

# **APOSTILA**

## **CONCURSO PÚBLICO**



### **Operador de Estação de Bombeamento**



# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>1. SANEAMENTO.....</b>	<b>7</b>
1.1. Conceitos e Competências na Área de Saneamento.....	7
<b>2. A ÁGUA E O CICLO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>9</b>
2.1. A Água.....	9
2.2. O Ciclo Hidrológico .....	10
2.3. Ciclo do Uso da Água .....	11
<b>3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....</b>	<b>12</b>
3.1. Captação .....	12
3.2. Adução de Água Bruta.....	12
3.3. Tratamento de Água.....	12
3.4. Reservação .....	13
3.5. Distribuição da Água Tratada.....	13
3.6. Medição e Fornecimento ao Usuário.....	13
<b>4. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....</b>	<b>14</b>
4.1. Coleta .....	14
4.2. Afastamento e Transporte .....	14
4.3. Tratamento de Esgoto .....	14
4.4. Disposição Final .....	14
<b>5. O PAPEL DO OPERADOR DE ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO NAS ATIVIDADES DE SANEAMENTO .....</b>	<b>16</b>
<b>6. CONCEITOS ELEMENTARES DE HIDRÁULICA NO SANEAMENTO .....</b>	<b>17</b>
<b>7. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PARA SANEAMENTO.....</b>	<b>18</b>
7.1. Adução, Reservação e Distribuição.....	18
7.1.1. Conceitos .....	18
<b>8. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS .....</b>	<b>22</b>
8.1. Salão das Máquinas e Dependências Complementares .....	22
8.2. Poço de Sucção.....	23
8.3. Tubulações e Órgãos Acessórios .....	25
8.4. Equipamentos Elétricos .....	31
8.5. Dispositivos Auxiliares .....	32
<b>9. CONCEITOS DE MECÂNICA APLICADA AO SANEAMENTO.....</b>	<b>33</b>
9.1. Conceito de Bomba .....	33
9.2. Classificação das Bombas.....	33

9.3. Bombas Centrífugas .....	35
9.3.1. Bombas Centrífugas de Grande Porte .....	39
9.3.1.1. Mau funcionamento.....	42
<b>10. NOÇÕES E CONCEITOS DE ELETRICIDADE APLICADA EM ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO .....</b>	<b>44</b>
10.1. Conceitos e Definições de Termos Técnicos Usuais .....	44
10.2. Motores Elétricos .....	47
10.2.1. Tipos de Motores Elétricos.....	47
10.2.2. Conceitos Básicos.....	48
10.2.3. Motor de Indução Trifásico.....	49
10.2.3.1. Vida Útil do Motor.....	51
10.2.3.2. Classes de Isolamento .....	52
10.2.4. Placa de Identificação dos Motores Elétricos.....	52
10.3. Chave de Partida .....	54
10.3.1. Componentes Principais .....	54
10.4. Sistema de Supervisão e Controle .....	55
<b>11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Saneamento básico.....	8
Figura 2: Água 100%.....	10
Figura 3: Água doce 3%.....	10
Figura 4: Ciclo hidrológico.....	10
Figura 5: Esquema simplificado – sistema de abastecimento de água e sistema de esgotamento sanitário.....	15
Figura 6: Reservatório de montante.....	20
Figura 7: Reservatório de jusante.....	20
Figura 8: Reservatório elevado.....	20
Figura 9: Reservatório apoiado.....	20
Figura 10: Estação elevatória.....	21
Figura 11: Salão de máquinas e dependências complementares.....	23
Figura 12: Poço com nível de água abaixo da bomba.....	23
Figura 13: Poço com nível de água acima da bomba.....	24
Figura 14: Válvulas de gaveta.....	25
Figura 15: Válvula com cabeçote com chave T.....	26
Figura 16: Válvula com volante.....	26
Figura 17: Válvula com pedestal de manobra.....	27
Figura 18: Válvula borboleta.....	27
Figura 19: Válvula de retenção com portinhola única.....	28
Figura 20: Válvula de retenção com portinhola dupla.....	28
Figura 21: Válvula de controle.....	28
Figura 22: Válvula de pé com crivo.....	29
Figura 23: Crivos.....	29
Figura 24: Junta de desmontagem travada axialmente.....	29
Figura 25: Luva de junta Gilbault.....	30
Figura 26: Luva de junta mecânica f <sup>of</sup> .....	30
Figura 27: Ventosa.....	30
Figura 28: Ventosa de simples função.....	31
Figura 29: Ventosa de tríplice função.....	31
Figura 30: Manômetro.....	31
Figura 31: Mano-vacuômetro.....	31
Figura 32: Ponte rolante.....	32
Figura 33: Bomba fluxo radial.....	35
Figura 34: Tipos de rotores para bombas de fluxo radial.....	36
Figura 35: Bomba centrífuga de grande porte.....	39
Figura 36: Sistema conjugado.....	48
Figura 37: Motor de indução trifásico.....	50
Figura 38: Placa de identificação de motor elétrico.....	53
Figura 39: Painel de comando - externo.....	55
Figura 40: Painel de comando - interior.....	55
Figura 41: Componentes básicos de um sistema de supervisão e controle.....	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação quanto à RPM .....	38
Quadro 2: Viscosidade conforme a RPM .....	42



## APRESENTAÇÃO

É com satisfação que o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE, oferece a você, candidato (a), esta apostila preparatória para o concurso público para o cargo de provimento efetivo de **Operador de Estação de Bombeamento**.

O principal objetivo deste material didático é propiciar conhecimento básico específico na área de atuação dentro do SAMAE.

O Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto, SAMAE, sediado à Rua Pinheiro Machado, 1615, Centro, Caxias do Sul, RS, é uma Autarquia Pública Municipal, criado pela Lei nº 1474, de 05 de janeiro de 1966, alterada pela Lei nº 6.158 de 17 de dezembro de 2003, dispondo de autonomia econômico-financeira e administrativa dentro dos limites fixados.

A Autarquia exerce a sua ação em todo o município de Caxias do Sul, RS, competindo-lhe, com exclusividade, atividades relacionadas com os sistemas públicos, tendo por finalidade operar, manter, conservar e explorar, diretamente, os serviços de abastecimento de água e de coleta, afastamento e tratamento de esgoto sanitário.

## 1. SANEAMENTO

### 1.1. Conceitos e Competências na Área de Saneamento

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS, saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social do homem. De outra forma, pode-se dizer que saneamento, caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar Salubridade Ambiental.

A Lei define que SANEAMENTO BÁSICO é o conjunto dos serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável;
- b) esgotamento sanitário;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Dentre os serviços formadores do Saneamento, é incumbência do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE, o desempenho dos serviços de ABASTECIMENTO DE ÁGUA e ESGOTAMENTO SANITÁRIO, os quais também constituem o que se chama de Saneamento Básico, sendo que este é definido pela Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que é a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico.



Figura 1: Saneamento básico



## 2. A ÁGUA E O CICLO HIDROLÓGICO

### 2.1. A Água

A água é uma substância química cujas moléculas são formadas por dois átomos de hidrogênio ligados a um átomo de oxigênio, sendo sua fórmula química dada por  $H_2O$ . Nesta fórmula a água é pura, isto é, sem nenhuma substância dissolvida. Já a água na natureza quase sempre se apresenta com a presença de algumas substâncias químicas dissolvidas, formando soluções. A água será considerada potável quando apresentar concentrações limitadas e regulamentadas por legislação destas substâncias químicas dissolvidas. Sendo, portanto, uma solução praticamente incolor, agradável aos olhos e ao paladar e não oferecendo riscos à saúde dos consumidores.

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva: no homem, mais de 70% do seu peso é constituído por água, e, em certos animais aquáticos, essa percentagem sobe para 98%. A água é fundamental para a manutenção da vida, razão pela qual é importante saber como ela se distribui no planeta e como ela circula de um meio para outro.

A água abrange quase  $\frac{4}{5}$  da superfície terrestre; desse total, 97% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Dentre as águas doces, 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades (mais de 800m), não sendo economicamente viável seu aproveitamento para o consumo humano.

Em consequência, constata-se que somente 0,3% do volume total de água do planeta pode ser aproveitado para nosso consumo, sendo 0,01% encontrada em fontes de superfície (rios e lagos) e o restante, ou seja, 0,29%, em fontes subterrâneas (poços ou nascentes).

# CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

A água subterrânea vem sendo acumulada no subsolo há séculos e somente uma fração desprezível é acrescentada anualmente através de chuvas ou retirada pelo homem. Em compensação, a água dos rios é renovada cerca de 31 vezes, anualmente.

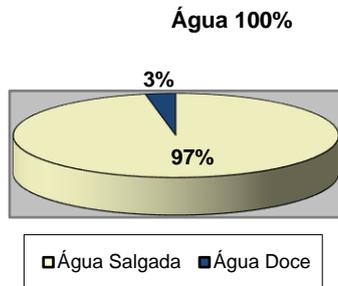


Figura 2: Água 100%

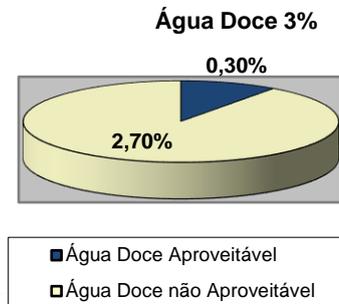


Figura 3: Água doce 3%

## 2.2. O Ciclo Hidrológico

Também conhecido como “O Ciclo da Água”, é o contínuo movimento da água em nosso planeta. É a representação do comportamento da água no globo terrestre, incluindo: ocorrência, transformação, movimentação e relações com a vida humana. É um verdadeiro retrato dos vários caminhos da água em interação com os demais recursos naturais.

Na figura 4, apresentamos o ciclo hidrológico de forma simplificada. Nele, distinguem-se os seguintes mecanismos de transferência da água:

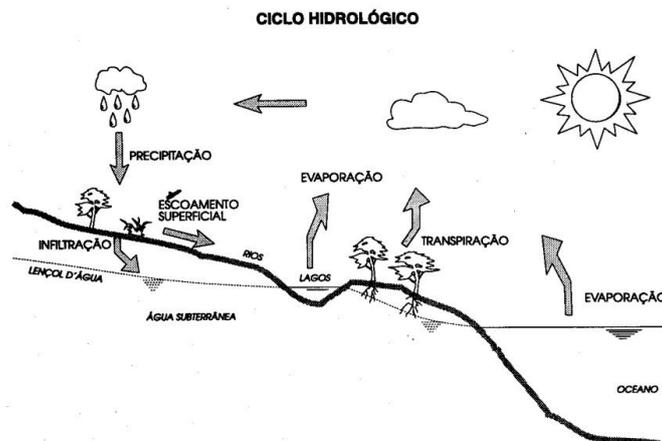


Figura 4: Ciclo hidrológico

- a) Precipitação: compreende toda a água que cai da atmosfera na superfície da Terra, nas formas de chuva, neve, granizo e orvalho;
- b) Escoamento superficial: quando a precipitação atinge a superfície ela tem dois caminhos por onde seguir: escoar pela superfície ou infiltrar no solo. O escoamento superficial é responsável pelo deslocamento da água sobre o solo, formando córregos, lagos e rios e, eventualmente, chegando ao mar;
- c) Infiltração: corresponde à porção de água que, ao chegar à superfície, infiltra-se no solo, formando os lençóis d'água;
- d) Evaporação: transferência da água superficial do estado líquido para o gasoso; a evaporação depende da temperatura e da umidade relativa do ar;
- e) Transpiração: as plantas retiram a água do solo pelas raízes; a água é transferida para as folhas e, então, evapora.

## 2.3. Ciclo do Uso da Água

Além do ciclo da água no globo terrestre (ciclo hidrológico), existem ciclos internos, em que a água permanece em sua forma líquida, mas tem suas características alteradas em virtude de sua utilização. Nesse ciclo, a qualidade da água é alterada em cada etapa do seu percurso.

