



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA**

**FRANCIDÉZIO MEIRA DE ARAÚJO**

**ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE UMA ESTAÇÃO  
ELEVATÓRIA DE ÁGUA**

**CAMPINA GRANDE – PB  
2014**

**FRANCIDÉZIO MEIRA DE ARAÚJO**

# **ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientadora: Morgana Lígia de Farias Freire

CAMPINA GRANDE – PB  
2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

A659a Araújo, Francidézio Meira de.  
Algumas características de uma estação elevatória de água  
[manuscrito] / Francidézio Meira de Araújo. - 2014.  
24 p. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) -  
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e  
Tecnologia, 2014.  
"Orientação: Profa. Esp. Morgana ligia de farias freire,  
Departamento de Física".

1. Abastecimento de água. 2. Distribuição de água. 3.  
Estação elevatória. I. Título.

21. ed. CDD 628.1

FRANCIDÉZIO MEIRA DE ARAÚJO

## ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação Licenciatura em Física da  
Universidade Estadual da Paraíba, em  
cumprimento à exigência para obtenção do grau  
de Licenciado em Física.

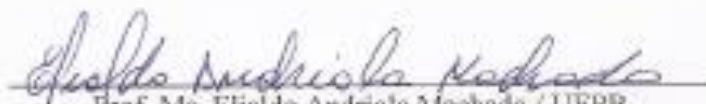
Aprovada em 30 / 07 /2014.



Prof.ª Morgana Lígia de Britas Freire / UEPB  
Orientadora



Prof. Dr. Alex da Silva / UEPB  
Examinador



Prof. Ms. Elialdo Andriola Machado / UEPB  
Examinador

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Espedito & Eunice, pela incansável dedicação que tiveram em todos os momentos, pois, sem a fé, força, entusiasmo, perseverança não seria possível a realização desta formação. A vocês meu muitíssimo obrigado!*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde, força e perseverança para vencer as dificuldades do cotidiano.

Aos meus pais Espedito (Duta) & Eunice, pelo apoio incondicional e também por tudo o que fizeram por mim, em toda minha vida, vocês são bênçãos em minha vida.

Aos meus avós maternos e paternos (in memoriam), pela preocupação de bem estar que tiveram para com meus pais, e conseqüentemente comigo.

A minha querida esposa Jailhany e meu amado filho Murillo, pelos dias e noites, entre outras ocasiões que não pude estar presente, que com paciência sempre me apoiaram.

Ao meu irmão Francisco pelos conselhos, orientações e apoio no caminhar de minha vida. Irmão você é o cara!

Aos meus sogros Zequinha e Marina, pelo incansável apoio que me dão.

Ao meu padrinho Zé de Deda e família, pela confiança, respeito e amizade.

À Professora Morgana Lígia de Farias Freire, pela paciência e incentivo na orientação, tornando, assim possível a conclusão deste trabalho. Professora a senhora é demais!

À professora e coordenadora Ana Raquel, pela compreensão e dicas importantes.

À CAGEPA, companhia esta, que tenho prazer em fazer parte, pela liberação dos conteúdos e imagens, em especial, aos engenheiros Ronaldinho e Aragão, pelas orientações e disponibilidade de utilização de informações de seus trabalhos.

Aos meus colegas e amigos de turma, pelo apoio constante que me deram no período da graduação, em especial, a Karla, Rafaelle, Sebastião e Tarsus.

Aos amigos e companheiros de trabalho, pois, sem o apoio e compreensão deles, não seria possível a realização desta formação. Meu muitíssimo obrigado.

Obrigado a todos meus familiares e amigos, que de forma direta ou indiretamente fizeram parte desta etapa de minha vida.

# ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA

DE ARAÚJO, Francidézio Meira <sup>1</sup>

## RESUMO

No transporte de água por grandes distâncias e a integração dos sistemas de abastecimento entre diversos municípios, a estação elevatória torna-se componente chave no sistema de abastecimento, possibilitando a entrega de água diretamente à população. Tendo em vista a relevância de uma estação elevatória para o sistema de abastecimento o nosso interesse foi apresentar as principais características das estações elevatórias, que são compostas principalmente por um conjunto de bombas, reservatórios de água, tubulações e válvulas. A preocupação com as estações elevatórias de água tem sido debatida em várias instâncias, tanto de formas científicas quanto sociais. Por isso, podemos dizer que este trabalho foi introdutório, pois delimitamos singelamente o objeto de estudo. Dessa forma, nosso trabalho foi de natureza qualitativa, de caráter exploratório e bibliográfico. A importância de uma estação elevatória reside no fato que o sistema de abastecimento de água proveniente de uma bacia hidrográfica pode ter terreno tão íngreme que a água, para chegar a determinados pontos deverá ter seu recalque utilizando-se bombas. Nesses casos a estação elevatória é essencial, tanto para captar a água quanto para conduzi-la a pontos de distribuição, viabilizando, assim, o tratamento da água e sua distribuição para as pessoas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação elevatória. Água. Sistema de abastecimento.

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com relação à preservação dos recursos hídricos é sem dúvida uma das questões mais abordadas nos meio de comunicação em massa. Pois, a preservação dos recursos hídricos contemporaneamente pode comprometer a sua disponibilidade para as gerações futuras. Sabemos que questões de abastecimento fazem parte de nossas necessidades básicas, principalmente em regiões em que há estiagem, comum na região nordeste do Brasil. No entanto, devemos frisar que essa preocupação não só diz respeito a nossa região, mas se trata de uma preocupação global.

A água pode ser encontrada tanto no estado líquido, gasoso ou sólido. Assim como pode ser encontrada na atmosfera, na superfície terrestre, nos oceanos, nos mares, nos rios e nos lagos. Trata-se de um constituinte presente na matéria viva; por exemplo, 60% do peso de um humano é constituído de água (VON SPERLING, 2006).

