

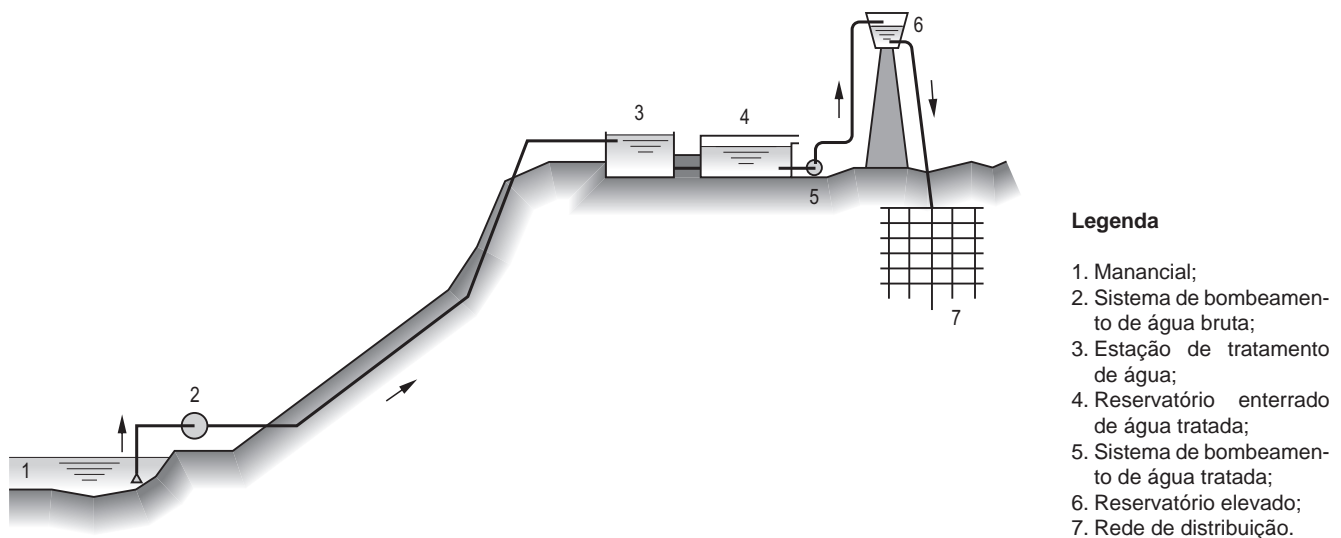
Capítulo 1

Aplicações dos sistemas de bombeamento

1.1. NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Em geral, um sistema convencional de abastecimento público de água potável possui as seguintes etapas:

- captação de água bruta no manancial (cursos de água, lagos, represas e açudes);
- adução de água bruta (por bombeamento, por gravidade e/ou misto);
- tratamento da água;
- reservação da água tratada;
- distribuição à população.



Legenda

1. Manancial;
2. Sistema de bombeamento de água bruta;
3. Estação de tratamento de água;
4. Reservatório enterrado de água tratada;
5. Sistema de bombeamento de água tratada;
6. Reservatório elevado;
7. Rede de distribuição.

Figura 1

Esquema básico de um sistema de abastecimento público de água potável.

1.1.1. Bombeamento a partir da tomada de água bruta

Esse é um vasto campo de aplicação dos sistemas de bombeamento.

As dificuldades normalmente encontradas nos locais de captação são:

- a variação do nível de água;
- a erosão causada pelos sólidos arrastados pela correnteza nos cursos de água;
- as dificuldades de acesso para as obras;
- os problemas construtivos relativos a fundações e à presença d'água;
- a presença de plantas aquáticas, via de regra decorrentes da oferta de nutrientes por conta estabilização da matéria orgânica contida no lançamento dos esgotos domésticos.

A seguir, são mostrados esquematicamente alguns tipos de sistemas de bombeamento para transporte da água bruta, desde o manancial até o local de tratamento para potabilização.

