

NORMA INTERNA TÉCNICA

Estação Elevatória de Água

NIT- 0047

NI-SPO-016

1 OBJETIVO

Definir as condições exigíveis para a elaboração de projeto de estação elevatória de água para abastecimento público.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a todos os projetos elaborados, analisados e contratados pela Cagece ou por firmas contratadas especializadas.

3. CONCEITOS

3.1 Barrilete – conjunto de tubulações que une a saída ou a entrada das bombas associadas em paralelo à tubulação de recalque ou sucção, respectivamente.

3.2 Curvas características estáveis - Curvas nas quais a cada valor da carga manométrica corresponde uma só vazão.

3.3 Bomba afogada – quando o nível de água do reservatório de montante ou a pressão disponível de sucção é suficiente para manter a bomba escorvada.

3.4 Bomba centrífuga – bomba em que o líquido penetra no rotor paralelamente ao eixo, sendo dirigido pelas pás do rotor para a periferia, segundo trajetória contida em planos normais ao eixo.

3.5 Booster – bomba que, intercalada em uma tubulação, aumenta a energia de pressão, auxiliando o escoamento da água. Proporciona energia necessária quando as condições topográficas ou as perdas de carga nas linhas assim o exigirem.

3.6 Bomba anfíbia – bombas centrífugas com capacidade de operar tanto dentro como fora da água.

3.7 NPSH (Net Positive Suction Head) ou altura positiva líquida de sucção - representa a disponibilidade de energia com que o líquido penetra na boca de entrada da bomba.

3.8 Pressão nominal (PN) – pressão convencionalmente aceita e usada para fins de referência. É designada pelas letras PN, seguida de um número apropriado.

3.9 Shut-off – situação de uma bomba operando com vazão igual a zero e altura manométrica máxima (válvula de bloqueio de jusante fechada).

4. CARACTERÍSTICAS

4.1 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

4.1.1 Deverá ser utilizada a Norma Brasileira - NBR 12.211 - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;

4.1.2 Deverá ser utilizada a Norma Brasileira - NBR 12.214 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;

4.1.3 Deverá ser utilizada a Norma Brasileira - NBR 12.215 - Projeto de adutora de água para abastecimento público;

4.1.4 Deverá ser utilizada a Norma Brasileira - NBR 12.217 - Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público;

4.1.5 Deverá ser utilizada a Norma Brasileira - NBR 12.218 - Projeto de Estação elevatória de água para Abastecimento Público;

4.1.6 Manual de Encargos de Obras de Saneamento MEOS;

4.1.7 Normas Internas da Cagece;

4.1.8 Procedimentos Internos da Gproj;

4.1.9 Projetos Padronizados da Cagece.

5 PROCEDIMENTO (opcional)

5.1 ELEMENTOS NECESSÁRIOS PARA DIMENSIONAMENTO

5.1.1 Estudo de concepção do sistema de abastecimento, elaborado conforme a norma NBR 12.211 e norma interna da Cagece SPO.012 - Estudos de Concepção, se disponível;

5.1.2 Projetos ou estudos existentes.

5.2 CARACTERÍSTICAS DE PROJETO

5.2.1 Definir o alcance do projeto. Em geral adotar 10 anos para as bombas e 20 para as tubulações;

5.2.2 Definir etapas de implantação;

5.2.3 Determinar população e demanda conforme SPO.012 - Estudos de concepção;

5.2.4 Definir como será feita a sucção. Se em reservatório verificar o tipo conforme norma NBR 12.217;

5.2.5 O projeto arquitetônico da estação elevatória de água deverá ser concebido de forma que possibilite o atendimento dos itens preconizados na SPO-041 - Elaboração de projeto elétricos.

5.3 VAZÕES ESPECÍFICAS PARA DIMENSIONAMENTO

5.3.1 Determinação das vazões de projeto - As vazões a recalcar devem ser determinadas a partir da concepção básica do sistema de abastecimento, conforme prescrito na NBR 12.211, da fixação das várias etapas para a implantação das obras e do regime de operação previsto para as elevatórias;

5.4 Relação das características hidráulicas e morfológicas:

5.4.1 Devem ser levantadas, das instalações existentes e projetadas, as características hidráulicas: (vazão, altura manométrica, potência, rotação, rendimento, diâmetro do rotor) e morfológicas (leiaute, arranjo, tipo de bomba, número de bombas e altura manométrica);

