

PROJETO TÉCNICO DE ENGENHARIA

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO (EEE) COMPACTA E LINHA DE RECALQUE

Local de Instalação: Residência Universitária da Ufersa – Angicos/RN

Objetivo: Implantar uma Estação Elevatória de Esgoto na Residência Universitária da Ufersa em Angicos/RN, viabilizando o esgotamento sanitário da edificação, visto a inviabilidade técnica das valas de infiltração adotadas como solução de destinação final do esgoto proveniente dos tanques sépticos e remover a restrição de ocupação da Residência aumentando a disponibilidade de vagas aos estudantes.

1. JUSTIFICATIVA TÉCNICA E RESUMO DA CONCEPÇÃO

O estudo de concepção da Estação Elevatória de Esgoto (EEE) da Residência Universitária da Ufersa em Angicos desenvolveu-se a partir da necessidade de esgotamento sanitário da edificação. Atualmente dotada de tanques sépticos para tratamento do esgoto, acoplado a valas de infiltração para disposição final do efluente, porém devido ao solo raso e baixa capacidade de infiltração de água, o sistema não está atendendo a demanda da residência. O projeto visa à implantação da EEE para bombear o esgoto da edificação até um poço de visita da rede coletora de esgoto do município e deste segue por gravidade até as lagoas de tratamento de esgoto. Após a implantação, os tanques sépticos vão ser utilizados como reservatórios de contenção e equalização do esgoto para a EEE compacta e as valas de infiltração da residência universitária poderão ser desativadas. Espera-se com isso pleno funcionamento do sistema, tratamento de esgoto eficaz na ETE e redução dos custos da universidade com contratação de caminhão limpa-fossa.

Foi utilizada a capacidade máxima de estudantes para a edificação, não sendo necessários estudos populacionais e de crescimento para final de plano, pois não há projetos para aumento da capacidade. Atualmente, devido o sistema dimensionado não funcionar a contento, a administração da universidade, resolveu limitar a capacidade em 50%, até que o problema fosse resolvido, evitando contaminação do solo e impactos de vizinhança. Para dimensionamento foi utilizada estimativa de população da residência, da ordem de 160 residentes. De acordo com os normativos ABNT para este padrão de edificação, estabeleceram-se os critérios para cálculo das vazões, consumo de água per capita, coeficiente de retorno e coeficientes k_1 , k_2 e k_3 e taxa de infiltração. A vazão estimada do sistema é pequena e pode ser absorvida pela rede de coleta de esgoto do município, não impactando no funcionamento do sistema de coleta e de tratamento.

A Ufersa fica responsável pela aquisição, instalação do sistema, construção da linha de recalque, ficando responsável pela remoção do pavimento da via e posteriormente recomposição. Por fim, a concepção do sistema teve como objetivo os seguintes aspectos: a) Solução mais viável do ponto de vista de custo x benefício; b) Tecnologia eficaz em nível de projeto, implantação, operação e manutenção.

2. INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA E OBRAS CIVIS

- Será definido o ponto de instalação da EEE compacta no interior do terreno da Residência Universitária, em cota topográfica inferior à dos tanques sépticos, viabilizando a condução do esgoto por gravidade deste até à EEE.
- Instalação da EEE compacta conforme as instruções do fabricante, em profundidade compatível com a cota de chegada dos tubos dos tanques sépticos (entrada dos tubos na EEE), estimada entre 0,2 m e 1,0 m.