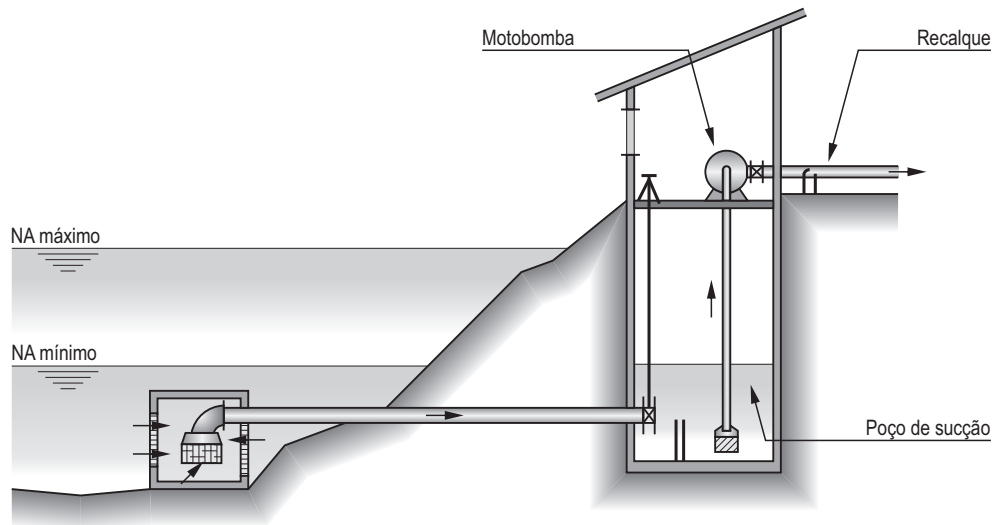


Figura 2 Captação de água em rio.

Na Figura 2, observam-se o posicionamento das motobombas acima do nível máximo de água - para segurança dos equipamentos elétricos contra inundação - bem como a proteção da extremidade do tubo de captação contra a erosão causada pela correnteza. Também se vê o direcionamento para baixo do bocal de sucção, para evitar a entrada de sólidos.

Em barragens, para fins de captação de água, usam-se as torres de tomada com entrada em mais de um nível, com o fim de controlar a qualidade e a vazão de água, como está mostrado na Figura 3.

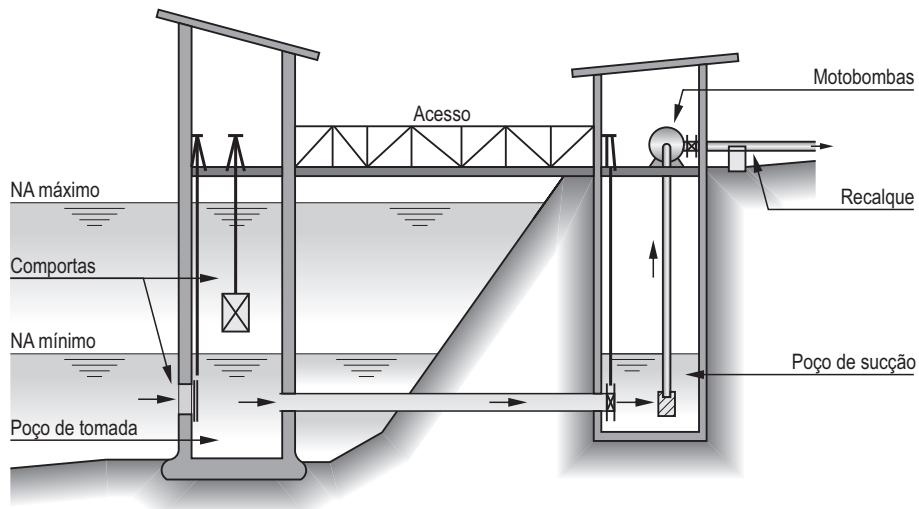


Figura 3 Tomada de água em represa, lago ou açude.

Em determinadas regiões, onde não há a disponibilidade de mananciais superficiais, a captação de água pode ser feita em aquíferos subterrâneos confinados e profundos, como elucidado na Figura 4.

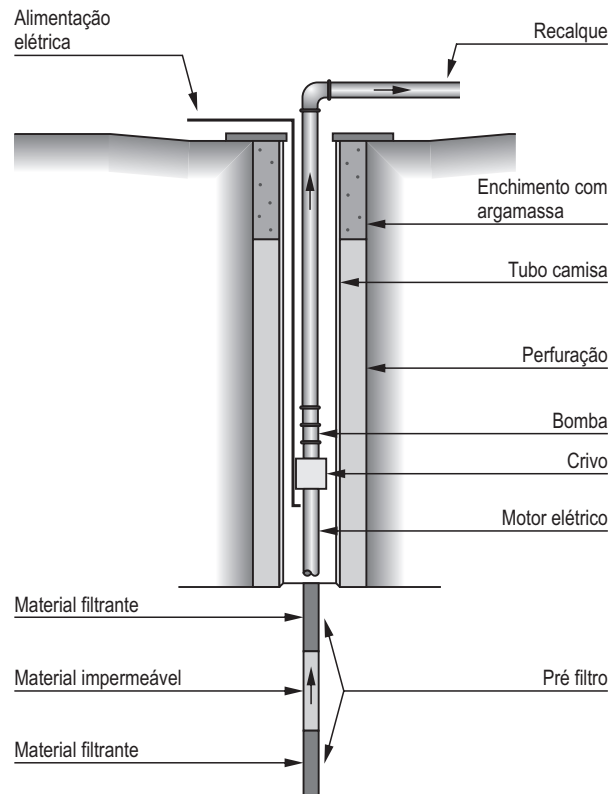


Figura 4 Captação de água em poços tubulares profundos (motobomba submersa).

Para elucidação do assunto, quando são utilizados mananciais de águas superficiais, mostra-se a estação elevatória de água bruta Santa Inês, do Sistema Cantareira da Sabesp, em São Paulo.