5.5 Em captação à margem de mananciais, devem ser conhecidos:

5.5.1 Número, forma, dimensões e material dos canais ou condutos;

5.5.2 Cota do fundo dos canais ou condutos na entrada do poço de sucção;

5.5.3 Níveis máximo e mínimo da água nos canais à entrada do poço de sucção;

5.5.4 Características da água, condicionantes ou necessárias à seleção dos equipamentos.

5.6 Em captação direta no manancial, devem ser conhecidos:

5.6.1 Perfis de fundo do manancial no local da captação, através de no mínimo três seções batimétricas, distanciadas de no máximo 20 m entre si;

5.6.2 Níveis máximo e mínimo da água;

5.6.3 Velocidade da água no local da captação, caso manancial lótico;

5.6.4 Obras complementares projetadas (flutuantes, etc);

5.6.5 Características da água, condicionantes ou necessárias à seleção dos equipamentos.

5.7 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

5.7.1 Deve ser fornecida a memória de cálculo do dimensionamento do conjunto motor-bomba, contendo:

5.7.1.1 A determinação das vazões de projeto do sistema de bombeamento, levando-se em conta as condições operacionais do sistema de abastecimento. As vazões a recalcar devem ser determinadas a partir da concepção básica do sistema, conforme prescrita na NBR-12.211 e SPO.012;

5.7.1.2 O levantamento da curva característica do sistema de recalque;

5.7.1.3 O ponto de operação da bomba através de gráficos, apresentando a intersecção entre a curva característica da bomba ou a curva característica para uma associação de bombas e a curva característica do sistema de recalque;

5.7.1.4 Rendimento mínimo, NPSH, diâmetro do rotor, rotação, vazão, altura manométrica e potência;

5.7.1.5 Os desenhos dimensionais de bombas e motores certificados, emitidos pelo fabricante e os respectivos manuais;

5.7.1.6 Momento de inércia do motor;

5.7.1.7 Especificar o peso do conjunto motobomba.

5.7.2 Deve ser dimensionada para o ponto de trabalho onde o rendimento é máximo ou em faixa com rendimento ótimo, evitando pontos próximos ao *shut-off*;

5.7.3 No dimensionamento dos conjuntos motor-bomba deve ser considerada a possibilidade de variação simultânea dos níveis ou pressões máximas e mínimas de sucção;

5.7.4 Nas situações a seguir as bombas devem ser simuladas em um breve intervalo de tempo, fora dos pontos correspondentes ao máximo rendimento, durante período de estabilização do sistema de recalque após interrupções de longa duração:

5.7.4.1 Recalque com distribuição em marcha;

5.7.4.2 Recalque alimentando dois reservatórios em cotas diferentes;

5.7.4.3 Recalque alimentando um ou mais reservatórios e distribuição em marcha.

5.7.5 As bombas operando dentro das condições estabelecidas no item anterior não devem causar sobrecarga dos motores elétricos. Os motores elétricos devem ser dimensionados prevendo-se o acréscimo de potência decorrente da estabilização inicial dos sistemas citados no item anterior;

5.7.6 As bombas funcionando em paralelo devem ser iguais e com o mesmo diâmetro do rotor;

5.7.7 Para um maior aproveitamento da associação em paralelo das bombas, as mesmas deverão possuir curvas características que possibilitem um aumento apreciável na vazão resultante, no ponto de operação especificado;

5.7.8 O número e a vazão das unidades devem ser fixados segundo os seguintes critérios:

5.7.8.1 Previsão de uma ou mais unidades de reserva para o caso em que a parada de uma das bombas não permita recalcar a vazão máxima ou transferir o volume total diário previsto no projeto;

5.7.8.2 Implantação em etapas sucessivas, visando a reduzir a ociosidade do sistema de bombeamento;

5.7.8.3 Para fim de plano do projeto adotar tempo de funcionamento de 18h. Em situações onde a velocidade é inferior ao preconizado pela norma, poderá ser adotado tempo de bombeamento inferior a 18 horas;

5.7.8.4 Conjunto de bombas capaz de atender às exigências operacionais em toda a faixa prevista de vazão, sem prejuízo apreciável do rendimento de cada unidade;

5.7.8.5 Consideração do efeito regularizador de reservatório a jusante;

5.7.9 Para a seleção dos conjuntos motobomba, os seguintes fatores devem ser considerados:

5.7.9.1 Faixa de operação, decorrente das interseções entre as curvas características do sistema e das bombas, consideradas as variações de vazão e dos níveis de água, ou cargas piezométricas, de montante e de jusante;

5.7.9.2 Adotar o coeficiente C de Hazen-Williams ou a rugosidade da fórmula Universal, levando-se em conta o envelhecimento da tubulação, para fim de plano;