Serviço Autônomo Municipal  
de Água e Esgoto

Caxias do Sul

## 3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Constitui-se no conjunto de obras, instalações e serviços, destinado a produzir e a distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades de população, para fins de consumo doméstico, serviços, consumo industrial, entre outros usos. Tecnicamente, podemos descrever um Sistema como sendo formado pelas seguintes etapas: captação, adução de água bruta, tratamento, reservação, distribuição da água tratada, medição/fornecimento ao usuário e que serão conceituadas a seguir:

### 3.1. Captação

Entende-se por captação, obras de captação, o conjunto de estruturas e dispositivos construídos ou montados junto a um manancial com a finalidade de criar condições para que dali seja retirada água em quantidade capaz de atender ao consumo. Existem duas principais formas: captação de águas subterrâneas e captação de águas superficiais.

### 3.2. Adução de Água Bruta

É o conjunto de canalizações e equipamentos (ex.: estação de bombeamento) destinados a conduzir água desde o ponto de captação até a unidade de tratamento.

### 3.3. Tratamento de Água

É o conjunto de processos físicos e químicos destinados a transformar água bruta, *in natura*, em água potável, adequando-a ao consumo humano e atendendo aos padrões legais de potabilidade. Estes processos são normalmente executados nas Estações de Tratamento de Água, conhecidas como ETA's.

## 3.4. Reservação

É o conjunto de obras estruturais formadas na sua maioria por reservatórios, tanques, cisternas, etc., destinados ao armazenamento de água após seu tratamento e antes ou durante a distribuição. Este armazenamento serve para regularizar as variações de vazão durante a distribuição, regularizar pressões de distribuição e como reserva para combate a incêndios ou outras emergências.

## 3.5. Distribuição da Água Tratada

Conjunto de tubulações e equipamentos destinados a conduzir a água tratada aos diversos pontos de consumo da comunidade consumidora. É formada, basicamente, por malhas hidráulicas compostas por tubulações de adução, subadução, redes distribuidoras e ramais prediais, que juntos disponibilizam a água tratada na entrada do imóvel do consumidor.

## 3.6. Medição e Fornecimento ao Usuário

A medição da água, quando essa chega ao ponto de consumo, passando por um medidor e ficando, a partir dali disponível para utilização, leva o nome de micromedição. A micromedição é a forma de medir e permitir a justa cobrança do consumo de cada ramal, atendendo, assim, à legislação que regulamenta a matéria, bem como consagrando a ideia de que o consumidor deva pagar somente o que realmente consumir. O aparelho que mede a água chama-se hidrômetro. Após a água cruzar o hidrômetro ela fica sendo de responsabilidade do consumidor, sendo que as instalações hidráulicas que permitem o fornecimento de água ao mesmo se chamam ramal predial.

## 4. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Constitui-se no conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a coletar, tratar e afastar os esgotos (águas usadas) produzidos por uma comunidade, tendo como principal objetivo a disseminação da saúde pública e a conservação do meio ambiente natural. Tecnicamente, podemos descrever um Sistema como sendo formado pelas seguintes etapas: coleta, afastamento e transporte, tratamento e disposição final de esgotos sanitários, conceituadas a seguir.

### 4.1. Coleta

É propiciada pelo conjunto de instalações e tubulações destinado a colher (coletar) a água servida (esgoto doméstico) gerada pelo usuário de água na saída do seu imóvel, junto ao passeio público e sem contato externo com o ambiente (de forma asséptica).

### 4.2. Afastamento e Transporte

Compreende o conjunto de tubulações e acessórios que recebem as águas servidas das redes coletoras e sem contato externo afastam (de forma asséptica) e conduzem estes efluentes servidos até às estações de tratamento de esgoto.

### 4.3. Tratamento de Esgoto

É o conjunto de processos físicos, químicos e biológicos destinados a remover das águas servidas os poluentes dos esgotos, que por sua vez, se não removidos, podem causar a deterioração dos cursos de água. Estes processos são normalmente executados nas Estações de Tratamento de Esgoto, conhecidas como ETE's.

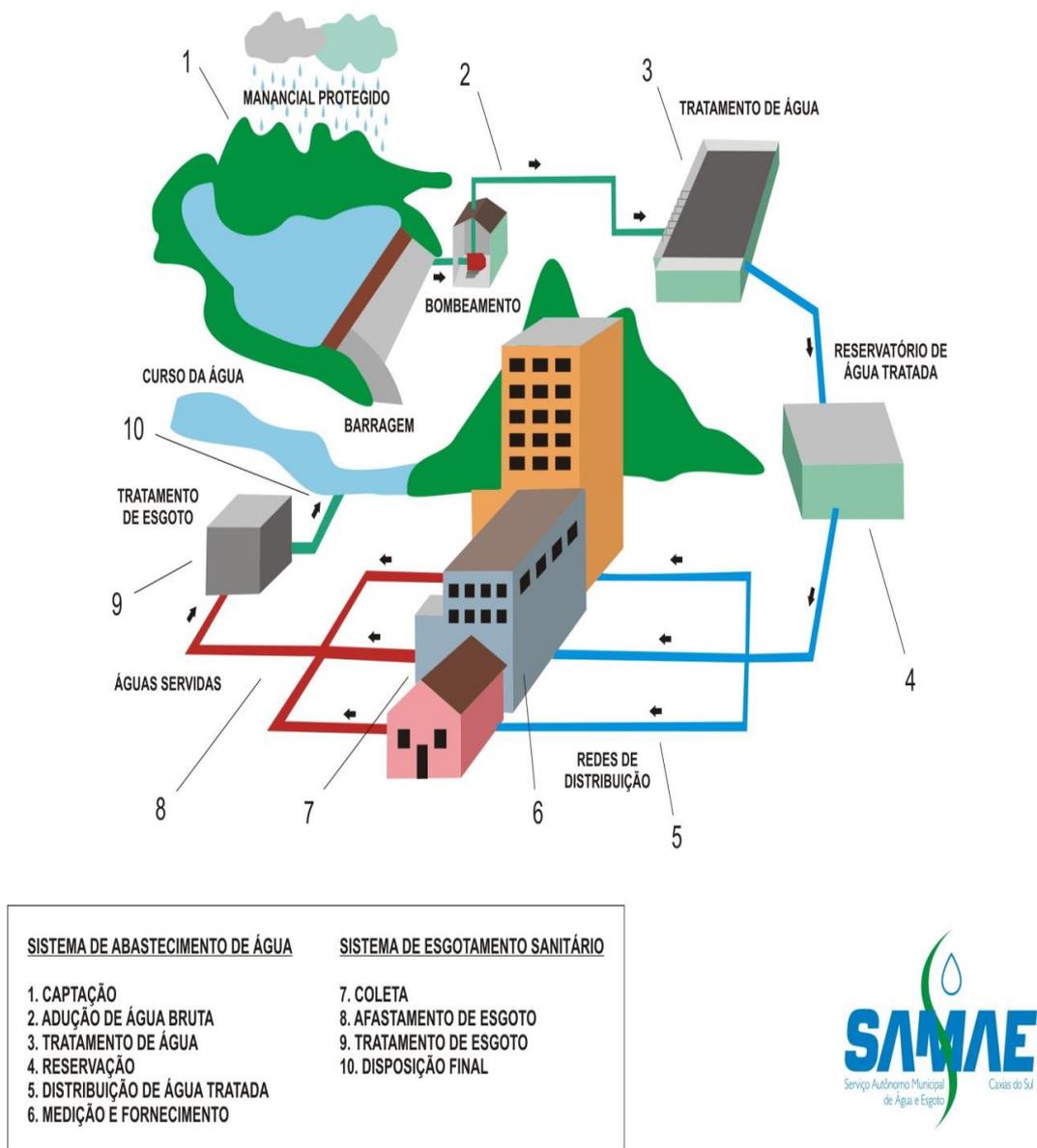
### 4.4. Disposição Final

Após o tratamento, os esgotos tratados podem ser lançados a um corpo de água receptor ou, eventualmente, aplicados ao solo. Os resíduos sólidos resultantes

# CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

são levados a aterros sanitários ou, dependendo de sua composição, aplicados ao solo. Em ambos os casos, há que se levar em conta os poluentes eventualmente ainda presentes nos esgotos tratados, em especial organismos patogênicos e metais pesados.

## ESQUEMA SIMPLIFICADO - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO



**Figura 5: Esquema simplificado – sistema de abastecimento de água e sistema de esgotamento sanitário**

## 5. O PAPEL DO OPERADOR DE ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO NAS ATIVIDADES DE SANEAMENTO

Antes de desenvolvermos tópicos específicos sobre as atividades que se referem ao cargo de Operador de Estação de Bombeamento, tópicos estes que servirão para que os interessados em exercer o cargo possam estudar para realizar as provas do concurso público para provimento deste cargo, se faz necessário esclarecer qual o papel do Operador de Estação de Bombeamento nas atividades de Saneamento que o SAMAE desempenha.

Existente no quadro técnico do SAMAE desde 1975, este cargo tem como Síntese dos Deveres: *Operar, controlar e auxiliar na manutenção e conservação das estações de bombeamento de água e de esgoto.* Dentre às atribuições do cargo, destacam-se os serviços de: - Limpar, lubrificar e engraxar motores, bombas e demais equipamentos instalados nas estações de bombeamento; - proceder à limpeza interna e externa dos ambientes destinados a abrigar os equipamentos; - auxiliar na montagem, desmontagem e consertos dos equipamentos e acessórios instalados nas estações de bombeamento; - proceder à leitura, anotações periódicas e manter-se atento as indicações dos equipamentos de controle instalados, tais como manômetros, amperímetros, voltímetros, medidores de vazão, de energia e temperatura; - zelar pela conservação e limpeza das instalações internas e das áreas externas das estações.

Os itens seguintes desta apostila abordam, direta ou indiretamente, tópicos que dizem respeito às atividades descritas, para que os candidatos às vagas de Operador de Estação de Bombeamento possam não só se habilitar para as provas do concurso, como também se prepararem desde já para as atividades que exercerão, caso sejam nomeados.

## 6. CONCEITOS ELEMENTARES DE HIDRÁULICA NO SANEAMENTO

- a) Hidráulica: seu significado etimológico é “condução de água” (do Grego, *hidor* – água e *aulos* – tubo, condução). Entretanto, atualmente, emprega-se, num sentido mais amplo, a Hidráulica como sendo o “estudo do comportamento da água e de outros líquidos, quer em repouso, quer em movimento”.
- b) Volume: o volume é geralmente fornecido em metros cúbicos ( $m^3$ ) ou em litros (l), sendo que 1  $m^3$  corresponde a 1000 litros. É representado pela letra *V* maiúscula.
- c) Tempo: é geralmente fornecido em segundos (s) e, para alguns casos, em horas (h), sendo que 1h corresponde a 3600s. É representado pela letra *t* minúscula.
- d) Área de Escoamento: é a área de secção transversal por onde o líquido se movimenta. É fornecida em  $m^2$  (metros quadrados) e representada pela letra *A* maiúscula.
- e) Vazão: também chamada de descarga, é o volume de um líquido que, num determinado tempo, atravessa uma determinada secção transversal de um conduto ou curso de água. É representada pela letra *Q* maiúscula, e é normalmente fornecida em:
- I. metro cúbico por segundo:  $m^3/s$ ;
  - II. litro por segundo:  $l/s$ ;
  - III. metro cúbico por hora:  $m^3/h$ .
- f) Velocidade de Escoamento: em um líquido em movimento, é a relação entre a distância percorrida pela unidade de tempo. É, normalmente, fornecida em  $m/s$  (metros por segundo) e representada pela letra *v* minúscula.
- g) Pressão: a pressão de um líquido sobre uma superfície pode ser descrita como “a força que este líquido exerce sobre a unidade de área desta superfície”.

## 7. INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PARA SANEAMENTO

Podem ser assim definidas todas as instalações, de natureza hidráulica, que se destinam a produzir, armazenar, conduzir, distribuir e registrar as águas dos Sistemas de Abastecimento levadas até os consumidores, bem como de coletar, afastar e tratar as águas que já serviram aos consumidores e que voltam ao ciclo de uso em forma de esgotos.