Figura 5 Estação Elevatória de Água Bruta Santa Inês. Sistema Cantareira/São Paulo.
Fonte: SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo).

Dado o porte da elevatória, também são especificadas as características técnicas deste sistema:

4 motobombas (1 de reserva)

- Vazão por motobomba: 11000 litros/s (11 m³/s)
- Potência de cada motor elétrico: 20.000 CV
- Altura de sucção (afogada): 20 m
- Altura Manométrica Total (AMT): 120 mca

Na Figura 6, mostra-se o local de descarga da elevatória de água bruta Santa Inês no reservatório de Águas Claras, afluente da ETA (estação de tratamento de água) do Guaraú, em São Paulo. Cada um dos dutos descarrega uma vazão de 11000 litros/s (11 m³/s) de água bruta.



Figura 6

Descarga da elevatória de água bruta de Santa Inês para suprimento da ETA do Guaraú – Sistema Cantareira – São Paulo/SP.

Fonte: SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo).

Para uma outra situação, na Figura 7, vê-se um conjunto motobomba e conexões da estação de bombeamento de água bruta (EBAB – São João) do sistema de abastecimento público de Porto Alegre/RS.

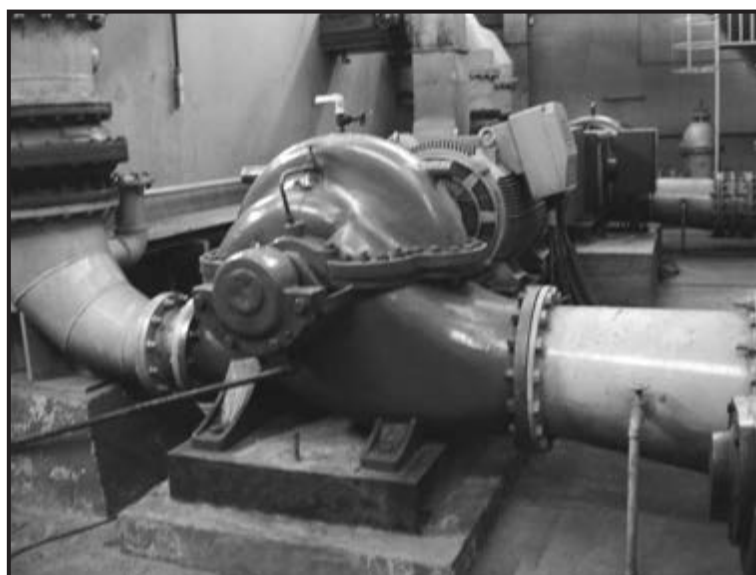


Figura 7

Conjunto motobomba da estação elevatória de água bruta (EBAB - São João) em Porto Alegre/RS

Fonte: Cortesia do DMAE (Departamento Municipal de Águas e Esgotos). PMPA (Prefeitura Municipal de Porto Alegre/RS).

A estação possui três motobombas de velocidade variável, sendo uma de reserva, atuadas por inversor de frequência, cada uma com capacidade de 2000 l/s, *AMT* de 61,42 mca e motor elétrico de 2000 CV.

1.1.2. Uso de motobombas na fase de tratamento de água (potabilização)

Nos sistemas convencionais de tratamento de água, utilizam-se procedimentos mecânicos e físico-químicos onde são aplicados produtos por via líquida, em geral através de motobombas especiais.

Para citar alguns exemplos, pode-se ter:

- motobombas dosadoras para a aplicação de produtos químicos como o sulfato de alumínio, o sulfato férrico, o sulfato ferroso (coagulantes) e hidróxido de cálcio, carbonato de sódio (corretivos do pH), polieletrólitos catiônicos ou aniônicos (auxiliares de filtração);
- motobombas ejetoras, também para a aplicação de produtos químicos;
- motobombas de remoção de lodo.

Na fase de decantação, há um acúmulo de lodo no fundo dos tanques, que pode ser removido por bombeamento;

- bombas para lavagem dos filtros.

Os filtros são lavados com frequência por contra-corrente de água para a remoção das impurezas retidas.

A água sob pressão para a lavagem pode ser obtida por bombeamento.

Também são usadas motobombas para a lavagem superficial dos filtros;

- motobombas para água de uso geral na estação de tratamento de água.
- motobombas para coleta de amostra nas várias fases de tratamento.

Na Figura 8, tem-se uma síntese destas aplicações.