- Construção de uma caixa de passagem de 60 cm de largura por 60 cm de comprimento, com tampa de concreto, para chegada dos tubos e direcionamento da vazão à EEE, em profundidade compatível com a cota de chegada dos tubos dos tanques sépticos.
- Construção de um abrigo para o quadro de comando das bombas, com dimensão de 1,2 m × 1,2 m, em alvenaria de tijolo cerâmico com revestimento de argamassa (chapisco e massa única), pintado com tinta acrílica. Telhamento de fibrocimento sobre estrutura de madeira. Porta de acesso de 80 cm × 210 cm em alumínio. Cobogós do tipo veneziana nas paredes laterais para ventilação natural. Alimentação monofásica com cabos flexíveis de cobre de bitola 4,0 mm², com previsão de um ponto de iluminação interno e uma tomada de uso geral.
- Construção do tubo de recalque da EEE compacta até a caixa de passagem do sistema público municipal de coleta e tratamento de esgoto. O tubo vai sair pelo muro lateral da Residência Universitária em via pública projetada por 52,63 metros (via sem calçamento, terreno natural), muda de direção a norte (à direita) em via pública projetada por 54,05 metros (via sem calçamento, terreno natural), muda de direção a oeste (à esquerda) em via pública denominada rua Raimundo Miguel da Cunha por 28,51 metros (via com calçamento à paralelepípedo), faz deflexão para alterar a direção a norte (à direita) por 19,90 metros e muda de direção a norte (à direita) em via pública denominada rua Francisco Guilherme Teixeira de Souza por 310,37 metros (via com calçamento à paralelepípedo) fazendo pequenas deflexões se ajustando ao caminhamento da referida via até chegar na caixa de passagem do sistema público de esgoto, próximo ao cruzamento com a rua Francisco Praxedes Cavalcante.

3. ELEMENTOS DE LINHA E ESPECIFICAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS

Estação Elevatória Compacta

- **Reservatório:** Tanque estanque em polímero (PPR, polietileno, fibra de vidro ou equivalente), com volume útil mínimo de 1.000 litros (1,0 m³).
- **Conjunto Motobomba:** composto por 2 (duas) motobombas imersíveis, operando no sistema de 1 ativa + 1 reserva, com alternância automática a cada ciclo de partida gerenciada por quadro de comando.
- **Sistema de Trituração Integrado:** as bombas deverão obrigatoriamente possuir sistema triturador integrado à sucção. Fica dispensado o uso de gradeamento a montante da elevatória, devendo as bombas tritar materiais fibrosos, plásticos e corpos sólidos comuns ao esgoto doméstico para posterior recalque.
- **Controle de Nível:** acionamento e desligamento automatizados por meio de sensores de pressão/tubo pneumático (piezoelétrico) ou chave-boia (automático de nível).
- **Potência de Referência:** motores elétricos monofásicos, tensão F-N de 220 V, com potência nominal de referência de 2,0 CV (conforme memória de cálculo do item 4.5).
- **Acessórios:** a elevatória deverá ser entregue montada de fábrica com barrilete interno em PVC rígido ou PEAD, contendo: 02 válvulas de retenção do tipo esfera resiliente para esgoto, 02 registros de esfera ou gaveta para isolamento, sistemas de acoplamento rápido para içamento das bombas e chaves-boia de nível para automação (Nível Seco/Desliga, Nível Liga Bomba 1, Nível Liga Bomba 2/Alarme).
- **Painel de Comando:** acompanha painel elétrico de comando inteligente microprocessado, com invólucro de proteção mínima IP54, contendo contadores, relés de sobrecarga, sistema de alternância

automática de partida das bombas, alarme sonoro/luminoso de alto nível integrado e sinalização de falha de motor. Alimentação elétrica monofásico 220 V.

Tubulação da Linha de Recalque

- **Material:** Polietileno de Alta Densidade (PEAD) tipo PE 100.
- **Classe de Pressão:** PN 10 (Pressão Nominal de 10 bar / 100 mca).
- **Dimensões Geométricas:** Diâmetro Externo (DE) de 63,0 mm, espessura de parede mínima de 3,8 mm e Diâmetro Interno resultante de 55,4 mm.

4. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO E MEMÓRIA DE CÁLCULO

4.1. Parâmetros de Projeto

Consumo per capita

Foi admitido um consumo per capita (q) de 160 L/hab.dia para o projeto, conforme NBR 7229/1993 para ocupação temporária do tipo escola e locais de longa permanência.

