

PROCESSO SELETIVO 04/2026

Área de Conhecimento: Hidráulica

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

Questão 1: No âmbito da discussão dos projetos de sistemas prediais sustentáveis está o conceito de Edifícios com Balanço Hídrico Nulo, cujo termo em inglês é Net Zero Water Buildings. Quais os principais objetivos desse tipo de edificação? Quais devem ser as considerações para viabilizar a aplicação do Balanço Hídrico nulo?

Resposta: Um edifício com Balanço Hídrico Nulo tem como principais objetivos minimizar o total de água consumida, maximizar as fontes alternativas de água e minimizar a descarga de águas residuais para o ambiente e o retorno da água para sua fonte original. Em resumo, este é um conceito inovativo que torna o edifício totalmente responsável pela geração de água potável para atender suas demandas, bem como pelo tratamento de todos os resíduos. Caso o edifício não esteja localizado dentro da bacia hidrográfica ou aquífero da fonte de água original, será improvável o retorno da água à fonte de água original. Nesses casos, porém, a água irá beneficiar uma outra bacia, de forma semelhante a uma transposição. Para a natureza, como um todo, os benefícios permanecem e a redução da captação, pelo reaproveitamento, diminui o estresse hídrico na origem.

Os principais pontos considerados para viabilizar a aplicação do Balanço Hídrico Nulo são: utilizar fontes alternativas de água e tratar todo o esgoto gerado pelo edifício. Assim, nenhum esgoto gerado pela edificação seria encaminhado para a rede pública.

Antes da realização de um projeto de um edifício com Balanço Hídrico Nulo, é necessária a verificação, em simulações computacionais, das diversas alternativas possíveis, buscando a mais adequada para cumprir as metas de desempenho e ideias preconcebidas, caso a caso. Note-se que há um trabalho importante de arquitetura e projeto, no sentido de gerar, originalmente, uma menor necessidade de água e energia, favorecendo uma economia de consumo antes da aplicação das técnicas de reaproveitamento dos recursos.

Para classificar uma edificação com Balanço Hídrico Nulo e receber alguma certificação por isso, é necessário que o balanço hídrico calculado entre demanda, geração e reúso de água seja igual a zero. Apesar de a proposta de Balanço Hídrico Nulo ser uma meta interessante, principalmente em situações de escassez hídrica, é importante ressaltar a dificuldade de atingir um balanço verdadeiramente nulo na realidade brasileira. As normas existentes proíbem o uso de água de chuva, por exemplo, para uso potável, sendo a

água de abastecimento proveniente da concessionária a fonte mais indicada para esse tipo de consumo. Assim, entende-se que esse conceito, como referência para o projeto, possa ser aplicado aqui, de uma maneira adaptada, em que se defina um consumo mínimo como meta (de água da concessionária, por exemplo), tendo como objetivo racionalizar o máximo possível esse recurso e diminuir as dependências externas.

Fonte: VERÓL, Aline; VAZQUEZ. E., MIGUEZ, M. Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários - Projetos Práticos e Sustentáveis. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2018. E-book. p.406. ISBN 9788595152069. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595152069/>. Acesso em: 15 jun. 2026.

Membros da Banca (assinado digitalmente):

Avaliador 1: Leonardo Romero Monteiro

Avaliador 2: Tânia Mara Sebben Oneda

Presidente da Banca: Andreza Kalbusch

Questão 2: Como recomendação, devem ser adotadas precauções na instalação da bomba de modo a evitar a cavitação e seus efeitos danosos ao funcionamento e à durabilidade da mesma. Descreva o fenômeno de cavitação em bombas e cite três problemas causados pela cavitação.

Resposta: No deslocamento das pás de turbobombas ocorre inevitavelmente rarefação no líquido, isto é, pressões reduzidas devidas à própria natureza do escoamento ou ao movimento que as peças imprimem ao líquido. Se a pressão absoluta baixar até atingir o valor da pressão de vapor do líquido na temperatura em que se encontra, inicia-se um processo de vaporização. Inicialmente, nas regiões mais rarefeitas, como no dorso das pás e na entrada do rotor e da bomba, formam-se alvéolos, bolsas, bolhas ou cavidades (daí o nome cavitação), contendo em seu interior líquido vaporizado. Em seguida, induzidas pela corrente líquida ou pelo movimento do órgão propulsor e com grande velocidade atingem regiões de elevada pressão, processando-se o colapso das bolhas, com a condensação do vapor e o retorno ao estado líquido. As partículas líquidas formadas pela condensação chocam-se muito rapidamente umas com as outras e de encontro às superfícies que antepõem ao seu deslocamento. As superfícies nas quais se chocam as

diminutas partículas resultantes da condensação são oriundas da energia dessas partículas e que produzem percussões, desagregando elementos de material de menor coesão, formando então pequenas cavidades, orifícios, que, com o prosseguimento do fenômeno, dão à superfície um aspecto poroso, esponjoso, rendilhado e corroído. É a erosão por cavitação.