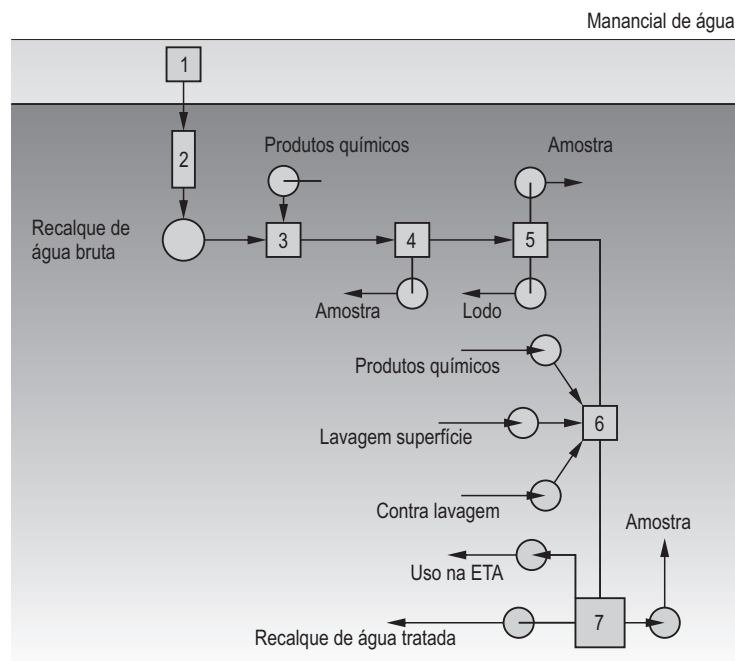


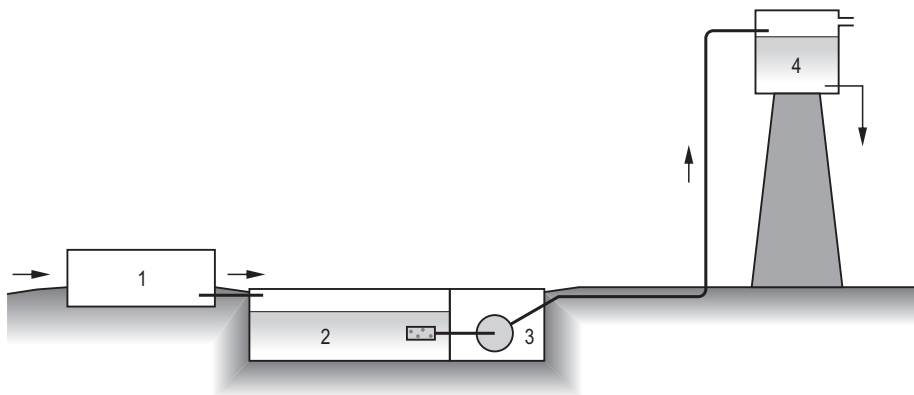
Figura 8

Aplicação de bombeamento em sistemas de tratamento de água para abastecimento público.

1.1.3. Bombeamento de água tratada

A reserva de água tratada é utilizada para garantir o suprimento contínuo da demanda com regime variado. Também para obter pressão na rede de distribuição e para garantia de disponibilidade em caso de pane no sistema de produção.

Pode ser constituída de reservatórios enterrados, semi-enterrados e elevados, sendo que o suprimento e a transferência de água entre estes reservatórios normalmente é feito através do bombeamento, como mostrado nas Figuras 9 e 10.



Legenda

1. ETA (Estação de Tratamento de Água);
2. Reservatório de água tratada (enterrado);
3. EBAT (Estação de bombeamento de água tratada);
4. Reservatório de água tratada (elevado).

Figura 9

Bombeamento para a distribuição de água.



Figura 10

Estação de bombeamento de água tratada (EBAT - São Manoel) em Porto Alegre/RS.

Fonte: Cortesia do DMAE (Departamento Municipal de águas e Esgotos), PMPA (Prefeitura Municipal de Porto Alegre/RS).

Essa estação de bombeamento possui três motobombas (1 de reserva), cada conjunto com vazão de 640 l/s, AMT de 25 mca e motor elétrico de 250 CV.

1.1.4. Bombeamento para reforço de uma adutora (pressão e vazão)

Há situações, em especial em condutos de recalque muito extensos, em que ocorre a queda sistemática da pressão hidrodinâmica de suprimento, que pode ser causada pelo aumento da perda de carga por atrito (função do excesso de demanda), por deterioração da parede interna do conduto, ou por ambos os motivos.

Nesses casos, desde que verificadas as condições estruturais de resistência do conduto e a limitação da pressão operacional, pode-se utilizar o reforço (*booster*), para suprir a energia necessária à garantia do escoamento, elevando-se a linha piezométrica, como está mostrado esquematicamente na Figura 11.