No entanto, a disponibilidade e o abastecimento de água são fatores determinantes para a saúde, qualidade de vida e desenvolvimento socioeconômico da humanidade desde a antiguidade. Diversas pesquisas arqueológicas apontam projetos de captação e condução de água dos rios e lagos para as cidades, e principalmente, para a irrigação em áreas de cultivo a milhares de anos (MARTINS e RIBEIRO, 2012).

---

<sup>1</sup> Graduando em Licenciatura em Física. Universidade Estadual da Paraíba.

Em regiões onde a densidade demográfica é alta, a necessidade de abastecimento em quantidade e com qualidade requer uma infraestrutura que compõe o sistema de abastecimento de água urbano. A infraestrutura necessária ao abastecimento de água é composta por sistemas hidráulicos e instalações que envolvem desde a captação de água bruta do manancial, adutoras, estação de tratamento de água, reservatórios até a rede de distribuição.

Considerando a necessidade cada vez maior de transportar a água por grandes distâncias e a integração dos sistemas de abastecimento entre diversos municípios, a estação elevatória torna-se componente chave no sistema de abastecimento, possibilitando a entrega de água diretamente à população.

Tendo em vista a relevância para o sistema de abastecimento é importante conhecer as características de manutenção, operação e construção das estações elevatórias, que são compostas principalmente por um conjunto de bombas, reservatórios de água, tubulações e válvulas.

O interesse deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentar as principais características das estações elevatórias, que são compostas principalmente por um conjunto de bombas, reservatórios de água, tubulações e válvulas.

Segundo Godoy (1995), os estudos da pesquisa qualitativa diferem entre si quanto ao método, à forma e aos objetivos. A abordagem qualitativa oferece várias possibilidades de se realizar uma pesquisa. Já quanto aos fins a nossa investigação é do tipo exploratória. Pois foi como uma sondagem. Não comporta hipóteses e é um ponto de partida para o tema que pretendemos abordar (MORESI, 2003).

Como nosso estudo remete-se as contribuições de diferentes autores, sobre o objeto pesquisado, as fontes que utilizamos foram dos tipos secundárias, assim quanto aos meios temos a pesquisa bibliográfica (MORESI, 2003) e quanto aos fins a investigação exploratória.

A preocupação com as estações elevatórias de água tem sido debatida em várias instâncias, tanto científica quanto sociais.

## **2. TIPOS DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA**

Um sistema de abastecimento de água é um conjunto de instalações e processos que visa o fornecimento de água, com qualidade, quantidade e pressão suficientes ao uso doméstico, público e comercial, entre outros (POLESE, 2010). No entanto de acordo com Tsutiya (2006), a compreensão dos sistemas de abastecimento de água é variável, pois depende da localidade, topografia e das características do manancial.

De um modo geral, os sistemas usuais de abastecimento de água são constituídos por um conjunto de componentes que reúne o manancial, a captação, as estações elevatórias, adutoras, estação de tratamento de água, reservatórios e a rede de distribuição, conforme exibido na Figura 1.





Figura 1: Esquema de um sistema simples de abastecimento de água.

Fonte: Tsutiya (2006)

As estações elevatórias são definidas entre outros pontos, pelos tipos bombas, como também por seus motores acoplados que formam os principais aspectos de operação e manutenção. Com isto, as estações elevatórias, recebem também o nome de poços de bombeamento, ou estações de bombeamento, os quais são utilizados para elevação da água provenientes de zonas de drenagem. Estes equipamentos permitem ultrapassar as dificuldades de topografia do terreno, tornando possível a ligação a outras estações, e consequentemente á rede de distribuição.

Sua importância é fundamental “no sistema de abastecimento de água, de forma que, uma bacia hidrográfica pode ter terreno tão íngreme que a água, para chegar a determinados pontos, deverá ser recalçada utilizando-se bombas” (ReCESA, 2008, p. 29). Nesses casos a existência de estações elevatórias é essencial, tanto para captar a água - denominada estação elevatória de água bruta, quanto para conduzi-la a pontos de distribuição, definida também como estação elevatória de água tratada, viabilizando, assim, o tratamento da água e sua distribuição às pessoas (Figura 2).

A estação elevatória consiste no local onde é feito o recalque ou bombeamento da água. A casa de bombas é o abrigo da bomba, motor, registros, tubos e acessórios. O reservatório trata-se da caixa para armazenar e garantir pressão à água nas canalizações, como também regularizar a vazão, ou seja, entre outros pontos, local que fornece segurança ao abastecimento. Já as perdas de cargas se referem às perdas de energia ou de pressão nas canalizações.

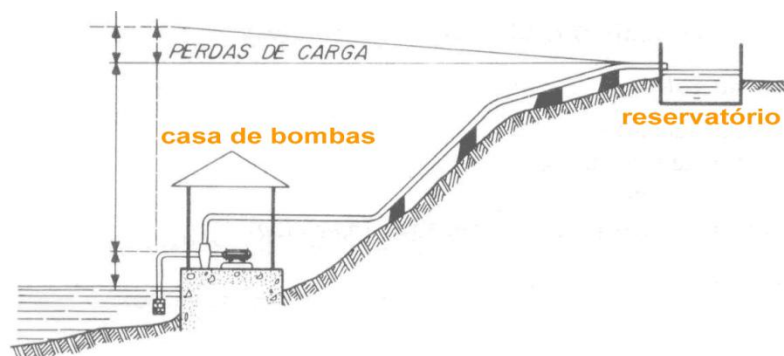


Figura 2: Esquema de uma estação elevatória de água.