Os efeitos da cavitação são visíveis, mensuráveis e até audíveis, parecendo um martelamento com frequência elevada.

As consequências da cavitação são:

- Queda no rendimento da bomba;
- Marcha irregular, trepidação e vibração da máquina pelo desbalanceamento que provoca;
- Ruído provocado pelo fenômeno de “implosão” pelo qual o líquido se condensa nos vacúolos quando a pressão circundante é superior à pressão interna dos mesmos;
- corrosão, desgaste e até destruição do rotor e da região de entrada da bomba.

Devem ser adotadas precauções na instalação da bomba de modo a evitar a cavitação e seus efeitos danosos ao funcionamento e à durabilidade da mesma.

Fonte: MACINTYRE, Archibald J. Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021. E-book. p.29. ISBN 9788521637370. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521637370/>. Acesso em: 15 jun. 2026.

Membros da Banca (assinado digitalmente):

Avaliador 1: Leonardo Romero Monteiro

Avaliador 2: Tânia Mara Sebben Oneda

Presidente da Banca: Andreza Kalbusch

Questão 3: Uma bomba eleva água de um reservatório inferior para um reservatório superior (Figura 1). A perda de carga total na sucção (tubulação e conexões) é igual a 7 vezes a carga cinética do conduto de sucção e a perda de carga total no recalque (tubulação e conexões) é igual a 25 vezes a carga cinética do conduto de recalque. Admitindo um rendimento de 80%, determine a potência fornecida pela bomba quando a vazão for 30,0 L/s. Considere $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

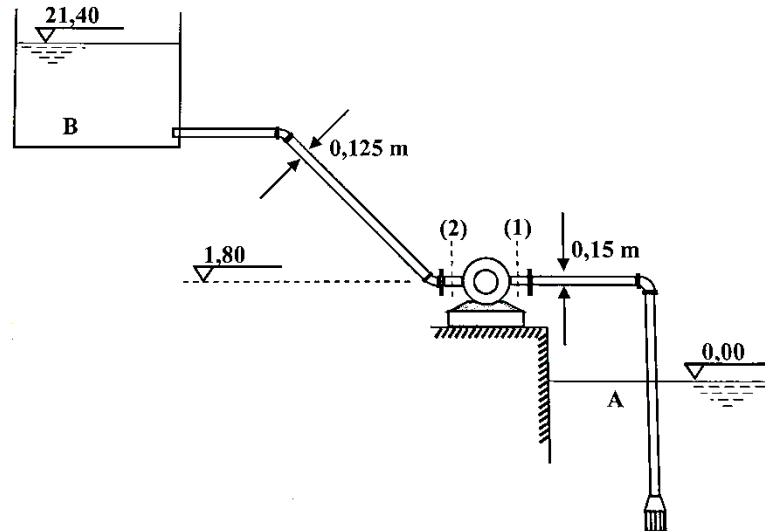


Figura 1 – Sistema a ser considerado no desenvolvimento da Questão 3. Fonte: Melo Porto (2013).

Resposta:

$$30 \cdot 10^{-3} = \frac{\pi \cdot 0,125^2}{4} \cdot V_{REC}$$

$$V_{REC} = 2,4446 \text{ m/s}$$

$$30 \cdot 10^{-3} = \frac{\pi \cdot 0,150^2}{4} \cdot V_{SUC}$$

$$V_{SUC} = 1,69765 \text{ m/s}$$

$$z_0 - h_{SUC} + H_{BOMBA} - h_{REC} = z_2$$

$$z_0 - 7 \cdot \frac{V_{SUC}^2}{2g} + H_{BOMBA} - 25 \cdot \frac{V_{REC}^2}{2g} = z_2$$

$$0 - 7 \cdot \frac{1,69765^2}{2 \cdot 9,81} + H_{BOMBA} - 25 \cdot \frac{2,4446^2}{2 \cdot 9,81} = 21,40$$

$$H_{BOMBA} = 30 \text{ m}$$

$$P_{BOMBA} = \frac{1000 \cdot 30 \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{75 \cdot 0,80} = 15 \text{ CV} //$$

Fonte: PORTO, R. M. Exercícios de Hidráulica Básica. 4 ed. São Carlos: EESCUSP/Projeto Reenge, 2013 (páginas 2 e 3).