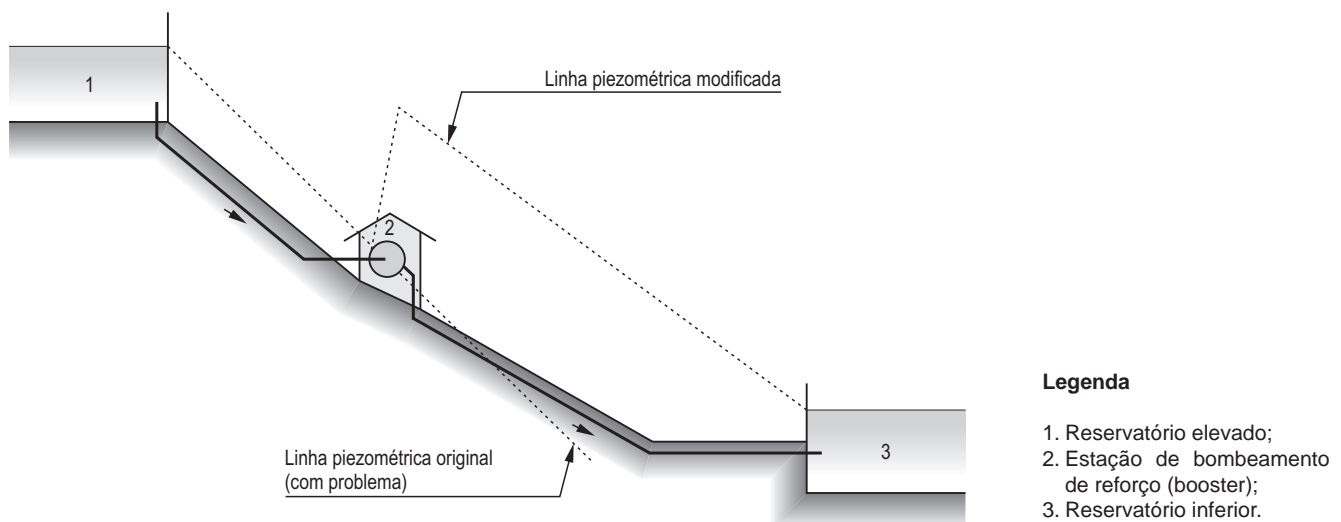


Figura 11

Bombeamento para reforço (*booster*).

1.2. EM SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Constituem as águas residuárias:

- os esgotos domésticos provenientes das áreas habitacionais e da atividade doméstica, com composição predominantemente orgânica;
- os efluentes industriais, que são compostos pelos despejos líquidos das indústrias, podendo ser resultantes do processo produtivo, dos sistemas de refrigeração, ou de outras fontes. Esses efluentes caracterizam-se pela grande diversificação da composição, que pode ser orgânica, inorgânica ou mista.

Os sistemas de águas residuárias são projetados para funcionar por gravidade, com condutos operando com seção parcialmente tomada pelo líquido. Nesses casos, os cálculos se baseiam no uso da declividade e do raio hidráulico (que depende do diâmetro e do perímetro molhado), sendo que, nas áreas de topografia muito plana, encontra-se um sério problema em função da necessidade do rebaixamento excessivo das canalizações, o que acarreta grande elevação dos custos de implantação. Nesses casos, torna-se necessário o bombeamento.

As situações mais comuns, principalmente para os sistemas de esgotos sanitários, ou domésticos, são as seguintes:

1.2.1. Na fase de coleta

a) Bombeamento do esgoto para o nível do coletor público

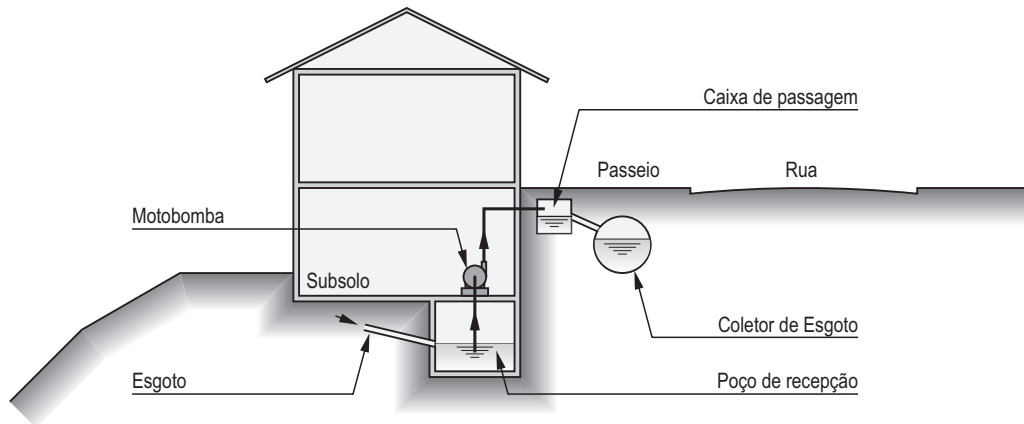


Figura 12

Bombeamento de esgoto para o nível do coletor público.

b) Bombeamento para a recuperação de cota em redes de coleta

Nesse caso, o bombeamento pode ser usado em duas situações:

- para retirar os esgotos coletados e reunidos em áreas confinadas e baixas (bacias) de uma rede de esgotos, dando seqüência à condução. São as elevatórias distritais, como mostrado na Figura 13;
- para recuperar cota em um coletor de esgotos implantado em topografia plana e que tenha atingido acentuado rebaixamento, para garantir o fluxo. Estas situações estão elucidadas na Figura 14.