Fonte: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/agua4.htm>

A perda de carga é o resultado do atrito entre o fluido e as paredes internas da tubulação quando ocorre seu escoamento. Essas perdas podem ser consideradas contínuas

ou localizadas. A perda de carga continua acontece ao longo da tubulação e possuem sempre o mesmo valor em qualquer trecho, desde que não se varie a seção do material do duto. As perdas de cargas localizadas são causadas pelo movimento do fluido nas paredes e frestas de conexões e acessórios da instalação, porém, não é o mesmo para todos os acessórios, mesmo que tenham o mesmo diâmetro.

Alguns fatores influenciam significativamente nas perdas de cargas dos sistemas e que devem sempre ser avaliados e considerados e se possível, deve-se evita-los ou até a remoção por completo. Alguns desses fatores são: natureza do fluido escoado, material empregado na fabricação dos tubos, diâmetro da tubulação, comprimento dos dutos e conexões, regime de escoamento.

Para o cálculo da perda de carga, segundo a norma NBR 12214<sup>2</sup> considera, a seguinte fórmula:

$$H_s = \frac{K_s v^2}{2g}. \quad (1)$$

Onde  $H_s$  é a perda de carga singular, em m;  $K_s$  é o coeficiente de perda de carga singular, adimensional;  $v$  é a velocidade média na seção, em m/s e  $g$  é a aceleração da gravidade, em m/s<sup>2</sup>. O anexo da NBR 12214 fornece os valores mais usuais do coeficiente de perda de carga singular ( $K_s$ ).

Para perda de carga devido às junções temos que:

$$H_j = \frac{K_s v^2}{2g}. \quad (2)$$

Em que  $H_j$  é perda de carga singular, em m;  $K_s$  é o coeficiente de perda de carga singular, adimensional;  $g$  é a velocidade média na seção, em m/s e  $g$  é a aceleração da gravidade.

A velocidade  $v$  do duto pode ser encontrada pela equação da continuidade, ou seja;

$$v = \frac{Q}{A}, \quad (3)$$

sendo  $Q$  a vazão do sistema, em m<sup>3</sup>/s e  $A$  a área do duto, em m<sup>2</sup>.

Para perda de carga devido à tubulação, de acordo com Brunetti (2005), calcula-se o valor de Reynolds  $R_e$  pela seguinte equação:

$$R_e = \frac{\rho v d}{\mu}. \quad (4)$$

Onde  $\rho$  a densidade do líquido, Kg/m<sup>3</sup>;  $d$  o diâmetro do tubo na seção, em m e  $\mu$  a viscosidade do líquido, em Pa.s. Ainda de acordo com Brunetti (2005), valores de Reynolds menores que 2.000 caracterizam o escoamento como laminar, valores no intervalo de 2.000 a 2.400 são encontrados em escoamento de transição, enquanto resultados maiores que 2.400 são identificados de regime turbulento.

Para perdas de cargas devido às conexões  $H_c$ , temos que:

---

<sup>2</sup> Esta Norma fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

$$H_c = \frac{H_s V^2}{2g}. \quad (5)$$

No entanto, para a perda de carga total ( $H_1$ ) se faz com o somatório de todas as perdas de cargas agregadas ao sistema mais a altura de elevação desejada ( $H_{E1}$ ), assim, calcula-se como:

$$H_1 = H_{J1} + H_{T1} + H_{C1} + H_{E1}. \quad (6)$$

As estações elevatórias (de água bruta ou tratada) podem conter um ou mais conjuntos motobombas (SAMAE, s/d, p. 14), dependendo da complexidade do sistema, sendo que uma parte fica em operação e a outra em reserva de rodízio. Na Figura 3, apresentamos uma casa de bombas.

[...] Adução de água bruta, define-se pelas adutoras, isto é, canalizações dos sistemas de abastecimento de água destinadas a conduzir água entre as diversas unidades do sistema. É o ponto de captação até a unidade de tratamento [...] (SAMAE, s/d, p. 6).



Figura 3: Casa de bombas da estação elevatória de água bruta.  
Fonte: Albuquerque (2007, p. 39)

Contudo a finalidade dessa estação (Figura 4) é a distribuição de água tratada para as partes altas popularmente falando. Neste contexto, a água já saiu do estado de “bruta” e passou pelo processo de tratamento, estando pronta para distribuição, mas caso seja uma elevatória de água bruta, a função é a mesma, levar a água bruta das regiões baixas para tratamento no reservatório de águas brutas que se encontrar acima do nível de captação. Entende-se por captação de água bruta como sendo “o conjunto de estruturas e dispositivos construídos ou montados junto a manancial com a finalidade de criar condições para que dali seja retirada água em quantidade capaz de atender ao consumo” (SAMAE, S/D, p. 6).

Em sistemas de abastecimento de água, também é comum encontrar a estação elevatória tipo booster, que se destina a aumentar a pressão em redes de distribuição (ALBUQUERQUE, 2007). Estação tipo booster, são estações utilizadas principalmente entre redes de distribuição de água que necessitam de um aumento de pressão ou de vazão. Sua aplicação ocorre principalmente quando o envelhecimento da tubulação faz aumentar a rugosidade, ou simplesmente quando se necessita bombear maior quantidade de água entre áreas de consumo.



Figura 4: Estação de água tratada em gravatá  
Fonte: Albuquerque (2007, p. 43)

Na Figura 5 apresentamos a torre de captação de água da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) no manancial Epitácio Pessoa, mais conhecido como “Boqueirão”.



Figura 5: Torre de captação da barragem de Boqueirão-PB.  
Fonte: Imagens Google

As regras operacionais para uma estação elevatória de água bruta ou tratada consistem em um conjunto de normas ou diretrizes que indicam quando uma bomba ou conjuntos de bombas deve ser ligado ou desligado por um determinado tempo. (ALBUQUERQUE, 2007).

