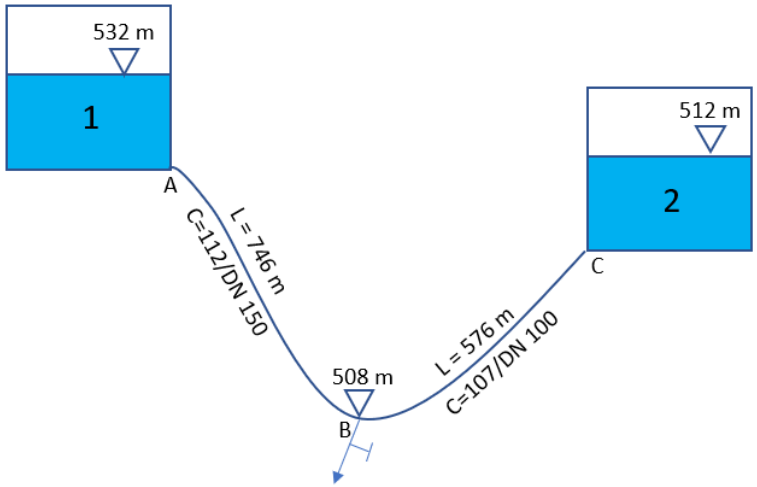
PROCESSO SELETIVO – 07/2026

Área de Conhecimento: Hidráulica e Tratamento de Água

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 1: A derivação B é alimentada pelo reservatório 1 e pelo reservatório 2 abertos para a atmosfera. Considerando que a carga de pressão na derivação B é de 1,5 mca, calcule a vazão fornecida por cada reservatório. Despreze as perdas de carga localizada e as cargas cinéticas. Considere o valor de "C" o coeficiente da formula de Hazen-Williams.



Dados: $z_1 = 532$ m; $z_2 = 512$ m; zB = 508 m; $pB/\gamma = 1,5$ mca. Trecho 1: $L_1 = 746$ m, DN 150, $C_1 = 112$. Trecho 2: $L_2 = 576$ m, DN 100, $C_2 = 107$.
Adotam-se os diâmetros internos $D_1 = 0,150$ m e $D_2 = 0,100$ m, conforme interpretação dos DN do esquema.
Reservatórios abertos; perdas localizadas e cargas cinéticas desprezadas.

1. Cota piezométrica na derivação B:

HB = zB + pB/γ = 508 + 1,5 = 509,5 m

2. Perdas de carga entre cada reservatório e a derivação B:

hf,1 = 532 – 509,5 = 22,5 m

hf,2 = 512 – 509,5 = 2,5 m

3. Hazen-Williams (SI; Q em m³/s, L e D em m):

hf = 10,67 · L · Q^1,852 / (C^1,852 · D^4,87)

Q = [hf · C^1,852 · D^4,87 / (10,67 · L)]^(1/1,852)

4. Substituindo os dados:

Q_1 = [22,5 · 112^1,852 · 0,150^4,87 / (10,67 · 746)]^(1/1,852)

$Q_1 = 0,03210$ m³/s = 32,10 L/s

Q_2 = [2,5 · 107^1,852 · 0,100^4,87 / (10,67 · 576)]^(1/1,852)

$Q_2 = 0,003707$ m³/s = 3,71 L/s

Resultado: reservatório 1 fornece 32,10 L/s e reservatório 2 fornece 3,71 L/s. Vazão total em B = 35,80 L/s.

Fonte: AZEVEDO NETTO, J. M. de; ARAUJO, R. de. Manual de hidráulica. 8. ed. atual. São Paulo: E. Blucher. 1998. Páginas 349-355

Pág. 01 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00043496/2026 e o código JF05GE19.

*O pradrão de resposta deve estar fundamentado nas bibliografias exigidas pelo Edital, para evitar problemas o professor deverá citar o capítulo/pagína do livro utilizado.