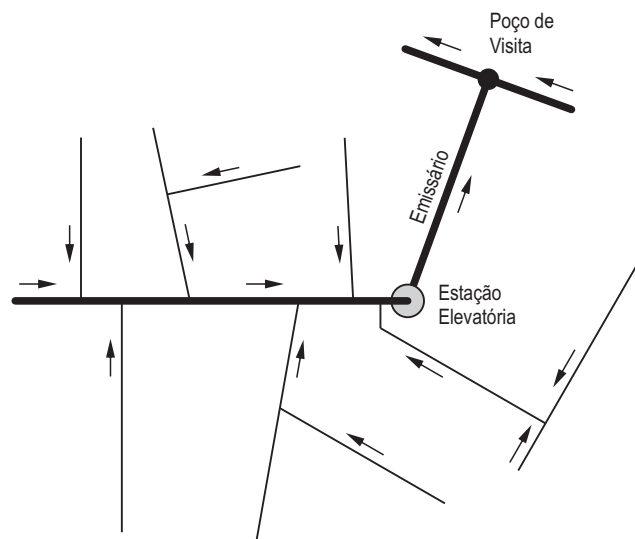


Figura 13

Elevatória distrital de esgotos sanitários (áreas planas).

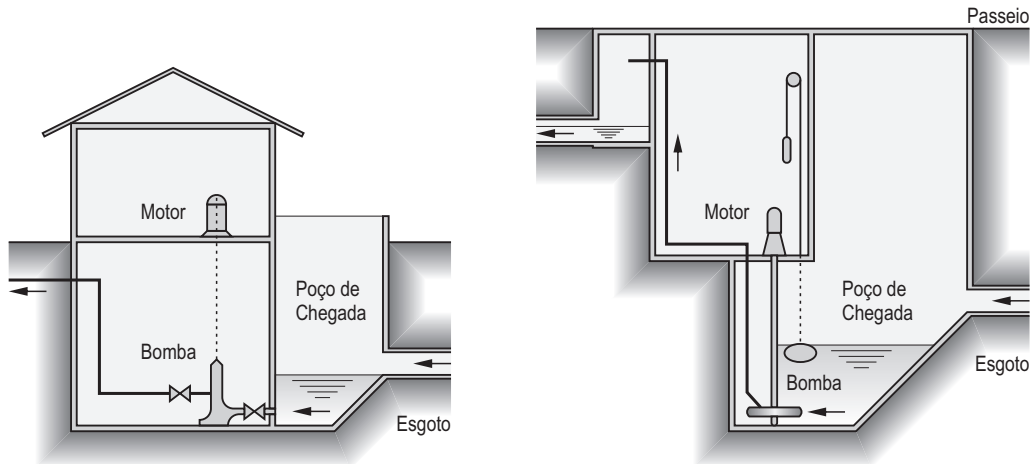


Figura 14

Elevatórias para a recuperação de cota em canalização de esgoto sanitário.

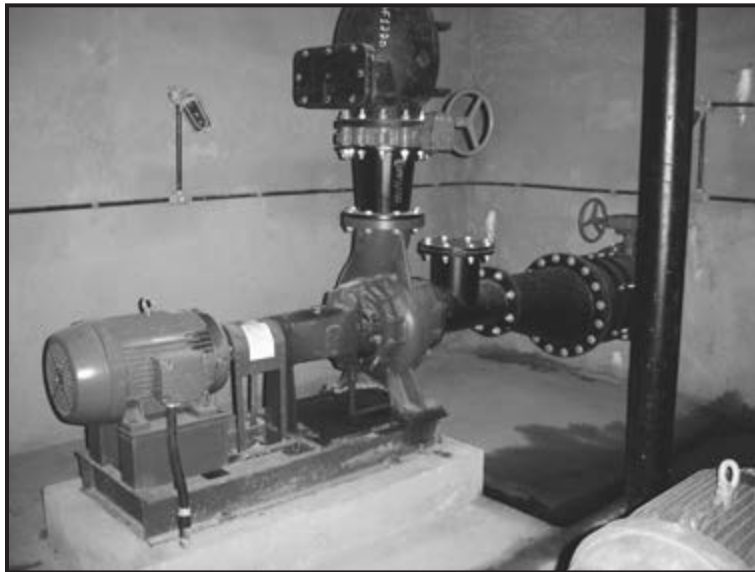


Figura 15

Estação elevatória para ganho de cota (EE nº9) de esgotos domésticos na cidade de Canoas/RS.

Fonte: Cortesia da CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento. Gerência de Canoas/RS.

1.2.2. Na fase de envio para o tratamento

Em algumas situações, o local destinado ao tratamento dos esgotos domésticos fica bastante afastado do ponto onde chegam os efluentes coletados em determinada região. Nesses casos, é comum acontecer que o trajeto do emissário para o transporte dos esgotos até o local do tratamento ocorra em trechos de topografia plana ou em aclive, quando se torna necessário o bombeamento.