Coeficientes de Variação de Vazão

Para os coeficientes de variação referentes à determinação das vazões, foram adotados os seguintes valores, conforme recomendações da ABNT NBR 9649/1986:

- Coeficiente de máxima vazão diária (k1): 1,20;
- Coeficiente de máxima vazão horária (k2): 1,50;
- Coeficiente de mínima vazão horária (k3): 0,50.

Coeficiente de Retorno

O coeficiente de retorno (C) foi admitido como sendo 0,80, com base em orientações da ABNT NBR 9649/1986.

Taxa de Infiltração

A taxa de infiltração (Ti) foi considerada igual a 0,25 L/s.km, enquadrando-se no intervalo de valores indicado na NBR 9649/1986.

Vazões de Projeto

As vazões média, mínima e máxima utilizadas para o dimensionamento do sistema foram calculadas através das seguintes equações, conforme a NBR 9649/1986:

$$Q_{\text{méd}} = (P \cdot q \cdot C) / 86.400 + \text{Inf}$$

$$Q_{\text{mín}} = k_3 \cdot (P \cdot q \cdot C) / 86.400 + \text{Inf}$$

$$Q_{\text{máx.dia}} = k_1 \cdot (P \cdot q \cdot C) / 86.400 + \text{Inf}$$

$$Q_{\text{máx.hora}} = k_1 \cdot k_2 \cdot (P \cdot q \cdot C) / 86.400 + \text{Inf}$$

Onde: P = 160 residentes (hab); q = 160 L/hab.dia; C = 0,80; k1 = 1,2; k2 = 1,5; k3 = 0,5; Inf = vazão de infiltração (L/s); Ti = taxa de contribuição de infiltração (L/s.km); L = comprimento total de rede/pavimentação.

Parâmetros de cálculo adotados:

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
k1	1,2	Consumo per capita (L/hab.dia)	50

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
k2	1,5	Coefficiente de retorno	0,80
k3	0,5	Taxa de infiltração (L/s.km)	0,25
P (hab./dia)	160	Comprimento de rede (m)	510,00

Vazões resultantes:

Vazão (L/s) — Mín.	Média	Máx. Hora	Vazão (m³/h) — Mín.	Média	Máx. Hora
0,25	0,36	0,55	0,89	1,31	2,00

4.2. Determinação do Diâmetro Econômico de Recalque (Critério de Bresse)

Para a estimativa preliminar do diâmetro da tubulação de recalque, aplica-se a Fórmula de Bresse, consagrada na literatura técnica (Azevedo Neto, Manual de Hidráulica). Este método correlaciona o diâmetro ao fluxo com base na velocidade econômica, ponderando de forma indireta os custos de implantação da tubulação com os custos futuros de consumo de energia elétrica dos conjuntos motobomba. A equação de Bresse é expressa por:

$$D = K \cdot \sqrt[3]{Q_b}$$

Onde: D = diâmetro interno econômico da tubulação (m); Q_b = vazão instantânea de bombeamento (m³/s); K = coeficiente de Bresse (admitido normativamente entre 0,7 e 1,3).

Ressalva metodológica: em uma Estação Elevatória de Esgoto (EEE), que opera em regime intermitente (ciclos de enchimento e esvaziamento do poço de sucção), a vazão de dimensionamento da linha de recalque não é a vazão afluyente de chegada por gravidade, e sim a vazão real de bombeamento (Q_b). Contudo, nesta etapa preliminar, a vazão de bombeamento ainda não está definida — ela será estabelecida no item 4.3 a partir dos critérios de velocidade. Portanto, aplica-se aqui a vazão máxima afluyente horária (Q_{máx.hora} = 2,00 m³/h = 0,000554 m³/s) apenas como estimativa conservadora de primeira ordem, para verificar a ordem de grandeza do diâmetro:

$$D = K \cdot \sqrt[3]{Q} = 1,2 \cdot \sqrt[3]{0,000554} = 0,028 \text{ m} = 28 \text{ mm}$$

O valor de 28 mm confirma que uma linha de pequeno diâmetro é adequada. Analisando os catálogos técnicos de fabricantes de materiais correntes no comércio para condução de efluentes sob pressão, o diâmetro nominal mínimo disponível em PEAD PE 100 / PN 10 é o DN 63, com diâmetro interno útil de 55,4 mm. Adota-se, portanto, a tubulação PEAD DN 63 PN 10, cujo diâmetro é superior ao mínimo econômico de Bresse e será validado adiante (item 4.3) pelos critérios de velocidade mínima de autolimpeza e velocidade máxima admissível.