Membros da Banca:

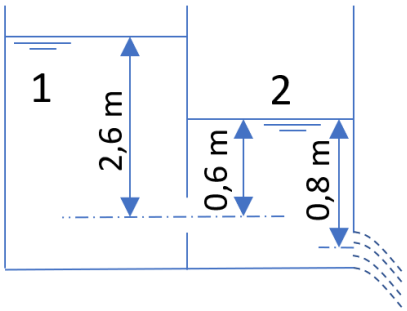
Avaliador 1 (nome e assinatura)	**Avaliador 2 (nome e assinatura)**
Avaliador 3 (nome e assinatura)	**Presidente da Banca (nome e assinatura)**

PROCESSO SELETIVO – 07/2026

Área de Conhecimento: Hidráulica e Tratamento de Água

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 2: Os reservatórios 1 e 2 estão conectados por um orifício de seção circular e níveis d'água constantes. Na saída do reservatório 2, onde a água está sendo jorrada, tem um orifício de pequenas dimensões de seção quadrada de 0,10 m de lado. Estando o sistema em equilíbrio qual deve ser o diâmetro do orifício que liga os dois reservatórios? Considere o coeficiente de descarga dos dois orifícios Cd = 0,6.



Dados: carga sobre o orifício de ligação, lado 1 = 2,6 m e lado 2 = 0,6 m; carga sobre o orifício de saída = 0,8 m; lado do orifício quadrado = 0,10 m; Cd = 0,6 em ambos.

1. Como os níveis são constantes, a vazão de entrada no reservatório 2 é igual à vazão de saída: Qligação = Qsaída.
2. Diferença de carga entre reservatórios:

$$\Delta H = 2{,}6 - 0{,}6 = 2{,}0 \text{ m}$$

3. Área e vazão do orifício quadrado:

$$A_2 = 0{,}10 \cdot 0{,}10 = 0{,}0100 \text{ m}^2$$
$$Q_2 = Cd \cdot A_2 \cdot \sqrt{(2gH_2)}$$
$$Q_2 = 0{,}6 \cdot 0{,}0100 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}8)}$$
$$Q_2 = 0{,}02377 \text{ m}^3/\text{s} = 23{,}77 \text{ L/s}$$

4. Igualando as vazões, com Cd idêntico nos dois orifícios:

$$Cd \cdot A_1 \cdot \sqrt{(2g \cdot 2{,}0)} = Cd \cdot A_2 \cdot \sqrt{(2g \cdot 0{,}8)}$$
$$A_1 = 0{,}0100 \cdot \sqrt{(0{,}8 / 2{,}0)} = 0{,}0063246 \text{ m}^2$$

5. Para o orifício circular:

Pág. 02 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00043496/2026 e o código JF05GE19.

$A_1 = \pi D^2/4 \Rightarrow D = \sqrt{(4A_1/\pi)}$

$D = \sqrt{(4 \cdot 0{,}0063246 / \pi)} = 0{,}08973$ m

Resultado: D ≈ 89,7 mm.

Fonte: AZEVEDO NETTO, J. M. de; ARAUJO, R. de. Manual de hidráulica. 8. ed. atual. São Paulo: E. Blucher. 1998. Páginas 349-355. Páginas 63 – 72.

*O pradrão de resposta deve estar fundamentado nas bibliografias exigidas pelo Edital, para evitar problemas o professor deverá citar o capítulo/pagína do livro utilizado.

Membros da Banca:

Avaliador 1 (nome e assinatura) | **Avaliador 2 (nome e assinatura)**

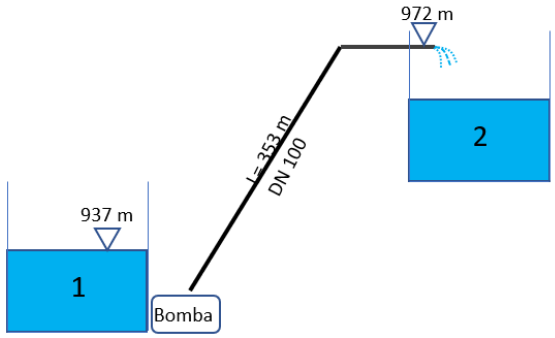
Avaliador 3 (nome e assinatura) | **Presidente da Banca (nome e assinatura)**