Membros da Banca (assinado digitalmente):

Avaliador 1: Leonardo Romero Monteiro

Avaliador 2: Tânia Mara Sebben Oneda

Presidente da Banca: Andreza Kalbusch

Questão 4: Uma tubulação de diâmetro igual a 100 mm, com $f = 0,0217$, e 500 m de comprimento entre os pontos A e B, conduz uma vazão de 11 L/s de água. Sabe-se que neste caso $(z_B + \frac{P_B}{\gamma})$ é igual a (z_A) . Considerando o sentido de escoamento entre A e B, calcule a pressão manométrica disponível no ponto A $(\frac{P_A}{\gamma})$, em mca. Considere $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Resposta:

$$z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} - h = z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g}$$

$$z_A = z_B + \frac{P_B}{\gamma}$$

$$\frac{V_A^2}{2g} = \frac{V_B^2}{2g}$$

$$\therefore \frac{P_A}{\gamma} = h = 0,0217 \cdot \frac{500}{0,100} \cdot \frac{\left(\frac{4 \cdot 0,011}{\pi \cdot 0,100^2}\right)^2}{2 \cdot 9,81} = 10,85 \text{ m.c.a.} //$$

Fonte: PORTO, R. M. Hidráulica Básica. 4 ed. São Carlos: EESC-USP/Projeto Reenge, 2006 (página 51).

Membros da Banca (assinado digitalmente):

Avaliador 1: Leonardo Romero Monteiro

Avaliador 2: Tânia Mara Sebben Oneda

Presidente da Banca: Andreza Kalbusch

Questão 5: A seção reta de um canal trapezoidal tem largura de fundo e altura de água iguais a 1,0 m, declividade dos taludes 2H:1V. Sendo a declividade de fundo do canal $I_0 = 10^{-3}$ m/m, determine a velocidade de atrito da seção. Se a rugosidade absoluta do material de revestimento da seção for $\varepsilon = 0,7$ mm, verifique se esta superfície é lisa, rugosa ou de transição. Viscosidade da água $\nu = 10^{-6}$ m²/s.

Parte 1

$$\tau = \gamma R_h I_0 = u_*^2 \rho$$
$$u_* = \sqrt{g R_h I_0} = \sqrt{9,81 * \frac{\frac{5+1}{2} * 1}{1 + 2\sqrt{2^2 + 1^2}} 10^{-3}} = 0,0733 \text{ m/s}$$

Parte 2

Limites da Rugosidade da Superfície

lisa \leq *de transição* \leq *rugosa*

$$5 \leq Re^* \leq 70$$

$$Re^* = \frac{u_* \varepsilon}{\nu} = \frac{0,0733 * 0,7 * 10^{-3}}{10^{-6}} = 51,31 \rightarrow \textit{Superfície de transição}$$

Resposta: $u_* = 0,0733$ m/s, superfície de transição

Fonte: PORTO, R. M. Hidráulica Básica. 4 ed. São Carlos: EESC-USP/Projeto Reenge, 2006 (página 54).

Membros da Banca (assinado digitalmente):

Avaliador 1: Leonardo Romero Monteiro

Avaliador 2: Tânia Mara Sebben Oneda

Presidente da Banca: Andreza Kalbusch



Assinaturas do documento



Código para verificação: **47TUO7M4**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:



ANDREZA KALBUSCH (CPF: 947.XXX.009-XX) em 22/06/2026 às 15:43:48

Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:37:01 e válido até 30/03/2118 - 12:37:01.

(Assinatura do sistema)



TÂNIA MARA SEBEN ONEDA (CPF: 024.XXX.289-XX) em 22/06/2026 às 15:48:44

Emitido por: "SGP-e", emitido em 24/04/2019 - 17:04:09 e válido até 24/04/2119 - 17:04:09.

(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwMjMxMTIfMjMxMjRfMjAyNI80N1RVTzdNNA==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00023119/2026** e o código **47TUO7M4** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.