Na prática, as instalações hidráulicas para saneamento são as unidades de tratamento de água, as canalizações de água, os reservatórios, as estações elevatórias (bombas de recalque), os ramais prediais de água, até o cavalete com o hidrômetro. São também as canalizações coletoras de esgoto sanitário, as canalizações de drenagem pluvial e as unidades que compõem os processos de tratamento do esgoto.

### 7.1. Adução, Reservação e Distribuição

#### 7.1.1. Conceitos

- a) Adução – nos sistemas de abastecimento, é a operação de trazer água desde o ponto de captação até a rede de distribuição.
- b) Adutora – é o conjunto de tubulações e acessórios, destinados a conduzir água entre as unidades que precedem à rede distribuidora, podendo estar dispostas entre:
  - I. a Captação e a Estação de Tratamento de Água;
  - II. a Captação e o Reservatório de Distribuição;
  - III. a Captação e a Rede de Distribuição;
  - IV. a Estação de Tratamento de Água e o Reservatório de Distribuição;
  - V. a Estação de Tratamento de Água e a Rede de Distribuição.

As adutoras não possuem derivações para alimentar distribuidores de rua ou ramais prediais. As adutoras podem ser classificadas de acordo com:

- I. a natureza da água transportada:

# CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

- adutora de água bruta: transporta a água desde a captação até à Estação de Tratamento de Água;
  - adutora de água tratada: transporta a água desde a Estação de Tratamento de Água até os Reservatórios de Distribuição, e desses, às redes de distribuição.
- II. a energia utilizada para o escoamento da água:
- adutora por gravidade: quando aproveita o desnível natural existente entre o ponto inicial e o final da adução;
  - adutora por recalque: quando utiliza de um meio elevatório introduzido na linha para gerar energia hidráulica, um conjunto motor-bomba e seus acessórios;
  - adutora mista: quando se utiliza, para o escoamento, parte por recalque, e parte por gravidade.
- III. o modo de escoamento:
- adutora em conduto livre: mantém a superfície sob o efeito da pressão atmosférica. A água ocupa apenas parte da seção de escoamento. Os condutos podem ser abertos (canais) ou fechados;
  - adutora em conduto forçado: a água ocupa a seção do conduto por inteiro, mantendo a pressão interna superior à pressão atmosférica. Permite à água movimentar-se, quer em sentido descendente por gravidade, quer em sentido ascendente por recalque, graças à existência de uma carga hidráulica.
- c) Subadutora – é a canalização, e seus acessórios, que parte da adutora, em forma de derivação, para levar água a outros pontos fixos do sistema, mantendo as mesmas características da adutora principal. Suas classificações são idênticas às da adutora.
- d) Reservação – é feita pelos reservatórios e tem por finalidades: atender às variações de consumo ao longo do dia; promover a continuidade do abastecimento no caso de paralisação da produção de água; manter pressões adequadas nas redes de distribuição e até garantir uma reserva estratégica em casos de incêndio.
- e) Reservatório de Distribuição – é a instalação hidráulica construída nos sistemas de abastecimento de água, que tem por finalidade reservar água, disponibilizando-

# CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

a à rede distribuidora nos picos de consumo. São, normalmente, construídos nos seguintes tipos de materiais: concreto armado, aço, fibra de vidro, alvenaria, argamassa armada, entre outros.

Os reservatórios podem ser classificados em dois principais tipos:

I. de acordo com sua localização:

- Reservatório de Montante: situado no início da rede de distribuição, sendo sempre o fornecedor de água para a rede;
- Reservatório de Jusante: situado no extremo ou em pontos estratégicos do sistema, podendo receber ou fornecer água da rede de distribuição.

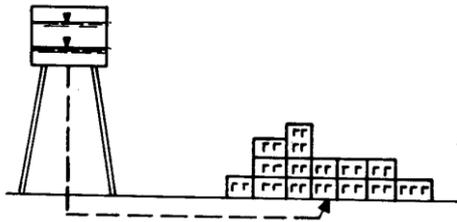


Figura 6: Reservatório de montante

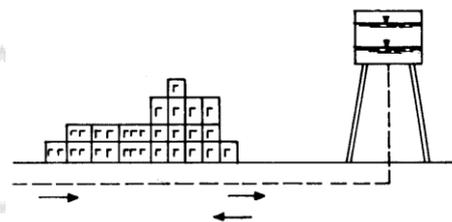


Figura 7: Reservatório de jusante

II. de acordo com sua forma construtiva:

- Reservatório Elevado: construído acima do nível do solo, sobre colunas, sempre que há necessidade de aumentar a pressão em consequência de condições topográficas;
- Reservatórios Apoiados, Enterrados e Semienterrados: aqueles construídos com o fundo em contato com o terreno.



Figura 8: Reservatório elevado



Figura 9: Reservatório apoiado

## CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

- f) Estação Elevatória – também chamada de estação de bombeamento, é o conjunto de instalações hidráulicas, mecânicas e elétricas destinadas a transportar e elevar a água. Os principais elementos que a compõe são: a bomba (normalmente centrífuga), o motor elétrico, as tubulações de sucção e recalque, dispositivos auxiliares e órgãos acessórios. Estações elevatórias são utilizadas, principalmente, para: captar água de mananciais de superfície ou poços rasos e profundos; aumentar a pressão nas redes, levando a água a pontos mais elevados, mais distantes ou ambos; aumentar a vazão de adução ou distribuição.



**Figura 10: Estação elevatória**

- g) Rede de Distribuição de Água – é constituída por um conjunto de tubulações, conexões, válvulas e peças especiais destinados a distribuir a água de forma contínua, a todos os usuários do sistema. Essas tubulações caracterizam-se pelas numerosas derivações que possuem (pontos de consumo) e por sua disposição *em rede*, derivando daí o seu nome.

## 8. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Também conhecidas como Estações de Bombeamento, são largamente empregadas no saneamento para captar a água de mananciais de superfície ou de poços, para recalcar a pontos distantes ou elevados, para reforçar a capacidade de adução de adutoras, alimentar reservatórios e, no esgoto sanitário, para recalcar os efluentes a pontos mais elevados do sistema ou na transposição de bacias. Uma estação elevatória constitui-se, primordialmente, de bomba centrífuga, para a elevação do líquido (água ou esgoto), e motor elétrico, fornecedor de força eletromotriz para impulsionar a bomba. As estações elevatórias podem conter um ou mais conjuntos motor-bomba, sendo distinguidos pela sua forma de ligação como unidades de bombeamento. Além dos equipamentos primordiais citados, uma estação elevatória compõe-se, geralmente, de:

### 8.1. Salão das Máquinas e Dependências Complementares

No salão das máquinas são instalados os conjuntos elevatórios e, na maioria dos casos, os equipamentos elétricos como cabines de comando, chaves de partida e proteção dos motores, e os instrumentos para leitura de medições elétricas ou hidráulicas. Suas dimensões dependem das grandezas hidráulicas envolvidas (volume a ser bombeado, altura de elevação, etc.), e, portanto, deverá ser projetado de modo que esse conjunto possa ser montado com relativa folga, permitindo a livre circulação dos operadores e a fácil realização de trabalhos de manutenção ou reparação. Entre as dependências auxiliares, são consideradas indispensáveis uma pequena sala para uso do operador e uma instalação sanitária com bacia, lavatório e chuveiro. De acordo com a importância da estação, outros compartimentos como oficina, depósito de materiais, vestiários e copa poderão ser adicionados. As estações automatizadas não requerem operador, portanto essas dependências não são necessárias.



Figura 11: Salão de máquinas e dependências complementares

## 8.2. Poço de Sucção

Denomina-se poço de sucção ou poço de tomada, o compartimento de dimensões limitadas, de onde parte a tubulação que conduz a água (ou o esgoto) para a bomba. Conforme a situação do nível de água no poço de sucção em relação à boca de entrada da bomba há dois casos a considerar:

- poço com nível de água abaixo da bomba: há uma altura de sucção a ser vencida pela bomba, necessitando a mesma ser escorvada para poder funcionar;

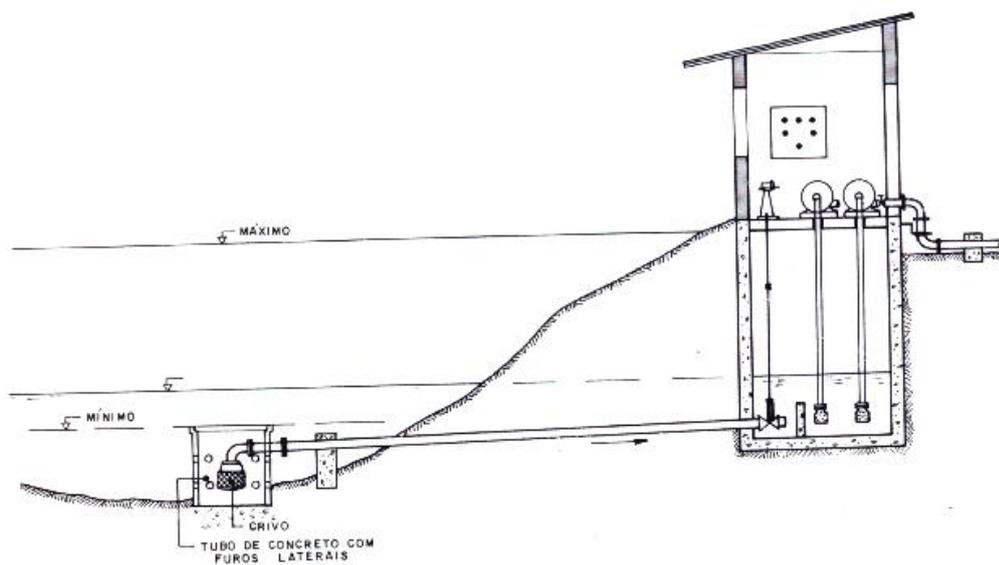
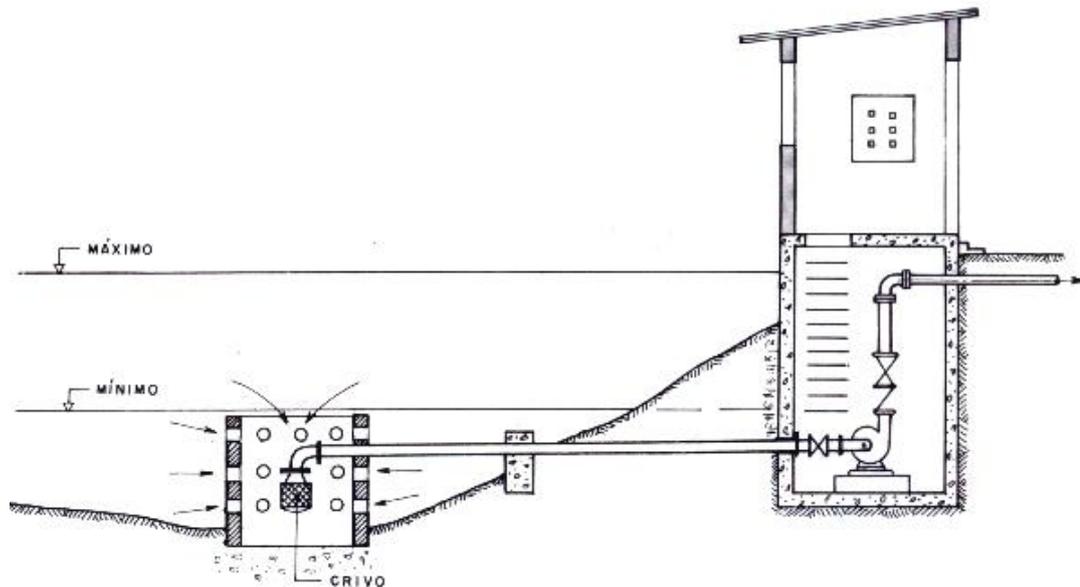


Figura 12: Poço com nível de água abaixo da bomba

- poço com nível de água acima da bomba: há uma carga permanente sobre a boca de entrada da bomba que, neste caso, trabalha afogada.