As estações elevatórias são estruturas indispensáveis num sistema de abastecimento de água que não possui condições de ter seu abastecimento totalmente realizado pela ação da gravidade.

### **3. ALGUNS COMPONENTES DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA**

As estações elevatórias são instalações compostas por vários componentes, neste item iremos versar sobre alguns, de maneira a estabelecer características importantes destes itens abordados.

Não obstante, sua importância (elevatórias) no sistema de abastecimento de água dependerá das características, da quantidade de bombas, do tipo de acionamento escolhido e do espaço necessário para instalação das tubulações e acessórios (ReCESA, 2008, p. 30).

[...] 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 mais 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 de sistema ou na transposição de bacias [...] (SAMAE, s/d, p. 14).

Diante das leituras feitas no decorrer da pesquisa, e sabendo que para o funcionamento efetivo de uma estação elevatória faz-se necessário a utilização de bombas. Assim o que precisamos saber com relação a elas? Seus tipos e diversificações.

As bombas servem para recalcar a água “leva gastos com energia elétrica, operação, instalação e manutenção de equipamentos” (ReCESA, 2008, p. 28). Porém, a operação e a manutenção adequadas de uma estação elevatória contribuem para que não ocorra a falta de água para uma determinada população, propiciando uma melhor qualidade de vida para todos.

Partindo deste pressuposto, são muitas os tipos e modelos de bombas. Sendo que, a seleção do tipo como também do modelo, dependerá de alguns pontos, como a vazão, altura e características do líquido que se deseja bombear, no entanto, sem deixar de levar em conta o dispêndio financeiro para com a mesma.

Os fabricantes de bombas fornecem catálogos com os dados e características das bombas, de maneira, a possibilitar o tipo de bomba desejada. Visto que, é importante frisar a preocupação com os fatores de ordens hidráulicas, como é o caso dos gastos com energia, pois, a escolha correta das bombas contribui para economia do sistema, o que pode diminuir o custo da água (ReCESA, 2008, p. 38). Como expressa Meneses (2011), os gastos com energia elétrica, nas empresas de saneamento, constituem o segundo item no orçamento das despesas de exploração, sendo que, nos sistemas de distribuição de água, a energia consumida pelas elevatórias representa de 90 a 95% do consumo total de energia elétrica do sistema.

As bombas classificam-se em uma de duas categorias básicas, bombas volumétricas ou turbobombas (ReCESA, 2008, p. 39-40):

- Bombas volumétricas, utilizadas no sistema de abastecimento de água, a não ser quando a faixa de aplicação das turbobombas não consegue atender as necessidades. Possuem câmara e órgão propulsor instalado em seu interior para transmissão de energia de pressão ao líquido, fazendo a sucção da água.
- Turbobombas, chamadas de bombas hidráulicas, são bastante utilizadas nos sistemas de abastecimento de água. Possuem órgãos principais e auxiliares e dependendo do seu uso tais órgãos podem variar. Órgãos principais: rotor e difusor. Órgãos auxiliares: rolamentos, caixa de gaxeta, acoplamentos, eixo, anéis de desgaste, base e outros. Rotores têm diferentes formas. Possuem pás que se movimentam dentro da carcaça da bomba, produzindo a movimentação da água, provocando uma depressão na entrada do rotor, fazendo com que a

água seja aspirada, propiciando o recalque da água. Já para o difusor trata-se canal de sucção que faz a coleta do fluido expelido pelo rotor e o conduz para a tubulação de recalque.

Neste contexto, para compreendermos as principais características das bombas, é relevante nos remetermos à potência e rendimento da bomba, pois seu desempenho está relacionado com sua potência, rendimento, altura e vazão manométrica que a mesma deverá recalcar (ReCESA, 2008, p. 46).

Assim, no que se diz respeito à potência de um conjunto elevatório, ou seja, bombamotor, a potência é definida de maneira que deverá vencer a diferença de nível entre o ponto de sucção e o de recalque máximo, ou seja, ponto estabelecido de chegada do líquido, acrescentando-se as perdas de cargas ao longo do percurso.

O rendimento de uma bomba varia entre outros pontos conforme a vazão, altura manométrica e tipo de bomba, sendo sua relação definida entre a energia oferecida pelo motor e a energia absorvida pela bomba.

Outro fator que é importante destacar que merece ser mencionado é o NPSH, que é utilizado no mundo inteiro, que significa em português, “Energia Disponível no Líquido na Entrada da Bomba”. O rendimento, a potência e o NPSH da bomba são informados pelos seus fabricantes (ReCESA, 2008, p. 47).

Com relação ao NPSH da bomba, têm-se dois valores a conceituar, um deles é NPSH requerido, informado pelo fabricante, que é uma qualidade hidráulica da bomba, e o outro é o NPSH disponível, este pode ser calculado, sendo uma característica das instalações de sucção, logo, para que se tenha um funcionamento adequado de uma bomba, é necessário que  $NPSH_{disponível} \geq NPSH_{requerido}$ . Com isto, uma bomba é projetada para trabalhar com uma faixa de vazão, rotação e altura manométrica. A definição da faixa de operação da bomba é realizada por meio de ensaio, os quais geram curvas características do desempenho das bombas. As curvas são informadas por quem as fabricam e variam de um fabricante para outro. A bomba é uma máquina de fluxo geratriz

[...] máquinas geratrizes são aquelas que recebem trabalho mecânico, geralmente fornecido por uma máquina motriz, e o transforma em energia hidráulica, propiciando ao líquido um acréscimo de energia, sob forma de energia potencial de pressão e energia cinética [...] (SAMAE, s/d, p. 30).