5.7.9.3 Disponibilidade de bombas no mercado e das respectivas peças de manutenção;

5.7.9.4 Economia e facilidade de operação e manutenção;

5.7.9.5 Padronização com equipamentos de outras estações elevatórias existentes.

5.7.10 As seguintes condições devem ser observadas na escolha dos conjuntos motor- bomba:

5.7.10.1 As curvas características devem ser do tipo estável;

5.7.10.2 O NPSH disponível, calculado segundo a norma NBR 12214, deve superar em 20% e no mínimo em 0,5 m o NPSH requerido pela bomba em todos os pontos de operação;

5.7.10.3 A potência nominal dos motores de acionamento deve ser escolhida entre os valores padronizados na norma NBR 5432;

5.7.10.4 Deve-se adotar folgas na potência nominal dos motores elétricos de acordo com a Tabela 2 em Anexo I;

5.7.11 Dimensionamento do rotor

5.7.11.1 A escolha do diâmetro do rotor deve estar situada entre os diâmetros mínimo e máximo indicados na curva característica da bomba, buscando a faixa de rendimento máximo;

5.7.11.2 A escolha do diâmetro mínimo ou máximo deve ser evitada de forma a permitir a redução do diâmetro do rotor em caso de superdimensionamento da bomba ou a substituição do rotor por outro com diâmetro superior no caso de subdimensionamento.

5.7.11.3 Quando, dentro do campo de valores correspondentes a rendimentos aceitáveis, não se conseguem valores de Q (vazão) e H (altura manométrica total) iguais aos valores de projeto para uma dada bomba, pode-se recorrer ao corte do rotor, através de uma operação mecânica de usinagem, quando o fabricante da bomba assim o permitir.

5.7.12 Para efeito de projeto, quando da utilização de bombas já em uso há longo tempo, não devem ser usadas as curvas características fornecidas pelo fabricante. Neste caso, devem ser realizados ensaios pelo fabricante para determinar a nova curva característica da bomba, inclusive as vazões máximas e mínimas recomendáveis para cada diâmetro do rotor.

5.7.13 Memória de cálculo da tubulação

5.7.13.1 A memória de cálculo da tubulação, deverá ser elaborada conforme norma SPO.019 – Conduitos Forçados;

5.7.13.2 Em bombas afogadas, a tubulação de sucção, as velocidades não devem exceder os valores constantes na Tabela 1 em Anexo I;

5.7.13.3 Na sucção de bombas não afogadas a velocidade máxima deve ser de 0,90 m/s;

5.7.13.4 No barrilete a velocidade máxima recomendada é de 3,00 m/s;

5.7.13.5 No barrilete, a velocidade mínima é de 0,60 m/s;

5.7.13.6 O cálculo da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de sucção, do barrilete e da tubulação de recalque deve obedecer ao critério geral estabelecido na NBR- 12.215;

5.7.13.7 O cálculo das perdas de carga singulares, em toda a instalação de bombeamento, deve obedecer ao critério estabelecido na NBR-12.215.

5.7.14 As tubulações de sucção e recalque no interior da estação elevatória devem ser, no mínimo, do mesmo diâmetro das respectivas redes, caso não haja barriletes, e não devem ser determinados pelo diâmetro nominal dos flanges da bomba.

5.7.15 Objetivando o pré-dimensionamento, admite-se que o diâmetro ótimo seja obtido para uma velocidade na linha de recalque de 1 m/s. Este indicador não desobriga a apresentação da memória de cálculo utilizando todos os parâmetros necessários no dimensionamento econômico;

5.8 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

5.8.1 Velocidades nas tubulações, mínimas e máximas. Considerar situações de uso de inversor de frequência ou outros dispositivos de modulação de carga;

5.8.2 Disponibilidade de energia elétrica;

5.8.3 Planejamento do número e tipo de conjuntos motobombas prevendo eficiência energética, além do arranjo das mesmas (série / paralelo); levar em consideração a tarifa mais adequada, com etapas de implantação para todo o período de projeto;

5.8.4 Espaços internos na casa de bombas, ventilação, acesso, facilidades para montagem e manutenção, incluindo dispositivos que flexibilizem a manutenção e operação do sistema;

5.8.5 Posicionamento dos acessórios, prevendo registro de manobras, derivação para manômetro de jusante da bomba (plugs, colar de tomada, *ferroule*, entre outros), tubulações de escorva, posicionamento correto e critério de escolha da válvula de retenção e do macromedidor. Macromedidor posicionar a jusante da válvula de retenção e respeitar trecho reto a montante e jusante. Adotar junta de montagem e desmontagem entre o conjunto motobomba e a válvula de retenção;