**Figura 13: Poço com nível de água acima da bomba**

No abastecimento de água, em nossa cidade, não é comum encontrar poço situado abaixo da bomba, apesar de apresentar a vantagem de se poder montar o conjunto de recalque ao nível do terreno, ou mais acima, em ambiente claro e ao abrigo das inundações. Como desvantagem, pode-se citar que esta modalidade necessita de escorva e sua operação torna-se mais trabalhosa.

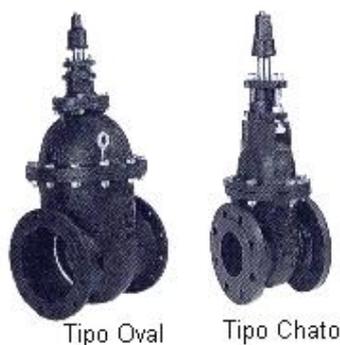
O poço com nível de água acima da bomba exige a construção do salão das bombas em cota baixa. Excetua-se o caso de bombas de eixo vertical que são imersas no poço com acionamento feito por motor colocado diretamente acima do poço. O sistema de bombas afogadas é frequentemente utilizado junto a barragens de captação, reservatórios enterrados ou semienterrados, para a transferência de água para estações de tratamento, reservatórios elevados, ou transposição de bacias. Utilizando-se chaves elétricas comandadas por meio de boias, é possível estabelecer um controle automático das bombas. Nessa modalidade, podem constituir desvantagens o maior custo das escavações e estruturas e o perigo de inundações do salão das máquinas. O poço de sucção deverá, tanto quanto possível, ficar próximo das bombas para reduzir o comprimento das tubulações de alimentação.

## 8.3. Tubulações e Órgãos Acessórios

As estações elevatórias compreendem, além das bombas propriamente ditas, um conjunto de tubulações, peças especiais e órgãos acessórios. As tubulações da casa de bombas são, geralmente, de ferro fundido com juntas de flange. Em se tratando de diâmetros maiores, utilizam-se, também, tubos de aço, que, além do menor peso e da elevada resistência às pressões, têm a vantagem de poderem ser confeccionados com maior facilidade para quaisquer especificações e, também, de poderem ser cortados, soldados ou ajustados no próprio local de montagem.

Os principais órgãos acessórios conectados às tubulações de uma estação elevatória são:

- a) Válvulas de Gaveta: também chamadas de registro de gaveta são largamente utilizadas nos sistemas de abastecimento de água e em especial nas Estações Elevatórias para a função abertura/fechamento. Nas instalações normais de bomba centrífuga, este tipo de válvula é normalmente instalada na tubulação de saída ou de recalque, imediatamente após a válvula de retenção. As válvulas gaveta podem ser encontradas no tipo oval (para altas pressões) ou no tipo chato (para baixas pressões). Esse tipo de válvula, de simples funcionamento, caracteriza-se pelo movimento retilíneo e alternativo (para cima ou para baixo) de uma peça de vedação (a gaveta), ao longo de uma sede (assento). Para sua conexão à rede, são providas de duas bolsas, de duas pontas ou de dois flanges, conforme o tipo de junta. Para o caso das Estações elevatórias, é comum o uso das válvulas gaveta flangeadas.



**Figura 14: Válvulas de gaveta**

As válvulas de gaveta podem ser fornecidas com dois tipos de dispositivos de manobra: com cabeçote e com volante.

A válvula com cabeçote, somente manobrada com uma chave T que fica de posse do operador, é utilizada nos pontos de menor fiscalização, dificultando, às pessoas estranhas, movimentá-la. É comum o seu emprego nas redes de distribuição.



**Figura 15: Válvula com cabeçote com chave T**

A válvula com volante dispensa a chave T. É utilizada nas tubulações aparentes que geralmente existem nas estações elevatórias e de tratamento, conforme figura 16.



**Figura 16: Válvula com volante**

Quando é difícil o acesso ao registro, o volante dá lugar ao pedestal de manobra, muito comum nas estações de tratamento. Para válvulas de grande diâmetro, os pedestais de manobra são providos de engrenagem para diminuir o esforço do operador, conforme figura 17.



**Figura 17: Válvula com pedestal de manobra**

- b) Válvula Borboleta: a válvula borboleta destina-se a regular a vazão da água, mesmo variando a carga disponível que provoca o escoamento. É utilizada, por exemplo, para regular a vazão de lavagem da areia dos filtros rápidos. São providas de um disco capaz da rotação máxima de 90° e de dois flanges através dos quais se adaptam à canalização. Nas Estações Elevatórias são usualmente utilizadas na tubulação de sucção, antes da bomba. As válvulas de borboletas podem ser de comando manual, quando providas de volante, de comando hidráulico, ou ainda, de comando elétrico.



**Figura 18: Válvula borboleta**

- c) Válvulas de Retenção: geralmente ficam instaladas no início das tubulações de recalque, antes da válvula gaveta, para proteger as bombas contra os golpes de aríete resultantes da cessação brusca do escoamento por falta de energia elétrica ou outro ente transitório. Permitem o deslocamento da água num só sentido. As válvulas de retenção podem ser providas de *by pass*, desde que se deseje o retrocesso da água retida após a parada das bombas. O retrocesso da água pode ser útil, quer para o esvaziamento dos tubos e peças a serem retirados para substituição ou reparo, quer para o escorvamento das bombas providas de válvula de pé com crivo.



**Figura 19: Válvula de retenção com portinhola única**



**Figura 20: Válvula de retenção com portinhola dupla**

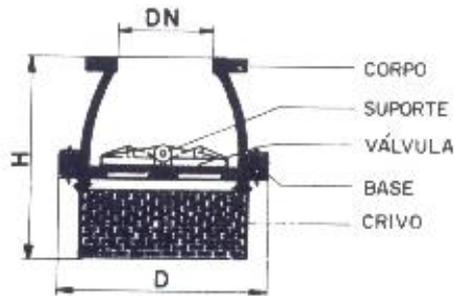
- d) Válvulas de Controle: são válvulas inteligentes que operam hidráulicamente, destinadas a diversos tipos de controle hidráulico, possuindo corpo comum e circuitos de funcionamento diferenciados para cada tipo de controle. Utilizadas em diversas etapas do saneamento, em Estações Elevatórias, quando empregadas, são ligadas no recalque da bomba cumprindo as seguintes operações de controle da bomba: fechamento gradual do fluxo, regulagem para operação com diversos percentuais de abertura, fechamento instantâneo no caso de falta brusca de energia, além de servirem como mecanismo de proteção contragolpes de aríete.



**Figura 21: Válvula de controle**

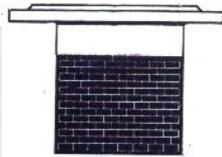
- e) Válvulas de Pé com Crivo: são instaladas na entrada das tubulações de sucção das bombas não afogadas, com a finalidade de impedir o retrocesso da água quando cessa o bombeamento. Deste modo, a bomba mantém-se escorvada. A escorva é o processo de enchimento da bomba e a respectiva tubulação de sucção com água. Nessa operação, a válvula de pé é indispensável, pois, se ela não existir, toda a água introduzida voltaria para o poço de sucção. Para tal, o dispositivo de vedação das válvulas deve ser perfeito. Do contrário, invalida a finalidade da peça, tornando difícil o início de operação das bombas. Partículas de areia ou outros materiais em suspensão na água, que se alojam no dispositivo de vedação como, ainda, o desgaste, corrosão ou incrustações, podem prejudicar o fechamento perfeito da válvula. Além do mais, por serem providas de crivo,

impedem o acesso de corpos estranhos que poderiam danificar as bombas. As válvulas de pé com crivo impõem, para o seu bom funcionamento, que a tubulação de sucção, pelo menos seu trecho inicial, esteja na vertical.



**Figura 22: Válvula de pé com crivo**

- f) Crivos: são dispositivos instalados na entrada das canalizações ou nas válvulas de pé, a fim de impedir que nelas tenham acesso corpos estranhos, capazes de provocar entupimento ou outros danos. Geralmente, são de ferro batido e de maior duração.



**Figura 23: Crivos**

- g) Junta de Desmontagem Travada Axialmente: utilizada em canalizações flangeadas, sendo instalada próximo a registros, válvulas e, especialmente, próximo às bombas, facilitando sua desmontagem.



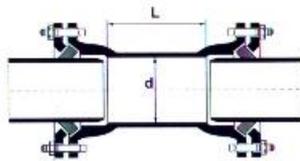
**Figura 24: Junta de desmontagem travada axialmente**

- h) Luva de Junta Gibault: utilizada nas montagens de equipamentos hidráulicos, em especial nas estações elevatórias. Utilizada, também, para consertos em adutoras e subadutoras de ferro fundido.



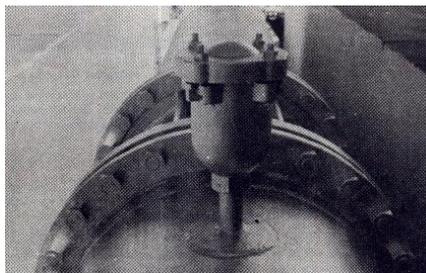
**Figura 25: Luva de junta Gilbault**

- i) Luva de Junta Mecânica F°F°: largamente utilizada nas montagens de equipamentos hidráulicos em estações elevatórias. Utilizada, também, para consertos em adutoras e subadutoras de ferro fundido.



**Figura 26: Luva de junta mecânica f°f°**

- j) Ventosas: são aparelhos instalados usualmente nos pontos altos dos condutos forçados (adutoras, subadutoras e redes de distribuição) para permitir a saída do ar que neles se acumula durante o escoamento da água. Nas Estações Elevatórias, são normalmente instaladas antes das bombas. Outra utilidade das ventosas é permitir a saída ou a entrada de ar nas canalizações por ocasião do seu enchimento ou esvaziamento. A tendência do ar acumulado nos pontos altos é comprometer o escoamento, reduzindo a seção útil do conduto com o aumento, conseqüente, da perda de carga. Existem diversos tipos de ventosas, dos mais simples aos mais complexos. São providas de rosca ou flange, dependendo do modo como são instaladas na tubulação; as de flange impõem o emprego de um tê no ponto alto do conduto.



**Figura 27: Ventosa**



Figura 28: Ventosa de simples função



Figura 29: Ventosa de tríplice função

- k) Manômetros e mano-vacuômetros - Os manômetros medem pressões positivas e são conectados, respectivamente, junto à saída e à entrada da bomba, através de uma tubulação de diâmetro reduzido. Em locais onde a pressão de sucção pode ser negativa, pode-se instalar, no lado da entrada (sucção), um mano-vacuômetro que medem pressões positivas e negativas.



Figura 30: Manômetro



Figura 31: Mano-vacuômetro

## 8.4. Equipamentos Elétricos

Incluem-se nesta categoria as chaves de partida e proteção dos motores, os instrumentos de controle e, eventualmente, os transformadores. Os instrumentos de controle e medição são os voltímetros e amperímetros, ligados a cada fase da corrente e, às vezes, o frequencímetro. São montados sobre painel ou em cabina metálica, que abriga também as chaves de partida, as chaves de seccionamento e outros dispositivos auxiliares.

## 8.5. Dispositivos Auxiliares

Algumas estações elevatórias, dependendo da importância, do seu tamanho e da capacidade de produção, podem contar, ainda, com os seguintes equipamentos ou dispositivos:

- a) **Medidor de Vazão:** é colocado na saída da estação elevatória e destina-se a medir a quantidade total de água bombeada. Os medidores de vazão utilizados no saneamento podem ser divididos em cinco grupos: velocimétricos; deprimogêneos; eletrônicos; volumétricos e canal aberto. Atualmente, nas estações elevatórias são utilizados preferencialmente os medidores eletrônicos.
- b) **Medidores de Nível:** destinam-se a indicar a posição do nível de água no poço de tomada, reservatório de alimentação das bombas ou no local de chegada da água. Existem vários tipos construídos, segundo diferentes princípios de funcionamento, sendo comuns os de flutuador, os pneumáticos e os elétricos.
- c) **Ponte Rolante:** a ponte rolante, numa estação elevatória, destina-se à movimentação de peças, tubulações e equipamentos pesados. Só se justifica em grandes instalações. Nas pequenas casas de bombas, utilizam-se talhas sustentadas por tripés ou cavaletes. Em casos intermediários, pode ser instalada na parte superior do salão de bombas.