PROCESSO SELETIVO – 04/2017

Área de Conhecimento: Hidráulica e Tratamento de Água

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 3: Qual a altura manométrica total na saída do recalque da bomba, considerando uma vazão de bombeamento de 9 L/s? Despreze as perdas de carga localizada e as cargas cinéticas. Adote coeficiente de rugosidade da formula de Hazen-Williams C=120.



Dados: nível livre de sucção z_1 = 937 m; cota da descarga livre z_2 = 972 m; Q = 9 L/s = 0,009 m^3/s; L = 353 m; DN 100; C = 120.

Adotam-se diâmetro interno D = 0,100 m, pressão atmosférica nas superfícies/descarga e desprezam-se perdas localizadas, cargas cinéticas e perdas na sucção (não especificadas no desenho).

1. Altura geométrica:

Hg = 972 – 937 = 35,0 m

2. Perda distribuída no recalque pela equação de Hazen-Williams:

hf = 10,67 · 353 · (0,009)^1,852 / [120^1,852 · (0,100)^4,87]

hf = 6,5 m

3. Equação da energia com adição de carga pela bomba:

HMT = Hg + hf = 35,0 + 6,5

HMT = 41,5 mca

Pág. 03 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00043496/2026 e o código JF05GE19.

Resultado: altura manométrica total requerida da bomba ≈ 356,5 mca
Fonte: Fonte: AZEVEDO NETTO, J. M. de; ARAUJO, R. de. Manual de hidráulica. 8. ed. atual. São Paulo: E. Blucher. 1998. Páginas 349-355. Páginas 269-239.

*O pradrão de resposta deve estar fundamentado nas bibliografias exigidas pelo Edital, para evitar problemas o professor deverá citar o capítulo/pagína do livro utilizado.

Membros da Banca:

Avaliador 1 (nome e assinatura) **Avaliador 2 (nome e assinatura)**

Avaliador 3 (nome e assinatura) **Presidente da Banca (nome e assinatura)**

PROCESSO SELETIVO – 07/2026

Área de Conhecimento: Hidráulica e Tratamento de Água

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 4: A desinfecção é uma operação unitária essencial no processo de potabilização da água, pois não é possível assegurar a remoção total dos microrganismos pelos processos físico-químicos de clarificação usualmente utilizados no tratamento de água. O mecanismo da desinfecção depende basicamente da natureza do desinfetante e do tipo de microrganismo que se pretende inativar. A Tabela 1 a seguir apresenta a faixa de variação típica do produto C.t para diversos microrganismos, sendo C a concentração de agente de desinfecção em mg/L e t o tempo de contato em minutos. Os valores de C.t permitem comparar a eficiência de diversos desinfetantes na inativação de distintos microrganismos.

Tabela 1 - Faixa de variação típica do produto ***C.t*** para diversos microrganismos, em **mg.min/L.** (Fonte: Richter, 2009)

Microorganismos	Cloro livre pH 6 a7	Cloraminas pH 8 a 9	ClO_2 pH 6 a 7	Ozônio pH 6 a 7
E. Coli	0,034-0,05	95-180	0,04-0,075	0,02
Pólio I	1,1-2,5	760-3.740	0,2-6,7	0,1-0,2
Rotavírus	0,01-0,05	3.806-6.478	0,2-2,1	0,006-0,6
Cistos de G. lamblia	47-150	2.200	26	0,5-0,6
Criptosporídium	7.200	7.200	78	5-10

Com base nestes dados, responda:

a) Para a desinfecção via cloro livre (pH 6 a 7), quais os microrganismos, entre os listados, são removidos com maior eficiência considerando a mesma dosagem de cloro livre e tempo de contato? Justifique com base na discussão do significado físico do produto *C.t*.