É o caso do sistema de esgotos sanitários da cidade de Porto Alegre, em fase de expansão com a implantação do PISA – Programa Integrado Sócio Ambiental - que deverá elevar o volume de esgotos domésticos tratados de 27% para 77%, a curto prazo.

Na Figura 16, apresenta-se uma vista parcial das obras de aumento da estação de bombeamento de esgotos da Ponta da Cadeia. Essa elevatória possibilitará a condução dos esgotos coletados em uma área que totaliza aproximadamente 40% da região tributária de esgotos do município de Porto Alegre/RS, até o local da estação de tratamento de esgotos da Serraria, distante cerca de 17 quilômetros.



Figura 16

Estação de bombeamento de esgotos através de emissário para tratamento final. EBE Ponta da Cadeia/Porto Alegre/RS.

Fonte: PISA (Programa Integrado Sócio-Ambiental). Cortesia do DMAE / Prefeitura Municipal de Porto Alegre.

Em vista parcial e em primeiro plano, vê-se o barrilete de descarga. Em segundo plano e abaixo, as motobombas de esgotos domésticos.

São seis motobombas. Quatro (1 de reserva) que captam no Poço 1 (esgotos vindos da EBE Baronesa do Gravataí), cada uma com vazão de 906 l/s, *AMT* de 15,5 mca e motor elétrico de 250 CV. Mais duas (1 de reserva), que fazem tomada no Poço 2 (bacias centro de Porto Alegre e arroio Tamandaré - parcial), cada uma com vazão de 680 l/s, *AMT* de 21,2 mca e motor elétrico de 200 CV.



Figura 17

Estação Elevatória de Esgotos no local do tratamento. De Leyens/Zoetermeer/Holanda.

Na figura 17, em primeiro plano e inclinadas, veem-se as duas bombas do tipo parafuso de Arquimedes que são acionadas por motores elétricos instalados na parte coberta da estação de bombeamento.

Os esgotos chegam à estação elevatória no local baixo – à direita - e são descarregados em cota mais elevada à esquerda, onde também se vê a lagoa de recepção, para início do processo de tratamento.

1.2.3. Na fase de tratamento dos esgotos sanitários

As estações de depuração (tratamento) dos esgotos sanitários podem ser de nível primário, secundário ou terciário (avançado), tudo dependendo dos padrões de qualidade que devem ser mantidos no corpo receptor onde o efluente final será lançado.

Nessas unidades de depuração, o bombeamento pode ser utilizado para:

- condução do esgoto bruto nas chegadas das estações depuradoras, a partir de cotas mais baixas dos coletores da rede de coleta;
- descarte do lodo acumulado dos decantadores, ou para recirculação do lodo no sistema como acelerador do processo bioquímico do tratamento;
- circulação e agitação, comuns nos digestores onde é necessário uniformizar a massa em tratamento biológico;
- dosagem dos produtos químicos;
- amostragem de controle do tratamento;
- distribuição de água de uso geral;
- ganho de cota no perfil hidráulico do tratamento, na alimentação das unidades da estação para compensar a perda de carga no escoamento por gravidade.

1.2.4. Na fase de lançamento final

Após a fase de tratamento, os efluentes devem ter um destino final, normalmente sendo lançados em um corpo receptor que pode ser um rio, lago ou mar.

Alternativamente, o lançamento final também pode ser feito diretamente por bombeamento, quando são dispensadas algumas fases do tratamento convencional, principalmente nas cidades litorâneas, através dos emissários subaquáticos, como se vê na Figura 18.

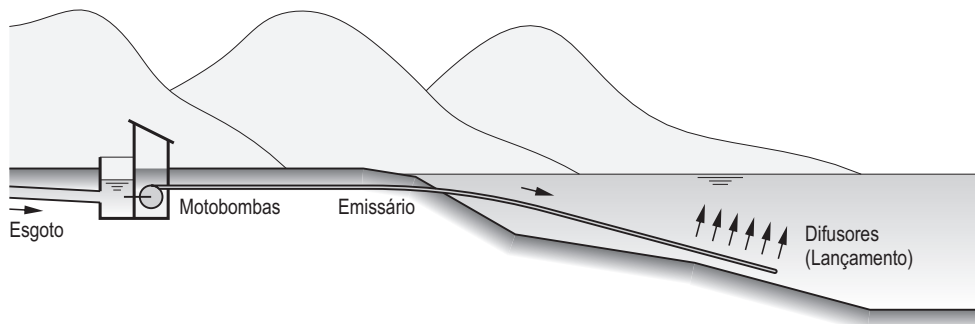


Figura 18

Lançamento final subaquático de esgotos domésticos por bombeamento.