5.8.6 Poço de sucção (formas, dimensões, folgas, defletores, concordância com a tomada de água, entre outros);

5.8.7 Sistema de escorva;

5.8.8 Sistema de medição: de vazão, pressão, parâmetros elétricos, controle e segurança;

5.8.9 Prever dispositivos de ventilação e em casos específicos, equipamentos de proteção acústica e ruídos;

5.8.10 Fenômenos de ressonância e vibrações existentes devem ser avaliados e eliminados do sistema;

5.8.11 Condições de acesso de pessoas e retirada de equipamentos: escadas, monovias, troles e tampas adequadas (formato, peso, dimensões, tipo de abertura e localização);

5.8.12 Facilidade de carregamento e manuseio de ferramentas;

5.8.13 Estudo de transientes hidráulicos considerando as situações transitórias que podem ocorrer (de parada e religamento de conjuntos motobombas), apresentando os resultados sem proteção e com a proteção solicitada;

5.8.14 Contemplar a utilização conjunta de dispositivos de proteção novos e existentes e para casos de troca dos conjuntos;

5.8.15 Os tubos de ligação às bombas devem ser dispostos de forma a deixar livres os espaços necessários para a desmontagem e remoção de bombas, motores elétricos e válvulas, e sempre também o espaço acima destes para permitir a manobra dos aparelhos de elevação de pesos;

5.8.16 Prever passarelas para permitir o acesso ao equipamento de manobra, operação e manutenção;

5.8.17 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 (ver Figura 1 em Anexo I);

5.8.18 Em uma tubulação de sucção não deve existir uma curva diretamente ligada ao flange de sucção da bomba, para diminuir os efeitos de turbilhamento no interior da mesma (ver Figura 1 em Anexo I);

5.8.19 A redução na tubulação de sucção junto à bomba deve ser excêntrica e nivelada por cima. A redução da tubulação de recalque deve ser concêntrica (ver Figura 1 em Anexo I);

5.8.20 A interligação entre o barrilete de recalque e a bomba deve ser com mudanças de direções iguais ou inferior a 45° (ver Figura 2 em Anexo I);

5.8.21 Devem ser evitados os estrangulamentos ou alargamentos bruscos;

5.8.22 As bombas afogadas devem ter, para cada bomba, uma válvula de bloqueio na tubulação de sucção;

5.8.23 As bombas não afogadas devem ter, para cada bomba, uma válvula de retenção (válvula de pé com grade) na extremidade da tubulação de sucção;

5.8.24 As bombas não afogadas devem ter tubulações de sucção independentes;

5.8.25 Em todas as bombas deve ser colocada uma válvula de retenção entre a bomba e a respectiva válvula de bloqueio da tubulação de recalque;

5.8.26 As bombas não afogadas devem ter uma tubulação interligando a saída com a entrada da válvula de retenção, através de uma válvula de bloqueio, visando permitir a operação de escorva;

5.8.27 Quando houver uma redução na entrada ou na saída da bomba, as respectivas válvulas de bloqueio devem ser do mesmo diâmetro do maior diâmetro da redução;

5.8.28 Quando uma bomba recalcar para duas ou mais linhas, deve ser colocada uma válvula de bloqueio para cada linha de recalque, porém admite-se a colocação de uma única válvula de retenção;

5.8.29 Para bombas operando em paralelo, não é permitida a colocação de uma única válvula de retenção;

5.8.30 Os conjuntos motor-bomba reservas devem ter válvulas de bloqueio para isolamento e manutenção das bombas sem paralisar totalmente o abastecimento;

5.8.31 Tubulação de Sucção em Reservatórios;

5.8.31.1 Em bombas afogadas, a tubulação de sucção deverá ser ascendente no sentido do reservatório;

5.8.31.2 Em bombas de sucção negativa, a tubulação de sucção deverá ser ascendente no sentido da bomba;

5.8.31.3 Deve-se considerar no dimensionamento a geração de vórtices na tubulação presente no poço de sucção em decorrência da proximidade com o fundo do reservatório e com o nível mínimo.

5.8.31.4 As tomadas de água para as tubulações de sucção das bombas devem ser posicionadas o mais distante possível da entrada de água no reservatório.

5.8.32 Tubulação Subterrânea;

5.8.32.1 Devem ser evitadas as tubulações subterrâneas no interior das elevatórias. Quando necessário, as tubulações devem ser assentadas em canaletas de concreto armado com tampas de aço ou concreto.

5.8.33 Flexibilidade;

5.8.33.1 Todas as tubulações devem ter, sempre que possível, um traçado tal que lhes proporcione uma flexibilidade própria, de forma que sejam capazes de absorver as dilatações térmicas por meio de flexões ou torções dos diversos trechos e possibilitara desmontagem através dos flanges da tubulação para manutenção de válvulas, sem se recorrer ao corte de tubos e posterior soldagem do mesmo. Essa flexibilidade é conseguida dando-se à tubulação um traçado não retilíneo conveniente, com mudanças de direção no plano ou no espaço, utilizando-se curvas flangeadas.