Pág. 04 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00043496/2026 e o código JF05GE19.

Padrão de resposta: Segundo a Tabela 1, *E. coli* e *Rotavirus* possuem os menos valores de *C.t*, requerendo menor dosagem de cloro livre e tempo de contato, sendo, portanto, mais facilmente removidos. Fonte: RICHTER, C. A. **Água:** métodos e tecnologia de tratamento. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2009. Pág. 280 a 283.

b) Considerando tanques de contato para tratamento de água disponibilizando um tempo de retenção hidráulico menor que 60 minutos e dosagem de cloro residual de no máximo 2 mg/L, discuta sobre os desafios para a inativação de *Criptosporidium* em água para abastecimento utilizando essa técnica e compare com alternativas mais eficientes apresentadas na Tabela 1. Discuta com base nos valores de *C.t* apresentados.

Padrão de resposta: Para *C* = 2 mg/L e *t* igual a 60 min, temos *C.t*=120 mg.min/L. Segundo a Tabela 1, é necessário pelo menos 7.200 mg.min/L para eliminação de *Criptosporidium*, ou seja, a concentração de cloro e/ou o tempo de retenção hidráulico deveriam ser superiores aos valores práticos, tornando a remoção deste protozoário um desafio. Por outro lado, o dióxido de cloro e o ozônio, principalmente, demandam valores de *C.t* muito inferiores, tornando-se opções mais atrativas para o controle deste microrganismo na água tratada Fonte: RICHTER, C. A. **Água:** métodos e tecnologia de tratamento. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2009. Pág. 280 e 283.

c) O pKa do ácido hipocloroso é em torno de 7,5. Desta forma, discuta qualitativamente se o valor de *C.t* apresentado na Tabela 1 seria maior ou menor caso o pH da água na desinfecção com cloro livre fosse entre 8 e 9. Discuta com base no equilíbrio ácido-base associado ao uso de cloro livre na desinfecção.

Padrão de resposta: Em pH 8-9, o equilíbrio ácido-base do ácido hipocloroso é deslocado para o lado da dissociação, favorecendo a formação de íons hipoclorito no meio que possui menor potencial de desinfecção. Portanto, espera-se que o produto C.t seja maior em condições mais alcalinas de pH Fonte: RICHTER, C. A. **Água:** métodos e tecnologia de tratamento. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2009. Pág. 285 e 286.

d) Cite pelo menos um subproduto de desinfecção que necessita ser monitorado para o uso de cloro livre e para o uso de dióxido de cloro como opções de agente de desinfecção.

Padrão de resposta: para cloro livre – trihalometanos e ácidos haloacéticos e dióxido de cloro – cloritos e cloratos. Fonte: RICHTER, C. A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2009. Pág. 286 e 287, 304.

*O pradrão de resposta deve estar fundamentado nas bibliografias exigidas pelo Edital, para evitar problemas o professor deverá citar o capítulo/pagína do livro utilizado.

Pág. 05 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00043496/2026 e o código JF05GE19.

Membros da Banca:

Avaliador 1 (nome e assinatura)	**Avaliador 2 (nome e assinatura)**
Avaliador 3 (nome e assinatura)	**Presidente da Banca (nome e assinatura)**

Pág. 06 de 06 - Documento assinado digitalmente. Para conferência, acesse o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo UDESC 00043496/2026 e o código JF05GE19.

Assinaturas do documento

Código para verificação: **JF05GE19**

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

EDUARDO BELLO RODRIGUES (CPF: 044.XXX.479-XX) em 09/11/2026 às 13:51:02
Emitido por: "SGP-e", emitido em 22/05/2019 - 18:16:24 e válido até 22/05/2119 - 18:16:24.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwNDM0OTZfNDM1MDZfMjAyNl9KRjA1R0UxOQ== ou o site https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo e informe o processo **UDESC 00043496/2026** e o código **JF05GE19** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.