É nesta perspectiva que, categoricamente o desempenho e a durabilidade de uma bomba estão diretamente associados à forma na qual foi instalada, forma de operação e manutenção. Formas simples de cuidado com os equipamentos, como lubrificação, limpeza, verificação de vazamentos, evitam problemas no desempenho das bombas e inibe causas de interrupção do sistema de água, ocasionado por defeitos e má manutenção das bombas, as quais são imprescindíveis para o abastecimento e fornecimento regular de água para a população.

No entanto, para aquisição de uma bomba algumas informações são relevantes, dentre elas, qual a natureza do líquido a ser bombeado, qual vazão necessária, ou seja, a quantidade de litros por segundo que deverá ser fornecida, a altura manométrica, que período de tempo a bomba terá de funcionar durante o dia, como também o tipo de corrente elétrica que o local de instalação disponibiliza.

Para o perfeito funcionamento das bombas, deve ser escolhido o motor ideal para determinada carga utilizada no sistema. Esses motores podem ser classificados conforme a natureza da corrente elétrica, como motores de Corrente Contínua (CC) e motores de Corrente Alternada (CA).

Os motores CC permitem variar a sua velocidade com ajuste gradual da tensão aplicada a eles com auxílio de um potenciômetro, fazendo-os girar com diversos números de rotações, principalmente para testes e ensaios ou inspeções. Os motores de CC limitam-se, na maioria das vezes, a ensaios de laboratório, devido ao alto custo com instalação, já que a rede de energia elétrica fornece corrente alternada, o que demandaria equipamentos especiais para retificação da corrente, aumentando os custos com a instalação.

Já os motores CA podem ser classificados em: motores síncronos e motores assíncronos. Nos motores síncronos, a partida precisa de um agente auxiliar até que a velocidade de trabalho seja alcançada e se estabilize, geralmente, um motor de indução é o responsável por isso. A corrente alternada trabalha apenas no estator, enquanto o rotor funciona com corrente contínua proveniente de um pequeno dínamo montado no eixo do motor.

Enquanto isso, os motores assíncronos mais utilizados são os de indução trifásica, em que a corrente que circula no rotor é induzida pelo movimento relativo entre os condutores e o campo girante.

O indutor fixo, ou estator, é um enrolamento condutor alojado na própria carcaça do motor, onde a passagem da corrente trifásica gera um campo magnético que gira com a velocidade síncrona, o chamado campo girante. Já o rotor, ou induzido, pode ser de dois tipos: rotor bobinado, em que as bobinas são enroladas da mesma forma e que o estator é preso em um núcleo de ferro laminado; e rotor em curto-circuito, quando há um curto-circuito em fios ou barras de cobre alojado no núcleo.

A força eletromotriz produzida pela corrente que passa nas bobinas de estator é a responsável pelo movimento rotacional do rotor, que gira no mesmo sentido do campo eletromagnético gerado.

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. Os diâmetros das tubulações dentro das estações elevatórias são fixados tendo em vista não ocasionar demasiadas perdas de cargas, pois estas irão afetar a altura manométrica de elevação e, conseqüentemente, acarreta maior dispêndio de energia elétrica no bombeamento (SAMAE, s/d, p. 16).

A canalização de sucção das bombas deve ser, tanto quanto possível, bem curta e com o menor número de conexões, para que as perdas de cargas não sejam elevadas (ReCESA, 2008, p. 57), ou seja, as tubulações de sucção devem ter sempre a menor perda de carga possível, isto é, o menor trajeto com o menor número de acidentes e sem pontos altos para se evitar a formação de bolsas de ar (CEDAE, 2006, p. 3). Em uma tubulação de sucção não deve existir uma curva diretamente ligada ao flange de sucção da bomba, para diminuir os efeitos de turbilhonamento no interior da mesma (CEDAE, 2006, p. 4).

A redução da tubulação de sucção, próximo á bomba deve ser excêntrica, como também, nivelada por cima, evitando estrangulamentos ou alargamentos bruscos.

Na tubulação de recalque deverão ser colocados, logo na saída da bomba, uma válvula de retenção e uma válvula de gaveta (registro). A válvula de retenção tem a finalidade de impedir que o líquido retorne quando a bomba for desligada, além de servir de proteção contra o excesso de pressão e o golpe de aríete, impedindo ao mesmo tempo, que a bomba gire em sentido contrario ao da sua rotação.

A válvula de retenção deve ser colocada entre a válvula de gaveta e a bomba, permitindo assim, inspeciona-la quando necessário.

As características da tubulação de recalque são definidas entre outros pontos, pela perda de carga, velocidade e viscosidade do liquido, sendo que o diâmetro deverá ser, sempre que oportuno maior que o diâmetro de saída da bomba, e nunca menor.

“As válvulas são dispositivos destinados a estabelecer, controlar e interromper a descarga de fluido nos encanamentos” (FERNANDES, s/d, p. 15). As válvulas são dispositivos utilizados tanto para iniciar ou interromper o fluxo de trabalho para manutenções ou reparos, quanto para a própria segurança da instalação, alguns autores denominam válvulas como sendo equipamentos que atuam automaticamente variando pressão, e denominam de registros, quando é necessária a intervenção humana para que se dê o procedimento.

Um dos tipos mais comuns de válvulas de bloqueio é a válvula de gaveta, que consiste em uma peça de vedação, chamada de gaveta, que possui movimento retilíneo para passagem ou restrição do fluido. São a válvulas mais empregadas pelo seu baixo custo de compra, instalação e manutenção, sendo utilizada muitas vezes como controladores de pressão, indevidamente, abrindo-se apenas parte da sua gaveta produzindo uma perda de carga elevada.

Existem muitos outros tipos de válvulas específicas para serem empregadas em determinados sistema de bombeamento, como as válvulas de retenção, válvulas de segurança, válvulas de inclusão, entre outras.