**Figura 32: Ponte rolante**

## 9. CONCEITOS DE MECÂNICA APLICADA AO SANEAMENTO

A mecânica está presente em quase todos os passos do ciclo de produção de água tratada, assim como, na despoluição dos esgotos sanitários. Em especial, a mecânica hidráulica, através das máquinas de fluxo e seus acessórios. A mais utilizada das máquinas de fluxo nas atividades de saneamento é, sem dúvida, a bomba, e, por isso, será a mais abordada neste capítulo. Em especial nas estações elevatórias, as bombas são o elemento principal e responsável pela elevação da água para níveis superiores ou a distâncias não possíveis de fluir por gravidade.

### 9.1. Conceito de Bomba

Bomba é uma máquina de fluxo do tipo geratriz. Máquinas geratrizes são aquelas que recebem trabalho mecânico, geralmente fornecido por uma máquina motriz (motores), e o transforma em energia hidráulica, propiciando (cedendo) ao líquido um acréscimo de energia sob as formas de energia potencial de pressão e energia cinética (relativa à velocidade). Então, a bomba é uma máquina geratriz que tem por finalidade realizar o deslocamento de um líquido por escoamento.

### 9.2. Classificação das Bombas

O modo pelo qual é feita a transformação do trabalho em energia hidráulica e o recurso para cedê-la ao líquido, aumentando sua pressão e/ou sua velocidade, permitem classificar as bombas, segundo o Hydraulic Institute (USA), em:

#### a) Bombas Cinéticas

- I. Centrífugas: de fluxo radial; de fluxo misto e de fluxo axial;
- II. Periféricas: de estágio único e de estágios múltiplos;
- III. Especiais: de ejetor; de injeção de gás; de aríete hidráulico e eletromagnética.

#### b) Bombas de Deslocamento Positivo (Direto)

- I. Com movimento alternado (alternativas): de pistão; de êmbolo e de diafragma;
- II. Com movimento rotativo (rotativas): de rotor único (de palheta, de pistão, de

## CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

membro flexível, de parafuso) e de rotor múltiplo (de engrenagem, de lóbulo, de pistão circunferencial, de parafuso).

Nessa classificação, foram reunidas, sob a denominação de bombas cinéticas, aquelas em que é importante o fornecimento de energia à água, sob forma de energia de velocidade. Essa energia converte-se dentro da bomba em energia de pressão, permitindo que a água atinja posições mais elevadas dentro de uma tubulação.

Nas bombas de deslocamento positivo, tem-se, principalmente, uma ação de propulsão que faz incrementar a energia de pressão e alcançar os mesmos objetivos das bombas cinéticas.

As primitivas bombas utilizadas em abastecimento de água eram do tipo de deslocamento direto, de movimento alternativo, a pistão, movimentadas por máquinas a vapor.

Com o advento da eletricidade e do motor elétrico, as bombas cinéticas, do tipo centrífuga, passaram a ser preferidas devido ao maior rendimento, ao custo menor de instalação, operação e manutenção e ao reduzido espaço exigido para a sua montagem, comparativamente às bombas de pistão.

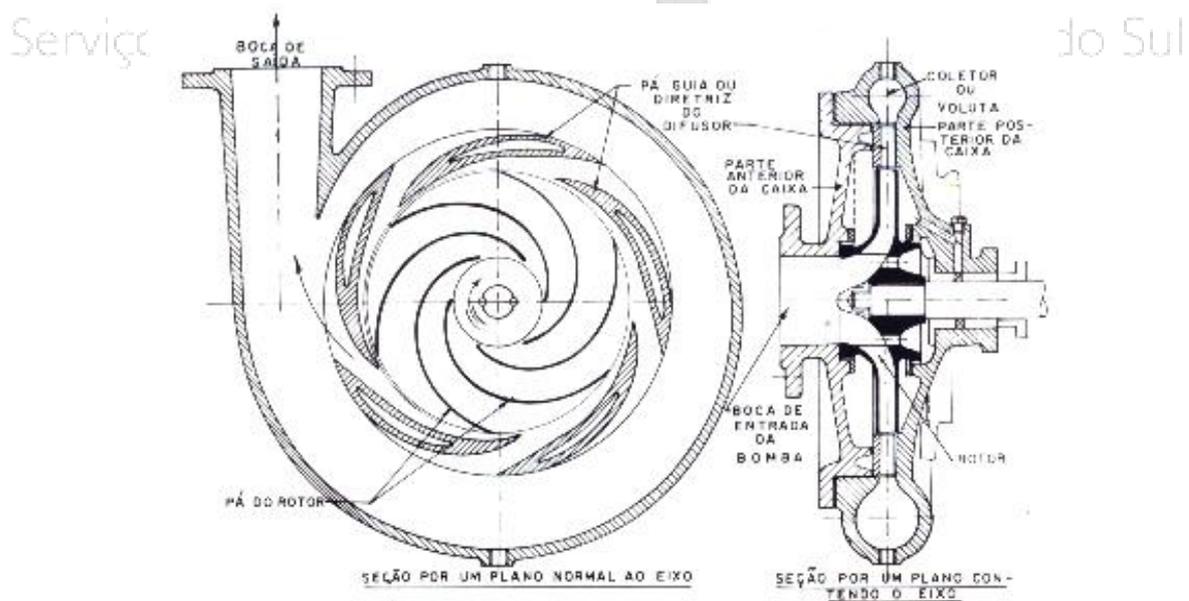
Atualmente, há um predomínio quase total das bombas centrífugas em sistemas públicos de abastecimento de água e mesmo nos de esgotamento sanitário. Dos demais tipos citados, aquelas que ainda encontram emprego na extração de água de poços são: a bomba de pistão, a bomba centrífuga com ejetor e a bomba de injeção de ar comprimido.

As bombas de deslocamento positivo são, hoje, utilizadas, dentro das atividades de saneamento, nos processos de tratamento, principalmente como bombas dosadoras e são, em geral, equipamentos para pequenas vazões e consideráveis pressões.

## 9.3. Bombas Centrífugas

Pela importância, pela gama de aplicações no saneamento e em vista de que, nas estações elevatórias do SAMAE, as bombas classificadas como centrífugas são a imensa maioria dos equipamentos de recalques instalados, essas receberão enfoque especial a partir deste ponto. Fazendo parte das turbobombas, ou bombas rotodinâmicas, as bombas centrífugas são caracterizadas por possuírem um órgão rotatório, dotado de pás, chamado rotor, que exerce, sobre o líquido, forças que resultam da aceleração que lhe imprime. Essas bombas são usualmente classificadas segundo a trajetória do líquido no rotor em: de fluxo radial, de fluxo misto e de fluxo axial.

As bombas de fluxo radial são as denominadas centrífugas propriamente ditas. A água penetra na bomba por uma entrada junto ao eixo do rotor, sendo daí dirigida para a periferia à grande velocidade, graças à força centrífuga gerada pelo rotor em movimentação. A água sai do rotor tangencialmente, sendo canalizada numa câmara de forma circular afunilada, denominada voluta, onde parte da energia de velocidade é convertida em energia de pressão. A depressão causada na entrada com o deslocamento da água para a periferia assegura a chegada contínua de água situada em cota, inferior ao corpo da bomba. É a faculdade da bomba conhecida por sucção.



**Figura 33: Bomba fluxo radial**

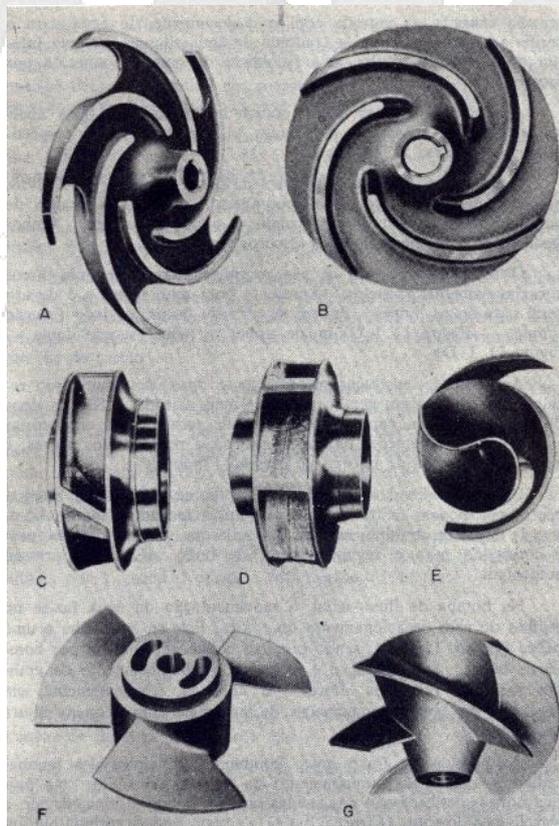
## CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

As bombas de fluxo radial podem ter rotores dos tipos aberto, semiaberto, e fechado, correspondendo, na figura 34, às letras A, B, C e D.

O rotor aberto tem as pás livres na parte frontal e quase livres na parte posterior. No rotor semiaberto, as pás são fixadas de um lado num mesmo disco, ficando o outro lado livre. Ambos, destinam-se a bombear líquidos viscosos ou sujos.

O rotor fechado tem as pás compreendidas entre dois discos aproximadamente paralelos. Apresenta bom rendimento e é de uso geral para águas limpas. Pode ter entrada de um só lado (sucção simples, letra C) ou de ambos os lados (sucção dupla, letra D).

As bombas centrífugas de fluxo radial destinam-se ao recalque de líquidos, em geral a posições mais elevadas. São os tipos de uso comum em captações com grande recalque, em elevatórias situadas junto às estações de tratamento ou a reservatórios, torres e, ainda, em estações de reforço de pressão (*boosters*).



**Figura 34: Tipos de rotores para bombas de fluxo radial**

## CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

Na bomba de fluxo axial, a movimentação da água faz-se no sentido do eixo de acionamento do rotor. Este se assemelha a uma hélice (letra F), sendo, por isso, conhecida, também, por bomba de hélice. Sua aplicação é reservada ao bombeamento de grandes vazões e reduzidas alturas. É utilizada, frequentemente, em captações de água de mananciais de superfície com pequena altura de elevação.

Por fim, as bombas de fluxo misto combinam princípios das bombas radiais e axiais. O caminhamento da água é helicoidal. Na prática norte-americana são conhecidas como bombas turbina, devido à semelhança do rotor (letra G) a certo tipo de turbina hidráulica. As bombas de eixo prolongado para extração de água de poços profundos são geralmente do tipo de fluxo misto e quase sempre de vários estágios.

A definição por uma bomba centrífuga e a escolha da mesma é feita essencialmente através da vazão que se deseja elevar (bombear) e da altura total desta elevação. A vazão é o volume do líquido por unidade de tempo e pode ser expressa em  $m^3/h$ ,  $m^3/s$ ,  $l/h$ ,  $l/s$ , entre outros, sendo esta expressão escolhida de acordo com a grandeza do volume; a vazão é indicada pela letra maiúscula Q. Já a altura total de elevação, tecnicamente chamada de altura manométrica total, corresponde ao desnível geométrico, verificado entre os níveis da água na tomada e na chegada, acrescido de todas as perdas localizadas e por atrito que ocorrem nas peças e tubulações, quando se recalca uma determinada vazão Q. Essas podem ser desdobradas em perdas na sucção (trecho anterior à bomba) e perdas no recalque (trecho posterior à bomba).

Outros fatores também devem ser considerados quando da escolha de uma bomba centrífuga, a saber: a rotação, a potência absorvida e a eficiência.