Cabe destacar que a especificação de bombas com sistema triturador integrado à sucção (item 3) é o que autoriza o emprego de diâmetro inferior aos 100 mm usualmente adotados em recalques convencionais de esgoto: a maceração dos sólidos elimina o risco de obstrução da linha, viabilizando a DN 63 com velocidade autolimpante.

4.3. Determinação da Vazão de Bombeamento de Projeto (Q_b)

Diferentemente de uma tubulação por gravidade, a linha de recalque de uma EEE não opera na vazão afluyente. Como a estação funciona em regime intermitente (ciclos de enchimento por gravidade e esvaziamento por bombeamento), a vazão que percorre o recalque é a vazão instantânea de bombeamento (Q_b) do conjunto motobomba quando em operação.

Uma vez que o presente projeto não pode vincular-se a marca ou modelo específico de equipamento, a vazão de bombeamento não é adotada a partir de catálogo, e sim estabelecida como critério de projeto (critério de contorno), ao qual o equipamento a ser adquirido deverá ser compatível. Dois critérios hidráulicos definem a faixa admissível de Q_b .

a) Vazão mínima de bombeamento — velocidade de autolimpeza (critério governante)

A NBR 12208 estabelece velocidade mínima de 0,60 m/s na linha de recalque, a fim de manter os sólidos e a matéria orgânica em suspensão e evitar deposição no interior do tubo. A área útil da seção da tubulação DN 63 ($D_i = 55,4$ mm) é:

$$A = \pi \cdot D_i^2 / 4 = \pi \cdot (0,0554)^2 / 4 = 2,411 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Logo, a vazão mínima de bombeamento para assegurar a autolimpeza é:

$$Q_{b,\min} = v_{\min} \cdot A = 0,60 \times 2,411 \times 10^{-3} = 1,447 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \approx 5,21 \text{ m}^3/\text{h}$$

Observação técnica relevante: a vazão afluyente máxima horária de chegada ($Q_{\text{máx.hora}} = 2,00 \text{ m}^3/\text{h}$), se escoasse pela DN 63, produziria velocidade de apenas 0,23 m/s, inferior ao mínimo normativo. Isto confirma que, nesta estação, é a velocidade de autolimpeza — e não a vazão afluyente — que governa a definição da vazão de bombeamento. A bomba deve, portanto, recalcar a uma vazão superior à de chegada, o que é fisicamente coerente com a operação intermitente (o poço enche lentamente por gravidade e é esvaziado rapidamente no acionamento).

b) Vazão máxima de bombeamento — controle de perda de carga e transitórios

Como limite superior, adota-se a faixa de boa prática que restringe a velocidade a 1,50 m/s, evitando perdas de carga excessivas e sobrepressões de golpe de aríete elevadas:

$$Q_{b,\max} = v_{\max} \cdot A = 1,50 \times 2,411 \times 10^{-3} = 3,616 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \approx 13,02 \text{ m}^3/\text{h}$$

Faixa admissível de operação (envelope de bombeamento):

Velocidade (m/s)	Vazão de bombeamento Q_b (m^3/h)	Condição
0,60	5,21	Limite inferior — autolimpeza (mínimo obrigatório)
1,00	8,68	Ponto de projeto adotado
1,50	13,02	Limite superior — controle de perda de carga/surto

Ponto de projeto adotado: para efeito de memória de cálculo da AMT e da potência, adota-se $Q_b = 8,68 \text{ m}^3/\text{h}$ ($v = 1,00 \text{ m/s}$), valor situado com folga acima do mínimo de autolimpeza e que mantém perda de carga e potência em patamares moderados. O equipamento a ser adquirido deverá ter seu ponto de operação (interseção da curva da bomba com a curva do sistema) contido dentro do envelope $5,21 \text{ m}^3/\text{h} \leq Q_b \leq 13,02 \text{ m}^3/\text{h}$.