#### **4. CARACTERÍSTICAS DE ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA: A ESTAÇÃO DE BOA VISTA-PB**

É relevante entender que quando a água chega as nossas casas, a mesma já percorreu longo caminho. De forma, á água foi captada, transportada do manancial para a estação onde fora devidamente tratada, para que posteriormente venha a ser distribuída ao consumidor (ReCESA, 2008, p. 28). Neste contexto, de captação e distribuição de água que entram as estações elevatórias de água, que inclui bombas, motores, tubulações de sucção e recalque, válvulas, registros, parte elétrica, poço de sucção, além das dependências que compreendem todos esses equipamentos e acessórios, como também outros pontos fundamentais para um bom desenvolvimento desse sistema, estabelecido como estações elevatórias de água.



Nos próximos parágrafos, iremos abordar alguns pontos característicos da estação elevatória de água tratada, ou simplesmente estação de bombeamento do município de Boa Vista-PB.

No caso da estação elevatória do município de Boa Vista, apresentamos na Figura 6, o salão que recebe as instalações dos conjuntos motobombas, com suas respectivas tubulações de sucção e recalque, além dos acessórios, como válvulas, registros, entre outros, disponibilizado desta maneira para fazer o recalque da água para o reservatório da estação elevatória do município de Soledade-PB, que é localizado a uma longa distância, como em cota superior, desta forma não podendo ter seu abastecimento pelo efeito da gravidade.

Na estação de Boa Vista-PB trabalha dois conjuntos motobombas de 150cv cada um, com rendimento que chega a 92% de eficiência, dados pelo projeto de instalação, funcionando em escalas de rodízio, sendo um em funcionamento e outro de reserva, intercalando em períodos de 24 horas, utilizando como ponto de sucção, o reservatório semienterrado que fica ao lado da estação.



Figura 6: Salão de bombas com tubulações de sucção e recalque e acessórios da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

No entanto, para que se tenha um bom desenvolvimento da operação, faz-se necessário uma sala de bombas que abriguem não só os conjuntos elevatórios, mais que inclua elementos de montagem hidráulicos e eletromecânicos complementares e dispositivos de serviço para manobrar e movimentação das unidades, bem como, a facilidade de locomoção, manutenção, montagem, desmontagem, entrada e saída de equipamentos (CEDAE, 2006, p. 29). Logo, na Figura 7, apresentamos a fachada lateral da estação de Boa Vista-PB, com seus portões de acesso, sendo que o portão menor utilizado principalmente para a circulação de pessoal e equipamentos de pequeno porte, e o de maior abertura para movimentação de maior porte, tais como motores, bombas, entre outros acessórios.



Figura 7: Portões de entrada e saída de equipamentos da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

É nesta perspectiva, de entrada e saída de equipamentos de grande porte e massa, que as estações elevatórias devem estar na altura suficiente para permitir desmontagem, como também remoção de acessórios através de talha sobre ponte rolante. A ponte rolante, numa estação elevatória, destina-se à movimentação de peças, tubulações e equipamentos pesados. Só se justifica em grandes instalações (SAMAE, s/d, p. 19).

Neste contexto, no tocante aos equipamentos de movimentação, a mesma deve atender ao elemento de maior massa que possa ser transportado isoladamente, o curso destes equipamentos deve permitir a retirada, movimentação e reposição das peças constituintes da estação elevatória (CEDAE, 2006, p. 33). Com isto, para instalação dos equipamentos de movimentação, devem ser previstas vigas e aberturas com vistas á livre movimentação e manutenção dos elementos instalados (CEDAE, 2006, p. 33). A Figura 8 apresenta a ponte rolante que sustenta a calha, fixada em vigas de concreto, fornecendo assim uma boa sustentação para a movimentação dos componentes pesados da estação, facilitando o trabalho das equipes, de manutenção da empresa.



Figura 8: Talhar sobre ponte rolante, além das vigas e aberturas para livre movimentação dos equipamentos da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

Outro aspecto importante, diz respeito à iluminação, ventilação e acústica, de maneira que, devem estar extremamente adequadas com a luz natural e artificial. A ventilação deve ser natural, proporcionando condições de conforto da operação e manutenção e refrigeração dos motores elétricos, através de blocos vazados. Como também, devem ser previstos dispositivos e equipamentos que limitem o nível de intensidade sonora, no interior da estação elevatória e na sua vizinhança em áreas habitadas, a valores recomendados pela legislação municipal de cada região, priorizando o conforto da comunidade (CEDAE, 2006, p. 34). Assim, a estação têm em sua estrutura janelas bem amplas, portões com aberturas na parte de baixo e de cima, paredes com blocos de ventilação, como está evidenciados nas Figuras 9 e 10, na parte de iluminação interna são dispostas várias lâmpadas, de forma a um bom desenvolvimento da operação, principalmente no horário noturno.



Figura 9: Janelas de circulação de ar da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.



Figura 10: Blocos vazados para refrigeração do ambiente da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

A segurança é um fator que exige condições mínimas ao trabalhador apresentadas pelas Normas Brasileiras e de outras instituições nacionais e internacionais, observando-se no projeto de estação elevatória, a disseminação dos riscos de acidentes na operação e manutenção dos equipamentos, máquinas, circuitos elétricos e na circulação de pessoas. Sendo assim, as escadas e os acessos necessários ao pessoal de operação devem ser cômodos e seguros, protegidos com guarda-corpo, corrimão e piso antiderrapante de material resistente (CEDAE, 2006, p. 35); com isso, é apresentado nas Figuras 11, 12 e 13 os acessos dentro da estação, em que os operadores são protegidos como mostra as imagens, de sofrerem acidentes, pois, o piso é revestido de um material antiderrapante e isolante, e o salão onde se encontram os motobombas, que ficam em uma cota inferior, separados por grades de ferro que protegem contra eventuais deslizes.