A rotação é caracterizada pela velocidade que a máquina de acionamento (motor) imprime à bomba. No caso de motor elétrico, essa velocidade é função direta da frequência ou ciclagem da corrente e do número de polos que possui o motor. De acordo com essa velocidade, as bombas podem ser classificadas em:

# CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

Bomba	Rotação por Minuto (RPM)
Alta Rotação	3.000 a 3.600
Média Rotação	1.500 a 1.800
Baixa Rotação	1.200 ou menor

**Quadro 1: Classificação quanto à RPM**

A potência absorvida pela bomba é uma grandeza física que depende da vazão e da altura que se deseja que ela opere e através delas encontrada; esta grandeza é expressa em CV (cavalo-vapor) e serve de base para a escolha da máquina de acionamento (motor) para a bomba.

Eficiência é a relação existente entre os valores equivalentes à potência hidráulica da bomba devido à elevação da água e à potência exigida pela mesma numa determinada condição de funcionamento. Quanto mais apropriada for uma bomba para um caso, o rendimento deverá ser maior. Inversamente, bombas dimensionadas para outras condições poderão cumprir a finalidade desejada, mas funcionarão com baixa eficiência, significando que exigirá maior energia comparada com outra bomba de melhor rendimento.

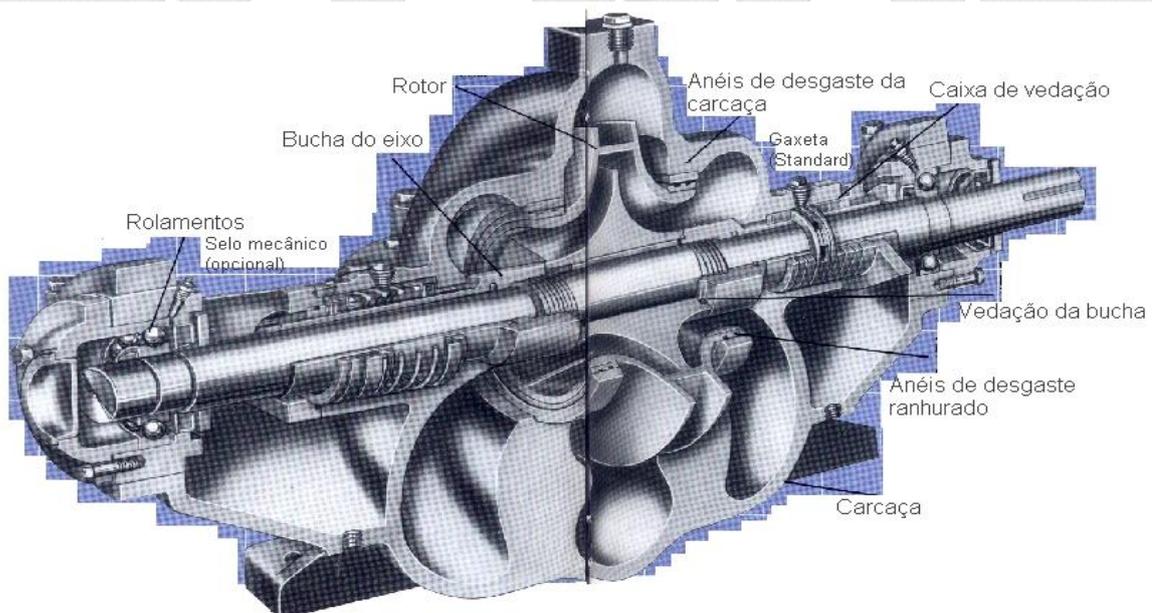
Para concluir e melhor ilustrar este item, descreveremos a seguir os principais componentes internos de uma bomba centrífuga, ou ligados a ela:

- a) **Rotor:** também chamado de impulsor ou impelidor, tem a finalidade de transformar energia mecânica que recebe do eixo em energia hidráulica;
- b) **Eixo:** peça destinada a articular uma ou mais partes de um mecanismo que entorno dela descrevem movimento circular; nas bombas, é o eixo que transmite a energia mecânica provinda do motor;
- c) **Carcaça:** também denominado corpo espiral, trata-se da estrutura externa e fixa da bomba que abriga o conjunto interno girante (eixo/rotor);
- d) **Mancal de rolamento:** dispositivo sobre o qual se apóia um eixo girante e que lhe permite o movimento com um mínimo de atrito. É nele que estão alojados os rolamentos;
- e) **Rolamento:** mecanismo que diminui o atrito e facilita o movimento de rotação do eixo;

- f) *Gaxeta*: trançado de amianto grafitado disposto em forma de anéis, utilizado para fazer a vedação hidráulica em uma junção móvel, no caso entre o eixo e o corpo da bomba;
- g) *Selo mecânico*: cumpre o mesmo papel de vedação da gaxeta, porém é formado por duas partes, uma móvel e outra fixa, com composição de carvão e aço inox (ou cerâmica e aço inox), mantendo-se unidas por pressão de uma mola;
- h) *Luva de acoplamento*: elemento de ligação entre o eixo do acionador (motor) e o eixo da máquina de fluxo (bomba). Tem como função complementar absorver desalinhamentos e amortecer vibrações e choques.

### 9.3.1. Bombas Centrífugas de Grande Porte

Serão assim consideradas bombas que recalquem vazões superiores a 100l/s ou 360m<sup>3</sup>/h; são, geralmente, bombas bipartidas com dupla aspiração conforme mostra a figura abaixo. No SAMAE, são utilizadas para recalque de água bruta nas estações elevatórias dos grandes sistemas, no caso Faxinal, Marrecas e Maestra, e são nestas estações elevatórias que normalmente os Operadores de Estação de Bombeamento prestam seus serviços, e por isto este tipo de bomba receberá especial atenção a seguir.



**Figura 35: Bomba centrífuga de grande porte**

# CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

Abaixo estão elencados os principais itens relativos à operação destas bombas:

- a) Partida: abrir as válvulas do circuito de selagem, caso existam; fazer a escorva da bomba (é importante não operar a bomba antes de escorvá-la); ligar o motor seguindo as instruções de seu fabricante; abrir a válvula de descarga lentamente, logo que a bomba atingir a velocidade de regime; durante o funcionamento normal, os mancais deverão ser examinados de vez em quando, a fim de se ter certeza de que estão devidamente lubrificados; ajustar as válvulas das linhas de alimentação do anel líquido de selagem (as sobrepostas devem ser ajustadas de modo a permitir um pequeno vazamento, com a bomba em serviço, a fim de evitar desgaste excessivo das buchas de eixo, por falta de lubrificação; cerca de 30 gotas por minuto são suficientes).
- b) Parada das Bombas: normalmente, existem uma válvula de retenção e uma válvula de gaveta na tubulação de recalque (descarga). A válvula de retenção deve ficar entre a bomba e a válvula de gaveta. Nestes casos, a bomba pode ser parada desligando-se, simplesmente, o motor, conforme as indicações do fabricante. As válvulas devem ser fechadas na seguinte ordem: válvula de recalque, válvula de sucção, válvula do líquido de refrigeração e válvula do líquido de selagem. Em algumas instalações não se pode usar válvulas de retenção devido ao golpe de aríete que provocaria o fechamento brusco da passagem de retorno sob altas pressões de descarga. Em tais casos, fecha-se a válvula de recalque lentamente, antes de desligar o motor, a fim de evitar o golpe de aríete. As bombas se esvaziam parcialmente pelos engaxetamentos quando imobilizados por longos períodos de tempo. Por esse motivo, é recomendável escorvar sempre a bomba antes de cada partida.
- c) Lubrificação: são dois os métodos utilizados dependendo dos mancais da bomba.
  - I. Mancais de rolamentos lubrificados a graxa: os mancais de rolamentos, lubrificados a graxa, são abastecidos de lubrificante na fábrica e, normalmente, não exigem cuidados antes do funcionamento, desde que a bomba seja armazenada apenas por pouco tempo e em local limpo e seco. Deve-se observar o comportamento dos mancais durante as primeiras horas de trabalho, para se ter certeza de que funcionam corretamente. É importante que a lubrificação a graxa seja corretamente executada. Excesso

ou falta de lubrificante são prejudiciais aos rolamentos. As características da instalação e severidade das condições de serviço determinam o intervalo mais conveniente para a lubrificação e o tipo de graxa a ser empregado. Os rolamentos nunca devem ter sua caixa inteiramente cheia de graxa, pois isto conduz a um aquecimento excessivo e redução da vida útil. Recomendado é encher apenas  $1/3$  a  $1/2$  de espaço interno. Uma elevação contínua ou súbita de temperatura constitui indício seguro de mau funcionamento dos rolamentos. Nestes casos, suspender imediatamente o funcionamento da bomba e investigar as causas. É normal os rolamentos apresentarem certa elevação de temperatura após terem sido lubrificados. Se a temperatura não voltar ao normal após 4 a 8 horas de funcionamento, a causa provável é o excesso de graxa, devendo, o mesmo, ser removido. As graxas de qualidade inferior contêm ácidos que atacam as superfícies altamente polidas dos rolamentos, danificando-as. A preferência deverá ser às graxas que atendam às seguintes condições: (1) Não se separem em seus componentes, seja no repouso prolongado, seja sob aquecimento a temperaturas inferiores à de fusão da graxa; (2) Não formem goma, nem se tornem pegajosas; (3) Não endureçam, nem se decomponham; (4) Não corroam os rolamentos; (5) Sejam isentas de resinas, sais minerais, abrasivos, cálcio livre, etc.; (6) Não contenham óleo livre, não saponificado, em teor superior a meio por cento.

A frequência de substituição da graxa dos mancais depende da intensidade de utilização do equipamento.

- II. Mancais lubrificados a óleo: o óleo usado para a lubrificação dos mancais deve ser um óleo mineral, bem refinado e de alta qualidade, que não se oxide nem forme gomosidade facilmente. Além disso, o óleo deve ser limpo e livre de quaisquer substâncias abrasivas. Usar apenas óleo mineral puro, de boa procedência, resistente ao emulsionamento e isento de tendências à formação de gomosidade e ácidos. Em condições normais de temperatura, as indicações do quadro abaixo, quanto à viscosidade, deverão ser seguidas:

Velocidade (RPM)	Viscosidade (SAE)
700 a 1.500	50
1.500 a 3.600	30
3.600 a 7.000	20

**Quadro 2: Viscosidade conforme a RPM**

Os intervalos entre as trocas de óleo dependem das condições de operação. O intervalo pode ser maior quando os mancais trabalham sob temperaturas normais e não ocorrem contaminações. De um modo geral, o óleo deve ser substituído a intervalos de seis meses. Se a temperatura de um mancal se eleva demasiadamente, as causas prováveis são: lubrificação inadequada ou defeito do próprio mancal.

- d) Inspeção: As bombas devem ser inspecionadas diariamente, como medida preventiva de maiores problemas. O operador das bombas deve comunicar qualquer anormalidade observada no funcionamento. Devem ser periodicamente verificados: o comportamento do engaxetamento, a temperatura, a vibração e a aceleração dos mancais. Uma elevação brusca de temperatura constitui indício de anormalidade; uma temperatura de funcionamento sempre elevada pode ser normal em certos casos. Ruídos também constituem sinais úteis de alerta. Verificar e registrar o valor da corrente elétrica dos motores.

Serviço Autônomo Municipal  
de Água e Esgoto

Caxias do Sul

### 9.3.1.1. Mau funcionamento

Os defeitos mais frequentes e suas principais causas estão abaixo relacionados:

- a) A bomba não fornece líquido: a bomba não foi escorvada; a velocidade é insuficiente; a altura da descarga é superior àquela para qual a bomba foi selecionada; a altura da sucção é excessiva (se negativa); as passagens do rotor estão obstruídas; o sentido de rotação está trocado.
- b) A vazão da bomba é insuficiente: há a entrada de ar na tubulação de sucção; a velocidade é insuficiente; a altura de descarga é superior à especificada; a altura de sucção é excessiva; as passagens do rotor estão parcialmente obstruídas; há defeitos mecânicos como: rotor danificado, anéis de desgaste desgastados; a

## CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

válvula de pé (quando houver) é muito pequena ou está obstruída; a válvula de pé ou ponta da tubulação de sucção não estão suficientemente imersos.