5.8.34 Espaçamento entre Tubos;

5.8.34.1 Deve ser adotado o valor mínimo de 300mm para o espaçamento entre tubos paralelos, fixado de forma a permitir a pintura e a inspeção dos tubos e também de forma a deixar a folga necessária para flanges e peças flangeadas no próprio tubo ou nos tubos vizinhos;

5.8.34.2 Devem ser evitados flanges alinhados em tubulações vizinhas;

5.8.34.3 Deve ser sempre deixado espaço suficiente e meios de acesso para permitir a remoção e a colocação dos parafusos e juntas em todas as ligações flangeadas, deixando-se uma folga mínima de 200mm entre um flange e qualquer obstáculo;

5.8.34.4 A distância mínima da geratriz de um tubo extremo à parede da estação elevatória deve ser de 300mm;

5.8.34.5 A distância mínima de qualquer tubulação acima do piso deve ser de 300mm, medida da geratriz inferior;

5.8.34.6 A distância mínima da face de um flange à parede da estação elevatória deve ser de 200mm.

5.8.35 Tomadas para Manômetros;

5.8.35.1 Devem ser soldadas luvas de aço-carbono para as tomadas de manômetros, com 1/2" de diâmetro e rosca BSP (NBR 6414), nas seguintes posições:

5.8.35.1.1 Na tubulação de sucção, entre a válvula de bloqueio e a bomba;

5.8.35.1.2 Na tubulação de recalque, entre a válvula de retenção e a válvula de bloqueio.

5.8.35.2 As luvas devem ser soldadas na geratriz superior dos tubos.

5.8.35.3 As tomadas de pressão devem ser instaladas em locais de fácil acesso e que não interfiram com a operação das válvulas de bloqueio.

5.9 Estrutura de movimentação de cargas (conjunto trole, talha e monovia)

5.9.1 Deve ser previsto um sistema que possibilite a movimentação de equipamentos, peças e acessórios da elevatória;

5.9.2 A elevatória deve possuir dimensões e altura suficiente para permitir montagem, desmontagem, remoção, passagem e deslocamento de equipamentos;

5.9.3 Deve ser previsto área de carga e descarga dos equipamentos com acesso para veículo motorizado;

5.10 Drenagem

5.10.1 O acesso aos conjuntos motobombas deve estar situado acima da cota de máxima enchente;

5.10.2 A cota de instalação do conjunto motobomba deve ser a máxima possível, visando a drenagem por gravidade da água oriunda de grandes vazamentos;

5.10.3 As águas de lavagem ou de vazamentos devem ser encaminhadas a um ou mais poços de drenagem, por meio das canaletas com declividades suaves dos pisos da estação. Não sendo possível o esgotamento por gravidade, a estação elevatória deve ser equipada com no mínimo um conjunto motor-bomba, acionado automaticamente pelo nível da água, para a drenagem;

5.10.4 O bloco de fundação para o conjunto motobomba deve possuir no mínimo 0,30m de espessura ou superior, conforme orientação do fabricante ou operador do sistema;

5.11 PEÇAS GRÁFICAS

5.11.1 Os desenhos devem ser apresentados conforme SPO-006 – Elaboração e Apresentação de Peças Gráficas.

6. RESPONSABILIDADE

6.1 O cumprimento da presente norma é de responsabilidade de todos os colaboradores da Cagece, contratados ou terceiros que necessitem de aprovação da Cagece.

7. VIGÊNCIA

Esta Norma Interna entrará em vigor a partir da data de sua homologação no Sistema de Gestão.

8. OBSERVAÇÃO

9. ANEXOS (opcional)

9.1 Anexo I: Tabelas e Figuras

10. HISTÓRICO DE REVISÕES

Documento	Versão	Revisado Por	Alteração	Data Publicação
SPO-016	3	GPROJ	Revisão Geral	17/11/2022
SPO-016	2	GPROJ/GECOB	Sem alterações	18/11/2020
SPO-016	1	-	-	29/10/2010

RAUL MARCHESI DE CAMARGO NEVES

IDENTIFICADOR: NIT-0047 / DATA: 28/12/2022 / REVISÃO: 03

GERENTE

GPROJ

ABIGAIL LINO DE ARAÚJO

SUPERINTENDENTE

SPE

JOSE CARLOS LIMA ASFOR

DIRETOR

DEN