Figura 11: Corrimão de segurança da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

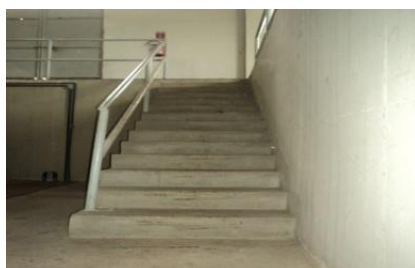


Figura 12: Escada de movimentação da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.



Figura 13: Piso da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

As estações elevatórias de água utilizam na sua comunicação sistema de rádio amador ou telefone. Como expressa Meneses (2011) o contato com as unidades operacionais ocorre via rádio ou telefone. Na maioria das unidades monitoradas, há operador, cujas principais funções são o envio das informações e a execução de ações determinadas pelo CCO (Centro De Controle Operacional): acionamento/desligamento de bombas e abertura/fechamento de válvulas.

Ainda segundo Meneses (2011) a partir desta unidade, todas as decisões são tomadas. As informações recebidas das unidades operacionais pelo CCO são: níveis de reservatórios, pressão, estado das válvulas do município aberto/fechado e estado das bombas: em funcionamento/parado/em manutenção. Tais informações são anotadas numa planilha eletrônica, cujos arquivos são salvos para cada dia de operação.

No entanto, a comunicação da estação elevatória de Boa Vista-PB, não se dá apenas com o controle operacional, mais também com outras estações que fazem parte do Sistema Adutor do Cariri, passando informações a respeito do sistema, pois, devido a experiência os operadores fazem manobras para que ocorra a funcionalidade adequada da distribuição de água, como interrupções necessárias para o encaminhar do sistema. A Figura 14 apresenta imagem do rádio amador da estação elevatória de Boa Vista-PB. Esse sistema de rádio utiliza frequência e potência estabelecida para que não ocorram interferências em seu funcionamento com outras frequências radiofônicas, assim a equipe de manutenção de rádio, fazem observações e regulagens nos rádios e nas antenas em busca de um melhor apontamento para uma efetividade na comunicação.

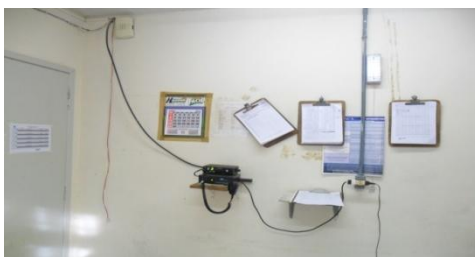


Figura 14: Sala do rádio amador da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

No tocante as condições de execução das instalações elétricas de força e iluminação, comando e proteção de motores elétricos, estas devem seguir as condições que a concessionária energia elétrica fixa ao uso das estações elevatórias, ou seja, a mediação de energia elétrica deve estar em conformidade com as normas da concessionária (CEDAE, 2006, p. 39).

Todavia, o sistema de comando dos conjuntos motobomba deverá prever operação automática com chave comutadora para operação manual e posição central “desliga” (CEDAE, 2006, p. 39). Por outro lado, para motores elétricos de potência pequena, ou seja, de até 5 cv o acionamento pode se dá diretamente na linha de energia, utilizando chaves simples, no entanto, para motores maiores, a partida necessita de equipamento especial de forma a regular demanda inicial. Para motores de indução, como o motor da estação Boa Vista-PB, motor de indução trifásico de 150 cv e RPM de 1785, a partida pode ser realizada por autotransformador. A Figura 15 apresenta o quadro de comando, onde são feitos os acionamentos dos conjuntos motobombas, como a verificação de amperagens e voltagens correspondentes.



Figura 15: Quadro de comandos das motobombas e local de verificação de amperagem e voltagem do sistema da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

É neste sentido, de segurança e de proteção que existem vários meios de cuidados para com os equipamentos das estações elevatórias, dentre eles, a proteção contra curto-circuito que é realizada por fusíveis do tipo NH, ou seja, como as estações elevatórias são estruturas de alta potência elétrica. O fusível é projetado para ser usado em circuito de alta potência, e são conectados por encaixe, para a proteção do operador, ou disjuntor específico para proteção dos motores elétricos. Na Figura 16 apresentamos o quadro de alguns componentes elétricos da estação de Boa Vista-PB.

Também é relevante frisar o cuidado com relação à sobrecarga ou baixa tensão dos motores elétricos, pois os fusíveis não protegem contra esses aspectos, apenas contra curto-circuito, esse cuidado deve ser realizado através de relés do tipo bimetálico ou eletrônico, ajustados assim na corrente nominal do motor (CEDAE, 2006, p. 39).

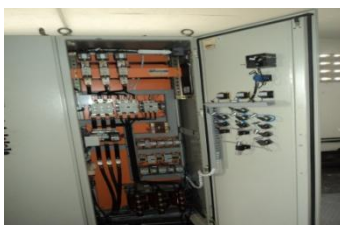


Figura 16: Quadro de dispositivos elétricos da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

É nesta perspectiva de proteção e responsabilidade dos motobombas que a disponibilidade de água na sucção das bombas deve ser supervisionada, através de um relé de nível de água, ou seja, um medidor de nível, evitando transtornos no abastecimento de água para população. Medidores de nível destinam-se a indicar a posição do nível de água no poço de tomada, reservatório de alimentação das bombas ou local de chegada de água. Existem vários tipos construídos, segundo diferentes princípios de funcionamento, sendo comuns os de flutuador, os pneumáticos e os elétricos (SAMAE, s/d, p. 18).