- c) A pressão da descarga é insuficiente: a velocidade é insuficiente; o líquido encerra ar ou gases; há defeitos mecânicos tais como: rotor danificado e anéis de desgaste desgastados.
- d) A bomba perde escorva após a partida: a tubulação de sucção possui entradas de ar; a altura da sucção é excessiva; o líquido encerra ar ou gases.
- e) A bomba sobrecarrega seu motor: a velocidade é excessiva; líquido bombeado, peso específico ou viscosidade diferente do considerado na seleção da bomba; as sobrepostas estão excessivamente apertadas, determinando atrito excessivo no engaxetamento.
- f) A bomba vibra: a bomba está desalinhada em relação ao motor; a fundação não é suficientemente rígida; o rotor está parcialmente obstruído, causando desequilíbrio; há defeitos mecânicos tais como: eixo empenado; conjunto girante prendendo; mancais gastos; rotor desbalanceado; existe ar ou vapor no líquido.



## 10. NOÇÕES E CONCEITOS DE ELETRICIDADE APLICADA EM ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO

### 10.1. Conceitos e Definições de Termos Técnicos Usuais

- a) Acionamento Manual: componente mecânico de acionamento de um equipamento. Exemplos: botão de comando, punho, alavanca.
- b) Acionamento por Botão (ou tecla): comando de um circuito através de um dispositivo de comando por botão (ou tecla); com esse tipo de acionamento são dados apenas impulsos de comando de curta duração.
- c) Botão de Comando de Fim de Curso: botão acionado mecanicamente, para sinalização, comando e limitação de curso; o miolo da botoeira é que contém os contatos e os terminais do dispositivo de fim de curso.
- d) Botão Sinalizador: botoeira com botão transparente de forma tal que se obtenha, assim como sinalizador luminoso, indicação ótica dada por uma lâmpada nele embutida.
- e) Chave Principal: dispositivo destinado a comandar o circuito principal de alimentação, ligado diretamente ao consumidor, passando, através desse, a corrente de operação.
- f) Chave Seccionadora: chave que, na posição aberta, satisfaz as exigências de distância de isolamento especificadas para um seccionador.
- g) Chave Seccionadora sob Carga: dispositivo de manobra que preenche os requisitos de uma chave sob carga e de uma chave principal.
- h) Circuito Auxiliar ou de Comando: circuito através do qual são acionados os dispositivos de manobra; além disso, é usado para fins de medição, comando, travamento e sinalização;
- i) Circuito Elétrico: conjunto de componentes passivos e ativos, e de fontes de força eletromotriz, ligados eletricamente entre si, e no qual existe pelo menos um caminho fechado ao longo das ligações e componentes.
- j) Circuito Principal: circuito formado das partes mais importantes dos contatos principais e dos terminais; tais partes são destinadas a conduzir a corrente de operação.
- k) Contato: parte de um dispositivo de manobra, através do qual um circuito é ligado

## CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

ou interrompido; há contatos fixos e móveis e, de acordo com a utilização, contatos principais e contatos auxiliares.

- l) Contato Auxiliar: pode ter duas formas: contato de chave auxiliar e contato inserido em um circuito auxiliar e operado mecanicamente pelo contator.
- m) Contato NA (Normalmente Aberto): contato que fecha quando do estabelecimento e que abre quando da interrupção de um dispositivo de manobra.
- n) Contato NF (Normalmente Fechado): contato que abre quando do estabelecimento e que fecha quando da interrupção de um dispositivo de manobra.
- o) Contato Principal: apresenta-se de duas formas: contato no circuito principal de um dispositivo de manobra e contato inserido no circuito principal de um contator, previsto para conduzir, na posição fechada, a corrente desse circuito.
- p) Corrente Alternada: corrente elétrica cuja intensidade e sentido variam periodicamente com o tempo.
- q) Corrente Contínua: corrente elétrica cuja intensidade é constante, ou varia muito pouco, sem nunca inverter o sentido.
- r) Corrente de Partida: corrente que um motor consome, quando ligado, porém, ainda em repouso (na partida ou na frenagem); seu valor médio é cerca de 6 a 9 vezes a corrente nominal nos motores de gaiola.
- s) Corrente de Pico: máximo valor instantâneo de corrente no ato da ligação; é a corrente que a bobina de contator consome, por exemplo, em curto espaço de tempo, durante a fase de ligação do contator.
- t) Corrente Elétrica: intensidade do fluxo da carga elétrica através de um condutor; seu símbolo é a letra maiúscula "I" e sua unidade de medida é o Ampère. O aparelho destinado a medir a corrente elétrica é o Amperímetro.
- u) Corrente Nominal (IN): corrente que é função das condições de operação de um circuito, determinado pelas condições de emprego, em função da qual são escolhidos os diversos dispositivos; um dispositivo de manobra pode possuir várias correntes nominais, dependendo do regime de operação; não se deve confundir corrente nominal com corrente de regime permanente.
- v) Curto-circuito: ligação, praticamente sem resistência, de condutores sob tensão; nessas condições, através de uma resistência transitória desprezível, a corrente assume um valor muitas vezes maior do que a corrente de operação; assim sendo,

## CONCURSO PÚBLICO – APOSTILA OPERADOR DE EBAB

o equipamento e parte da instalação, poderão sofrer esforços térmicos e eletrodinâmicos excessivos; três são os tipos de curto-circuito: o trifásico, entre três condutores de fase; o monofásico, entre dois condutores de fase; e o para-terra, entre um condutor de fase e a terra ou um condutor aterrado.

- w) Fator de Potência: relação entre a potência ativa e a potência aparente em equipamentos e redes de corrente alternada.
- x) Frequência Elétrica: é o número de vezes por segundo que a tensão muda de sentido e volta à condição inicial; é expressa em “ciclos por segundo” ou “hertz”, simbolizada por Hz.
- y) Linha Elétrica: instalação elétrica, destinada ao transporte de energia elétrica, compreendendo um conjunto de condutores com seus suportes e acessórios (terminais e contatos).
- z) Nível de Isolamento: conjunto de valores de tensões suportáveis nominais que caracterizam o isolamento de um equipamento elétrico em relação a sua capacidade de suportar solicitações dielétricas.
- aa) Painéis de Distribuição CCM: painéis que contêm os Centros de Controle de Motores (dispositivos de controle do motor); são conjuntos de armários modulados, com gavetas ou racks.
- bb) Partida Lenta (de motores): são partidas em que a inércia da carga é alta, sendo necessária a utilização de equipamentos destinados a limitar a corrente elétrica e a velocidade de giro dos motores no momento da partida; atualmente utilizam-se, para este fim, equipamentos chamados soft-starter e inversores de frequência.
- cc) Potência Ativa: também chamada de “potência real”, é a potência que é fornecida por ou consumida em um circuito elétrico, sendo igual ao produto da tensão pela corrente e pelo fator de potência; a potência ativa é indicada em Watt (W).
- dd) Proteção de Motor: proteção contra os efeitos de sobrecarga e curto-circuito sobre o motor, isto é, proteção da isolação do enrolamento contra aquecimentos e esforços eletrodinâmicos inadmissíveis, através de: relés térmicos de sobrecarga, sondas térmicas, fusíveis e disjuntores.
- ee) Tensão Elétrica: é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos de um circuito, seu símbolo é a letra maiúscula  $U$  e sua unidade é o volt. O aparelho que mede a tensão é o Voltímetro.
- ff) Tensão Nominal: é o valor eficaz da tensão pelo qual um equipamento é

designado e ao qual são referidos outros valores nominais.

gg) Tensão Nominal de Comando: é a tensão de valor padrão (geralmente), segundo a qual se especificam os equipamentos auxiliares de comando, proteção e sinalização.

## 10.2. Motores Elétricos

Motor elétrico é a máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. É o mais usado de todos os tipos de motores, pois combina as vantagens da utilização de energia elétrica – baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando – com sua construção simples, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos.

### 10.2.1. Tipos de Motores Elétricos

Os tipos mais comuns de motores elétricos são os de corrente contínua e os de corrente alternada:

- a) Motores de corrente contínua: são motores de custo mais elevado e, além disso, precisam de uma fonte de corrente contínua ou de um dispositivo que converta a corrente alternada comum em contínua. Por isso, seu uso é restrito a casos especiais em que estas exigências compensam o custo muito mais alto da instalação.
- b) Motores de corrente alternada: são os mais utilizados, porque a distribuição de energia elétrica é feita normalmente em corrente alternada. Os principais tipos são:
  - I. Motor síncrono: funciona com velocidade fixa, utilizado somente para grandes potências (devido ao seu alto custo em tamanhos menores) ou quando se necessita de velocidade invariável.
  - II. Motor de indução: funciona, normalmente, com uma velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo, é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas, encontradas na prática. Atualmente, é possível controlar a velocidade dos

motores de indução com o auxílio de inversores de frequência.

## 10.2.2. Conceitos Básicos

Para melhor entender o princípio de funcionamento dos motores, apresentamos algumas definições importantes.

- a) Conjugado: o conjugado (também chamado torque, momento ou binário) é a medida do esforço necessário para girar um eixo. É sabido, pela experiência prática, que para levantar um peso por um processo semelhante ao usado em poços, a força ( $F$ ) que é preciso aplicar à manivela depende do comprimento ( $l$ ) da mesma. Quanto maior for a manivela, menor será a força necessária. Se dobrarmos o tamanho ( $l$ ) da manivela, a força ( $F$ ) necessária será diminuída à metade. Deduzimos que para medir o esforço necessário para girar o eixo não basta definir a força empregada, é preciso também dizer a que distância do eixo a força é aplicada. O “esforço” é medido pelo conjugado, que é o produto da força pela distância ( $F \times l$ ).

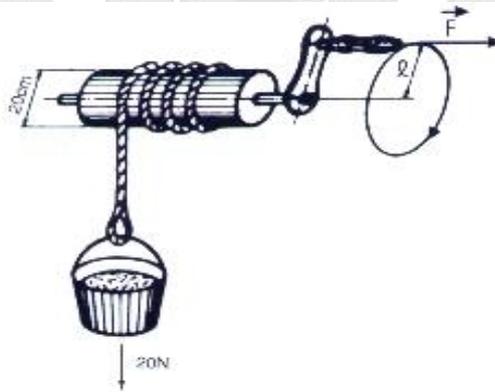


Figura 36: Sistema conjugado

- b) Energia e Potência Mecânica: a potência mede a velocidade com que a energia é aplicada ou consumida. Exprime a rapidez com que a energia é aplicada e se calcula dividindo a energia ou trabalho total pelo tempo gasto em realizá-lo. A unidade mais usual para medida de potência mecânica é o CV (cavalo-vapor).
- c) Energia e Potência Elétrica: embora a energia seja uma coisa só, ela pode se apresentar de formas diferentes. Se ligarmos uma resistência a uma rede elétrica com tensão, passará uma corrente elétrica que irá aquecer a resistência. A

resistência absorve energia elétrica e a transforma em calor, que também é uma forma de energia. Um motor elétrico absorve energia elétrica da rede e a transforma em energia mecânica disponível na ponta do eixo.

