNICA - IFF CAMPUS CAMPOS CENTRO.

LISBOA, F. C; MORAES, J. J. B.; HIRASHITA, M. A. **Fluidos de corte: Uma abordagem geral e novas tendências**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18, 2013, Salvador. Anais... Salvador: 2013. 16 f.

MARTINS, G.A. & PINTO, R.L. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Bombas e instalações de bombeamento**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 1997. 782 p. ISBN 85-216-1086-6.

OKUNO, M. **Parafuso de Arquimedes**. 2018. Disponível em: <<http://inteliagro.com.br/archimedes-screw/>>. Acesso em: 19-10-2018.

Para que serve uma bomba submersível. 2018. Disponível em: <<https://www.mecanicaindustrial.com.br/331-para-que-serve-uma-bomba-submersivel/>>. Acesso em: 19-10-2018.

REDONDO, M. A. G. **Qué es y cómo se calcula el NPSHdisp de una bomba centrífuga.**

Disponível em: <<https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/que-es-y-como-se-calcula-npsdisp-bomba-centrifuga>>. Acesso em: 17-10-2018.

TOGAWA, V. **Alimentação de Água da Caldeira.** 2017. Disponível em: <<http://togawaengenharia.com.br/blog/alimentacao-de-agua-da-caldeira/>>. Acesso em: 19-10-2018.

TEIXEIRA, H.A. Influência da concentração de areia nas curvas características das bombas centrífugas. 1973. 44 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1973.

THOMAS, J.E., **Fundamentos de Engenharia de Petróleo.** editora Interciência, 2ª edição, Rio de Janeiro, 2004, 255 p.

WHITE, Frank M. **Mecânica dos fluidos.** 4. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, c1999. 570 p.

WHITE, Frank M. **Mecânica dos fluidos.** 8. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, c1999. 739 p.

Data do recebimento: 27 de julho de 2018

Data da avaliação: 12 de novembro de 2018

Data de aceite: 13 de dezembro de 2018