1.3. NO AFASTAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

Nas áreas de topografia plana onde o deflúvio superficial é lento e dificultado, como também nas regiões muito baixas, ocorrem as inundações, a dependerem da intensidade das precipitações pluviométricas, do tempo de duração e de outras variáveis (como a taxa de impermeabilização do solo), condições essas agravadas pela desordenada expansão da urbanização.

É comum o uso de diques de proteção para resguardo das áreas de uso habitacional.

Nesses casos, o afastamento das águas pluviais é feito com maior rapidez e segurança através do bombeamento. Na Figura 19, mostram-se uma estação elevatória de águas pluviais do sistema de proteção contra cheias em Porto Alegre/RS e a representação esquemática destas situações.

O sistema é dotado de motobombas de eixo vertical, tipo axial, onde estão instaladas 8 (oito) motobombas axiais de eixo vertical, todas com *AMT* de 4 mca, sendo quatro com capacidade isolada de 2500 l/s, motor de 250 CV. Mais duas, cada uma com vazão de 1000 l/s, motor de 100 CV e duas de 500 l/s cada e motor de 50 CV.

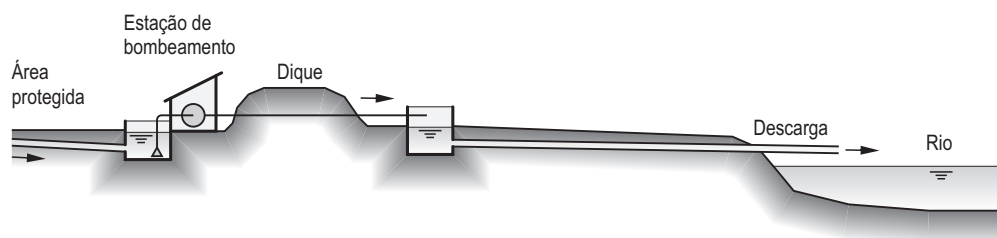


Figura 19

Bombeamento para proteção contra cheias.

Fonte: Departamento de Esgotos Pluviais (DEP). Prefeitura Municipal de Porto Alegre/RS.

1.4. NA IRRIGAÇÃO DE LAVOURAS

A irrigação das áreas de cultivo pode ser feita por bombeamento com acionamento por motores elétricos ou a combustão interna, quando essas áreas estão situadas em cotas acima do nível de água dos mananciais de suprimento, ou quando há trajetos muito extensos em topografia plana. Especialmente nos tipos de cultura onde há exigência de grandes volumes de água, como no caso da orizicultura.

É sabido que a irrigação de lavouras representa cerca de setenta a oitenta por cento do uso da água do ambiente. Há situações em que esta demanda sobe para até noventa por cento, como em algumas das regiões produtoras de arroz com irrigação por inundação no Estado do Rio Grande do Sul.

Como o período deste tipo de irrigação ocorre entre novembro e março – época da estiagem no referido Estado – são comuns os conflitos de uso devidos à escassez sazonal da água.

O uso racional da água do ambiente nas situações onde é necessário o bombeamento pode ser alcançado através da utilização de motobombas com velocidade variável.

Nesses casos, a capacidade de bombeamento – condicionada à velocidade de rotação - pode ser controlada pela altura da lâmina de água na lavoura, procedimento que também pode propiciar a economia de energia elétrica de acionamento dos motores, além de outras vantagens. Na figura 20, uma elucidação desse tipo de aplicação.

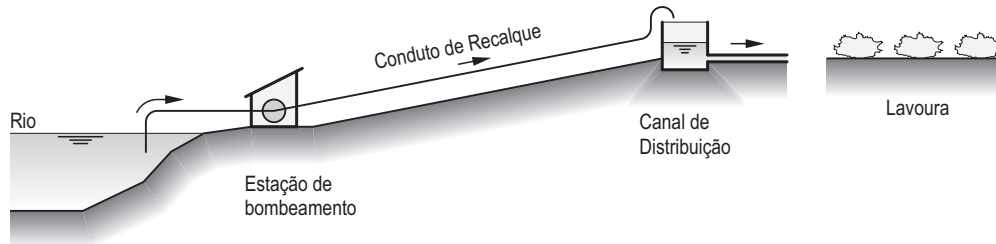


Figura 20

Irrigação de lavouras por bombeamento.

1.5. NOS SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIOS

Os sistemas de bombeamento são aplicáveis no combate aos sinistros do fogo, principalmente quando se trata da manutenção da pressão necessária nos esguichos, pressão essa nem sempre disponível nos hidrantes instalados na rede comum de abastecimento público de água.

Por outro lado, o uso de motobombas com velocidade de rotação variável também pode servir para garantir uma pressão nos jatos de água - dentro de uma faixa controlada - nos diferentes pontos de aplicação, sem prejuízo da vazão de descarga.

Quando há mananciais disponíveis de águas superficiais, como nos casos de proteção de áreas portuárias e para combate a incêndios em embarcações de qualquer tipo, esses sistemas de bombeamento são imprescindíveis.