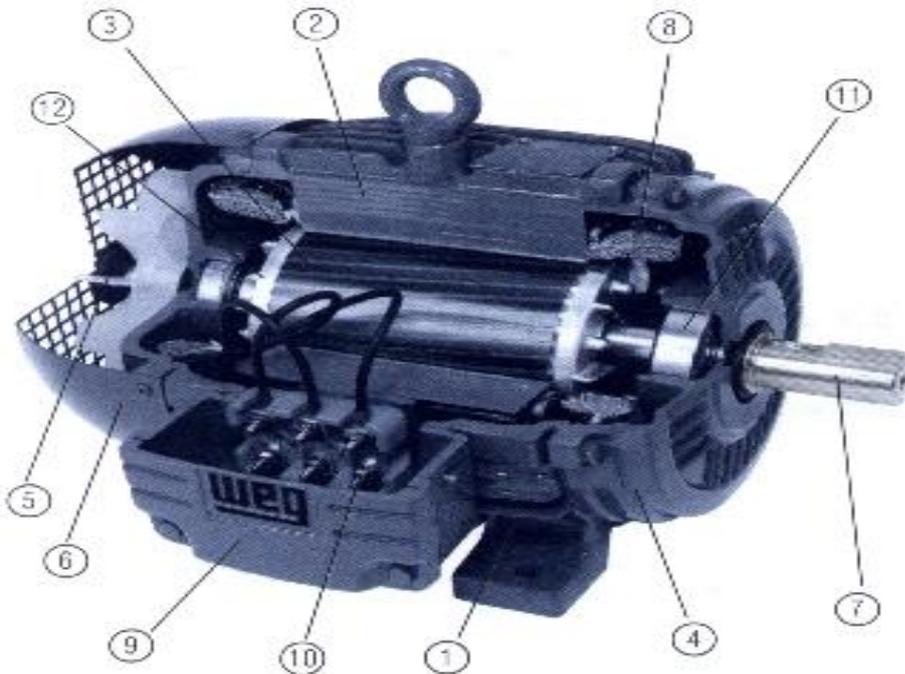
- d) Importância do Fator de Potência: visando a otimização do aproveitamento do sistema elétrico brasileiro, reduzindo o trânsito de energia reativa nas linhas de transmissão, subtransmissão e distribuição, a Portaria ANEEL nº 414/2010, determina que o fator de potência de referência das cargas seja de no mínimo 0,92. A mudança do fator de potência dá maior disponibilidade de potência ativa no sistema, já que a energia reativa limita a capacidade de transporte de energia útil. O motor elétrico é uma peça fundamental, pois dentro das indústrias representa mais de 60% do consumo de energia. Logo, é imprescindível a utilização de motores com potência e características bem adequadas à sua função. O fator de potência varia com a carga do motor.
- e) Rendimento: o motor elétrico absorve energia elétrica e a transforma em energia mecânica disponível no eixo. O rendimento define a eficiência com que é feita esta transformação.
- f) Sistema Trifásico: é a forma mais comum de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica em corrente alternada.

### 10.2.3. Motor de Indução Trifásico

Serviço Autônomo Municipal

Caxias do Sul

Por ser o mais utilizado nas instalações relacionadas com o saneamento, elencamos aqui, informações sobre este tipo específico de motor. O motor de indução trifásico é composto, fundamentalmente, de duas partes: estator e rotor.



**Figura 37: Motor de indução trifásico**

**a) Estator**

- I. Carcaça (nº1 da figura 36): é o suporte do conjunto, de construção robusta em ferro fundido, aço ou alumínio injetado, resistente à corrosão e com aletas;
- II. Núcleo de chapas (nº2 da figura 36): as chapas são de aço magnético, tratadas termicamente para reduzir ao mínimo as perdas no ferro;
- III. Enrolamento trifásico (nº8 da figura 36): três conjuntos iguais de bobinas, uma para cada fase, formando um sistema trifásico ligado à rede trifásica de alimentação.

**b) Rotor**

- I. Eixo (nº7 da figura 36): transmite a potência mecânica desenvolvida pelo motor. É fabricado em liga de aço, tratado termicamente, para evitar problemas com empenamento e fadiga;
- II. Núcleo de chapas (nº3 da figura 36): as chapas possuem as mesmas características das chapas do estator;
- III. Barras e anéis de curto-circuito (nº12 da figura 36): são de alumínio injetado sob pressão numa única peça.

**c) Outras partes do motor de indução trifásico:**

- I. Tampa (nº4 da figura 36);

- II. Ventilador (nº5 da figura 36);
- III. Tampa defletora (nº6 da figura 36);
- IV. Caixa de ligação (nº9 da figura 36);
- V. Terminais (nº10 da figura 36);
- VI. Rolamentos (nº11 da figura 36).

Importante: O que caracteriza o motor de indução é que só o estator é ligado à rede de alimentação. O rotor não é alimentado externamente e as correntes que circulam nele são induzidas eletromagneticamente pelo estator. Daí o nome de motor de indução.

O funcionamento dos motores elétricos é baseado nos princípios do eletromagnetismo, mediante os quais, condutores situados num campo magnético e atravessados por uma corrente elétrica, sofrem a ação de uma força mecânica, chamada torque.

### *10.2.3.1. Vida Útil do Motor*

Sendo o motor de indução uma máquina robusta e de construção simples, a sua vida útil depende quase exclusivamente da vida útil da isolação dos enrolamentos. Essa é afetada por muitos fatores, como umidade, vibrações, ambientes corrosivos e outros. Dentre todos os fatores, o mais importante é, sem dúvida, a temperatura de trabalho dos materiais isolantes empregados. Um aumento de 8 a 10 graus na temperatura da isolação reduz sua vida útil pela metade.

Quando se fala em diminuição da vida útil do motor, não se refere às temperaturas elevadas, quando o isolante se queima e o enrolamento é destruído de repente. Vida útil da isolação (em termos de temperatura de trabalho, bem abaixo daquela em que o material se queima), refere-se ao envelhecimento gradual do isolante, que vai se tornando ressecado, perdendo o poder isolante, até que não suporte mais a tensão aplicada e produza o curto-circuito.

## 10.2.3.2. Classes de Isolamento

O limite de temperatura depende do tipo de material empregado. Para fins de normalização, os materiais isolantes e os sistemas de isolamento (cada um formado pela combinação de vários materiais) são agrupados em Classes de Isolamento, cada qual definida pelo respectivo limite de temperatura, ou seja, pela maior temperatura que o material pode suportar continuamente sem que seja afetada sua vida útil. As classes de isolamento utilizadas em máquinas elétricas e os respectivos limites de temperatura conforme NBR 7094 são as seguintes:

- a) Classe A (105°C);
- b) Classe E (120°C);
- c) Classe B (130°C);
- d) Classe F (155°C);
- e) Classe H (180°C).

As classes B e F são as comumente utilizadas em motores normais.

## 10.2.4. Placa de Identificação dos Motores Elétricos

A placa de identificação dos motores elétricos deve conter as suas características nominais.

É imprescindível saber interpretar os dados de placa, a saber:

- a) Nome e dados do fabricante;
- b) Modelo (MOD);
- c) Potência (cv, HP, kW);
- d) Número de Fases (por exemplo, TRIFÁSICO ou 3FAS);
- e) Tensões Nominais (V);
- f) Frequência Nominal (Hz);
- g) Categoria (CAT);
- h) Correntes Nominais (A);
- i) Velocidade Nominal (RPM);
- j) Fator de Serviço (FS);

- k) Classe de Isolamento (ISOL. CL.);
- l) Letra-Código (COD);
- m) Regime (REG);
- n) Grau de Proteção (PROTEÇÃO IP), e
- o) Ligações.

**WEG** ALTO *Plus* RENDIMENTO NBR7094

~ 3 90L 03/99 FB90702

MOTOR INDUÇÃO - GAIOIA INDUCTION MOTOR-SQUIRREL CAGE Hz 60 CAT N

kW(HP-cv) 2.2(3.0) RPM/min 1730

FS 1.15 ISOL INST B Δt K Ip/In 6.7 IP55

220/380/440 V 8.40/4.86/4.20 A

REG DUTY S1 MAX AMB ALT m

220 V 380 V 440 V

Y - ONLY START / SOMENTE PARTIDA

6205-ZZ A BASE DE LITIO Kg

6204-ZZ

03330 INMETRO PNEEE REND.% = 85.5% CE COS φ 0.81

Exemplo:

~ 3	90L	0399	FB90702
-----	-----	------	---------

Nº de Fases

Carcaça

Mês e Ano Fabricação

Número de Série

**Figura 38: Placa de identificação de motor elétrico**

## 10.3. Chave de Partida

Pode ser definida como o equipamento de manobra e proteção, capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes de motores em condições normais e inclusive em sobrecargas e curtos-circuitos. Importância de utilização:

- a) Proteção:
  - I. do operador contra acidentes;
  - II. do motor contra: falta de fase, sobrecarga, curto-circuito, sobretensões, subtensões (queda de tensão), altas temperaturas, danos na ventilação, queda do fornecimento de energia;
  - III. das instalações contra avarias causadas por picos na ligação e comutação;
  - IV. de outros equipamentos e consumidores instalados próximos do motor.
- b) Versatilidade
  - I. ligação rápida e segura do motor;
  - II. comando manual ou automático, à distância com dispositivos como: temporizadores, sensores de nível, pressostatos, termostatos, fins-de-curso;
  - III. simplificação do sistema de operação e supervisão da instalação.

### 10.3.1. Componentes Principais

- a) Contatores de Força (ou Principais);
- b) Contatores Auxiliares;
- c) Relés de Sobrecarga;
- d) Fusíveis de Força;
- e) Fusíveis de Comando;
- f) Transformador de Comando;
- g) Autotransformadores de Partida (7);
- h) Protetores Térmicos (Sondas Térmicas) para Motores Elétricos;
- i) Relés de Tempo;
- j) Relé de Sequência da Fase (RSW);
- k) Relés Falta de Fase;

- l) Relé de Mínima e Máxima Tensão, e
- m) Transformadores de Corrente (TC).



Figura 39: Painel de comando - externo



Figura 40: Painel de comando - interior

## 10.4. Sistema de Supervisão e Controle

A necessidade de otimização dos processos e melhoria da eficiência energética dos bombeamentos de água bruta e tratada têm levado as empresas de saneamento a buscar a automatização de algumas atividades. O sistema de supervisão e controle é parte fundamental de qualquer processo de automação. A função básica destes sistemas é fornecer uma interface amigável, na forma gráfica, com os operadores dos processos, permitindo a realização das seguintes atividades:

- a) Monitorar variáveis do processo em tempo real (ex: temperatura, pressão, corrente elétrica, tensão, nível, potência);
- b) Diagnosticar falhas;
- c) Corrigir parâmetros de processo;
- d) Enviar comandos ao sistema.

O sistema de supervisão e controle utiliza um software denominado “supervisório”, que faz a comunicação com os elementos de controle do sistema, os controladores lógicos programáveis (CLP’s). Estes controladores são equipamentos

eletrônicos que permitem, através de programação interna, o controle de processos industriais.

Componentes básicos de um sistema de supervisão e controle:



**Figura 41: Componentes básicos de um sistema de supervisão e controle**

Serviço Autônomo Municipal  
de Água e Esgoto

Caxias do Sul

## **11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Catálogo da empresa Asta Instrumentação e Controle.
2. Catálogo de Bombas Centrífugas Horizontais Bipartidas – Mark Peerless
3. Catálogo de Bombas Re-Autoescorvantes Imbil.
4. Catálogo Geral da Companhia Metalúrgica Barbará, 1998.
5. Catálogo Geral de Motores Elétricos da empresa WEG Motores.
6. Catálogo Válvulas e Aparelhos da Companhia Metalúrgica Barbará, 1994.
7. DACACH, Nelson Gandur. **Sistemas urbanos de água**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.
8. MACINTYRE, Archibald Joseph. **Bombas e instalações de bombeamento**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.
9. Manual de Bombas Centrífugas Tipo Bipartidas – Worthington.
10. Manual de Chaves de Partida da empresa WEG Acionamentos Ltda.
11. Manual de Serviço KSB Bombas Centrífugas Horizontais ETANORM.
12. Manual de Serviço KSB Bombas Monobloco.
13. NETTO, José M. de Azevedo et. al. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. 2ª ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987.
14. Guias Práticos – Plano Nacional de Combate ao Desperdício de Água – Volume 1.

---

**Apostila elaborada pelos servidores do SAMAE, Eng.ª Liseane Peluso Rech, Eng.º Edson Charles Rippel, Eng.ª Fernanda Ballardín Spiandorello e Silvana de Fátima da Silva Mastella, designados através da Portaria n.º 23.314, de 01 de agosto de 2014. Formatação revisada pela Comissão Executiva de Concurso Público, designada pela portaria n.º 24.736, de 02 de agosto de 2016.**