4.4. Cálculo da Altura Manométrica Total (AMT) — Curva do Sistema

A AMT é calculada para o ponto de projeto ($Q_b = 8,68 \text{ m}^3/\text{h}$) pelo método de Hazen-Williams. Por se tratar de dimensionamento independente de fabricante, apresenta-se também a AMT nos extremos do envelope, constituindo a curva característica do sistema, que o fornecedor deverá utilizar para comprovar a compatibilidade da bomba ofertada.

Parâmetros adotados:

- Desnível geométrico (ΔH_{geo}): 4,0 m;

- Comprimento da linha (L): 510,0 m;
- Tubo: PEAD PE100 DN 63 PN 10 — $D_i = 55,4 \text{ mm} = 0,0554 \text{ m}$;
- Coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams (C): 140;
- Perdas localizadas (ΔH_{loc}): 10% da perda distribuída (conexões, válvulas de retenção e registros do barrilete interno da EEE).

Equação da perda de carga unitária (Hazen-Williams):

$$J = 10,65 \cdot Q^{1,852} \cdot C^{-1,852} \cdot D_i^{-4,87} \quad [\text{m/m}]$$

Memória de cálculo no ponto de projeto ($Q_b = 8,68 \text{ m}^3/\text{h} = 2,411 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$):

1) Velocidade de escoamento:

$$V = Q_b / A = 2,411 \times 10^{-3} / 2,411 \times 10^{-3} = 1,00 \text{ m/s} \quad (0,60 \leq V \leq 1,50 \text{ m/s})$$

2) Perda de carga unitária:

$$J = 10,65 \cdot (2,411 \times 10^{-3})^{1,852} \cdot 140^{-1,852} \cdot (0,0554)^{-4,87} = 0,0211 \text{ m/m}$$

3) Perda de carga distribuída:

$$\Delta H_{dist} = J \cdot L = 0,0211 \times 510 = 10,74 \text{ m}$$

4) Perda de carga localizada:

$$\Delta H_{loc} = 0,10 \cdot \Delta H_{dist} = 0,10 \times 10,74 = 1,07 \text{ m}$$

5) Altura Manométrica Total:

$$AMT = \Delta H_{geo} + \Delta H_{dist} + \Delta H_{loc} = 4,0 + 10,74 + 1,07 = 15,82 \text{ mca}$$

Curva do sistema (AMT em função da vazão de bombeamento):

v (m/s)	Q _b (m ³ /h)	J (m/m)	ΔH_{dist} (m)	ΔH_{loc} (m)	AMT (mca)
0,60	5,21	0,0082	4,17	0,42	8,59
1,00	8,68	0,0211	10,74	1,07	15,82
1,50	13,02	0,0446	22,76	2,28	29,04

Conclusão da AMT: adota-se, como ponto de projeto para especificação do equipamento, AMT = 15,82 mca à vazão de 8,68 m³/h. A bomba ofertada deverá apresentar, em seu ponto de operação sobre a curva do sistema acima, vazão não inferior a 5,21 m³/h (garantia de autolimpeza), operando dentro do envelope de AMT de 8,59 a 29,04 mca.

4.5. Cálculo da Potência do Conjunto Motobomba

A potência é determinada a partir dos valores de projeto (Q_b e AMT), independentemente de qualquer modelo comercial. A potência hidráulica e a potência de eixo (potência que a bomba deve fornecer) são dadas por:

$$P_{hid} = \gamma \cdot Q_b \cdot AMT \quad P_{eixo} [\text{CV}] = (\gamma \cdot Q_b \cdot AMT) / (75 \cdot \eta_b)$$

Onde: γ = peso específico do efluente $\approx 9.810 \text{ N/m}^3$ (1.000 kgf/m³, esgoto doméstico $\sim$ água); Q_b em m³/s; AMT em m; η_b = rendimento do conjunto elevatório, adotado 0,50 como valor de referência para bombas submersíveis trituradoras desta faixa de potência (intervalo usual 0,40–0,55).