No entanto, a estação de Boa Vista-PB não dispõe de relé de verificação de nível de água eletrônico e as verificações são realizadas de forma artesanal (Figura 17) pelos operadores, por exemplo, é utilizado sistema tipo flutuador, ou seja, com uma garrafa peti, contendo água em seu interior, dentro do reservatório (poço de sucção), conectada a uma seta de madeira, pendurada por um fio de náilon, tendo uma marcação numérica na parede, para comparar com a profundidade do reservatório. À medida que o volume da água aumenta ou diminui esse sistema acompanha esta variação, informando ao operador o nível

de água correspondente, assim o operador pode desenvolver medidas que garanta o bom desenvolvimento do sistema da estação elevatória.



Figura 17: Verificação “artesanal” do nível do poço de sucção da estação elevatória de água de Boa Vista - PB.

A Figura 18 apresenta o reservatório e conseqüente o poço de sucção da estação elevatória da cidade de Boa Vista-PB. Como reservatório de distribuição é responsável pelo abastecimento de grande parte do município de Boa Vista, através de distribuição por gravidade, pois, está localizado em uma cota superior em relação a uma boa parte do município. Os reservatórios de distribuição de água são dimensionados para satisfazer as seguintes condições: funcionar como condutor da distribuição, atendendo a variação horária e diária do consumo de água e assegurar uma reserva de água para combate a incêndios, para atender as condições de emergência (acidentes, reparo nas instalações, interrupções da adução e outros) e manter a pressão na rede de distribuição. (ALBUQUERQUE, 2007). Como poço de sucção, é responsável pelo abastecimento de água, por recalque para estação elevatória do município de soledade-PB, que fica localizado a uma grande distância. Além de servir, de captação de água para o reservatório elevado que fica ao lado da estação, tendo seu abastecimento por recalque feito por bombas de pequeno porte, abastecendo a outra parte do município que fica em cota mais elevada.



Figura 18: Reservatório (poço de sucção) da estação elevatória de água de Boa Vista – PB.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estações elevatórias de água são usadas para captação, adução, tratamento e distribuição de água. Para seu funcionamento é preciso de energia elétrica, Dessa forma se for usada intensivamente, tem-se elevados custo de energia elétrica.

Uma estação elevatória trata-se de um conjunto de edificações, instalações e equipamentos, destinados a abrigar, proteger, operar, controlar e manter os conjuntos elevatórios para promover o recalque da água.

Quanto à preservação e poluição das fontes de água e escassez vêm sendo debatidas em diversos segmentos governamentais, tem que para uma determinada população tenha acesso à água com qualidade e em quantidade adequadas, é de extrema relevância, pois influencia diretamente na saúde da população.

O fornecimento de água em termo mundial é desigual, as pessoas que tem acesso à água desperdiçam e as que não têm acesso à água sofrem com várias doenças e até mortes.

As estações elevatórias podem ser localizadas antes, dentro ou depois da estação de tratamento de água. Quando a estação elevatória localiza-se entre um trecho e outro da rede de distribuição, ela recebe o nome de booster.

Apresentamos neste de forma propedêutica os cuidados que se devem ter durante a instalação e operação de bombas, para que não haja contaminação da água até chegar as nossas residências.

Ao tratarmos das estações elevatórias não podemos deixar de mencionar os sistemas de pressurização e elevação das águas, os mesmos têm a função de, através de equipamentos fabricados basicamente para suprir e controlar pressões em circuitos hidráulicos. Por meio desses sistemas pode-se alimentar uma linha completa fornecendo pressão constante para todos os pontos de consumo. Essas estações pressurizadas são aplicadas em circunstâncias que precisam de aumento de pressão ou de vazão, tanto na adução, como também na distribuição de água, devido entre outros pontos ao envelhecimento das tubulações, ocasionado pelo aumento da rugosidade, tendo com esse efeito um problema de diminuição da vazão.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. A. Análises e métodos de otimização para eficiência energética de estações elevatórias de água. Tese de Doutorado. Programa Institucional de Doutorado Temático em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande-PB. Campina Grande, 2007.

BRUNETTI, F. Mecânica dos fluidos, 2. ed., São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2008.

CEDAE: Companhia Estadual de Águas e Esgotos. Norma geral para projeto e construção de estações elevatórias de água. NT-2.200-000.000-SPT-04-001, 2006.

FERNANDES, C. Equipamentos para proteção das tubulações: peças especiais e aparelhos. s/d. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, Disponível: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Especial.pdf>.

GODOY; A. S. Pesquisa qualitativa tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas / EAESP - FGV, São Paulo, Brasil, 1995.

MARTINS, M.; RIBEIRO, M. do C. Gestão e uso da água em Bracara Augusta. Uma abordagem preliminar. MARTINS et al. (Org.). Caminhos da água: Paisagens e usos na longa duração, p. 9-49, 2012.

MENESES, R. A. Diagnóstico operacional de sistemas de abastecimento de água: o caso de Campina Grande. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011. 144p.

MORESI, E. A. D. (org). Manual de Metodologia da pesquisa. Brasília – DF: Universidade Católica de Brasília – UCB, mar., 2003.

NBR 12214 NB 590: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público, ABNT 1992.

POLESE, E. L. Eficiência energética em sistemas de bombeamento: uso do variador de frequência. Trabalho de Conclusão Curso. Graduação em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2010.

ReCESA: Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental). Abastecimento de água: Operação e manutenção de estações elevatórias de água: guia do profissional em treinamento Nível 1 / Ministério das cidades. Secretária Nacional de Saneamento Ambiental (Org.). Belo Horizonte: ReCESA, 2008, 78p.

SAMAE: Serviço Autônomo Municipal de Água e Escoto. Apostilha: Operador de Estação de Bombeamento, Caxias do Sul – RS, s/d. 38p.

TSUTIYA, M. T Abastecimento de Água. 3. Ed. São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária de Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-SP, 2006.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Princípios de tratamento biológico das águas residuárias, v. 1. Belo Horizonte-MG, Departamento de Engenharia Ambiental-UFGM, 2005.