Potência no ponto de projeto ($Q_b = 8,68 \text{ m}^3/\text{h}$; AMT = 15,82 mca):

$$P_{hid} = 9.810 \times 2,411 \times 10^{-3} \times 15,82 = 374,17 \text{ W} \approx 0,37 \text{ kW}$$

$$P_{\text{eixo}} = 0,37 / 0,50 = 0,74 \text{ kW} \approx 1,00 \text{ CV}$$

Potência no limite superior do envelope ($Q_b = 13,02 \text{ m}^3/\text{h}$; $\text{AMT} = 29,04 \text{ mca}$) — condição de maior demanda:

$$P_{\text{hid}} = 9.810 \times 3,616 \times 10^{-3} \times 29,04 = 1030,0 \text{ W} \approx 1,03 \text{ kW}$$

$$P_{\text{eixo}} = 1,03 / 0,50 = 2,06 \text{ kW} \approx 2,80 \text{ CV}$$

Seleção da potência nominal de referência: ao longo de toda a faixa admissível de operação, a potência de eixo requerida varia de 1,0 a 2,8 CV. Considerando (i) a incerteza de rendimento inerente à ausência de modelo definido, (ii) o acréscimo de torque exigido pelo sistema triturador integrado à sucção, e (iii) um fator de serviço adequado para acionamento intermitente, adota-se como potência nominal mínima de referência 1,5 CV, recomendando-se a adoção de 2,0 CV para robustez operacional e ampla disponibilidade comercial. Confirma-se, assim, por memória de cálculo, a potência de referência de 2,0 CV indicada na especificação de equipamentos (item 3), com alimentação monofásica 220 V.

4.6. Verificação do Número de Partidas e do Volume Útil do Poço

O acionamento intermitente deve respeitar o número máximo de partidas por hora admitido pelo motor. O número de partidas é máximo quando a vazão afluyente equivale à metade da vazão de bombeamento ($Q_{\text{afl}} = Q_b/2$), condição na qual o volume útil diferencial mínimo entre os níveis de liga/desliga é:

$$V_{u,\text{mín}} = Q_b / (4 \cdot Z)$$

Onde Z é o número máximo de partidas por hora. Adotando $Z = 10$ partidas/h (conservador para motores desta faixa):

$Q_b \text{ (m}^3/\text{h)}$	$Z \text{ (part./h)}$	$V_{u,\text{mín}} \text{ diferencial (L)}$
8,68 (projeto)	10	217
13,02 (limite superior)	10	325

Conclusão: um volume útil diferencial (entre os níveis de acionamento e desligamento das boias) de aproximadamente 325 L é suficiente para limitar as partidas a 10/h em toda a faixa de operação. O reservatório da EEE compacta, com volume útil mínimo de 1.000 L (item 3), atende ao critério com ampla folga. Recomenda-se posicionar as boias de nível de modo a garantir esse diferencial mínimo entre os estágios “Liga Bomba” e “Nível Seco/Desliga”.

4.7. Verificação de Sobrepressão Transitória (Golpe de Aríete)

Verifica-se a sobrepressão máxima decorrente da parada do bombeamento, para confirmar a adequação da classe de pressão PN 10 (100 mca) adotada. A celeridade da onda em tubo PEAD PE100 é dada por:

$$a = \sqrt{[(K/\rho) / (1 + (K \cdot D_i) / (E \cdot e))]}$$

Com $K = 2,1 \times 10^9 \text{ Pa}$ (compressibilidade da água), $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$, $E = 0,9 \times 10^9 \text{ Pa}$ (módulo de elasticidade do PEAD, valor conservador de longo prazo), $D_i = 0,0554 \text{ m}$ e $e = 0,0038 \text{ m}$, obtém-se $a \approx 245 \text{ m/s}$. A sobrepressão de Joukowsky (fechamento rápido, condição mais desfavorável) é $\Delta h = a \cdot \Delta V / g$:

Velocidade (m/s)	$\Delta h \text{ (mca)}$	Pressão máx. $\approx \text{AMT} + \Delta h$ (mca)	PN 10 (mca)
1,00 (projeto)	25,0	40,8	100
1,50 (limite sup.)	37,4	66,5	100

Conclusão: mesmo na condição mais desfavorável do envelope, a pressão máxima (~66,5 mca) permanece muito inferior à pressão nominal da tubulação (PN 10 = 100 mca), com fator de segurança médio de 1,5. A flexibilidade intrínseca do PEAD e o curto comprimento da linha (510 m) atenuam adicionalmente o transitório. Confirma-se a adequação da classe PN 10, dispensando-se dispositivos especiais de proteção contra transitórios — as válvulas de retenção do barrilete interno da EEE são suficientes.

Mas analisando o levantamento topográfico do caminhamento do tubo entre a EEE e a caixa de passagem do sistema municipal de coleta de esgoto, percebe-se que há dois cumes dessa forma serão adotadas 2 (duas) ventosas tríplice função com o objetivo de expulsão de ar e a prevenção de vácuo. O esgoto libera gases (sulfeto de hidrogênio e metano) e arrasta o ar aprisionado, que migra para os pontos mais altos da tubulação, podendo se concentrar e reduzir a área útil da tubulação, aumentando a perda de carga e forçando a bomba da EEE a trabalhar fora do ponto de projeto e reduzir a vazão do sistema. O outro cenário é quando a bomba desliga, a coluna de água do trecho em declive tende a descer por gravidade até a caixa de inspeção do sistema público, sem entrada de ar nos cumes, o escoamento rápido do esgoto gera um vácuo (pressão negativa) nesses pontos.

4.8. Síntese — Critérios de Contorno para Aquisição do Equipamento

Os valores abaixo constituem os requisitos mínimos de desempenho que o conjunto elevatório a ser adquirido deverá atender, sem vinculação a marca ou modelo. O fornecedor deverá comprovar, mediante curva característica do equipamento ofertado, que seu ponto de operação sobre a curva do sistema deste projeto satisfaz simultaneamente:

Parâmetro	Critério de contorno (requisito de projeto)
Vazão de bombeamento (Qb)	$\geq 5,21 \text{ m}^3/\text{h}$ (v autolimpante $\geq 0,60 \text{ m/s}$) e $\leq 13,02 \text{ m}^3/\text{h}$ (v $\leq 1,50 \text{ m/s}$)
Vazão / AMT de referência (projeto)	8,68 m^3/h a 15,82 mca
Faixa de AMT admissível	8,59 a 29,04 mca sobre a curva do sistema
Potência nominal do motor	$\geq 1,5 \text{ CV}$ (referência adotada: 2,0 CV), monofásico 220 V
Velocidade na linha de recalque	$0,60 \text{ m/s} \leq V \leq 1,50 \text{ m/s}$
Tubulação de recalque	PEAD PE100 DN 63 PN 10 (Di = 55,4 mm) — classe verificada
Sistema de trituração	Obrigatório (triturador integrado à sucção — viabiliza a DN 63)
Configuração operacional	1 bomba ativa + 1 reserva, alternância automática
Volume útil / diferencial de nível	Vu $\geq 1.000 \text{ L}$; diferencial de boias $\geq \sim 325 \text{ L}$ (≤ 10 partidas/h)

Nota de licitação: por se tratar de especificação de desempenho (e não de produto), a EEE compacta comercial que vier a ser adquirida na fase de contratação será compatível com o projeto desde que atendidos os critérios de contorno acima, em conformidade com a Lei nº 14.133/2021.

Documento assinado digitalmente
 **ERIBERTO CARLOS MENDES DA SILVA**
 Data: 07/08/2026 16:54:36-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eriberto Carlos Mendes da Silva

CREA 2103401980