



II-339 - PROPOSTA DE SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BAIRRO MARCELO DÉDA EM SÃO CRISTÓVÃO

Arnóbio Souza Santos Filho⁽¹⁾

Engenheiro Civil e pesquisador pela Universidade Federal de Sergipe.

Hellen Karine Sales dos Santos⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Sergipe. Mestranda em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe.

Ana Lara Araújo Santos⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Sergipe. Mestranda em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe.

Ronaldo Guilherme Santos Lima⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Sergipe. Mestrando em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe.

Daniel Moureira Fontes Lima⁽⁵⁾

Professor da Universidade Federal de Sergipe na Graduação e Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Endereço⁽²⁾: Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze – São Cristóvão - SE - CEP: 49100-000 - e-mail: hellensaleseng@gmail.com

RESUMO

A falta de investimentos no setor de saneamento básico no Brasil está diretamente ligada ao déficit significativo de infraestrutura e iniciativas no país. Essa situação afeta diretamente a preservação ambiental e a qualidade de vida da população. Desta forma, objetivo deste trabalho é determinar a solução mais adequada para instalar o sistema de esgotamento sanitário no bairro Marcelo Déda, na cidade de São Cristóvão. Assim, foram propostas duas considerações: a primeira com a coleta e transporte do esgoto das residências para tratamento na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da UFS, e a segunda com a criação de sistema descentralizado no próprio bairro. Portanto, após a uma análise executiva técnica que incluiu o projeto e dimensionamento dos dois sistemas, bem como análises de custos para a construção de ambos, chegou-se à conclusão de que a coleta e transporte de todo o esgoto das residências até a ETE da UFS seria a melhor solução para o bairro.

PALAVRAS-CHAVE: ETE-UFS, Rede descentralizada, Saneamento ambiental.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é primordial para a qualidade de vida e a preservação ambiental. Este cenário era centrado no abastecimento de água e tratamento de esgoto, evoluindo ao longo do tempo, reconhecendo a importância da coleta e tratamento de esgoto, gestão de resíduos sólidos e drenagem pluvial eficiente. Esses serviços são essenciais para assegurar condições sanitárias adequadas, prevenir doenças e impulsionar o desenvolvimento sustentável (Daltró Filho, 2004).

Entretanto, de acordo com Toneto Júnior e Saiane (2006), o Brasil enfrenta um significativo déficit na prestação de serviços de saneamento básico, essa realidade acarreta não apenas complicações para a saúde pública e para o meio ambiente, como também dificulta os esforços no combate à pobreza e no estímulo ao desenvolvimento econômico.

Dentre as complicações ocasionadas ao meio ambiente, há a degradação dos corpos hídricos (Toledo et al., 2021, Souza et al., 2019; Soares; Ferreira, 2017) que compromete a qualidade da água, tornando necessário a preservação dos mananciais e reservatórios, assegurando a presença de matas ciliares e supervisionando o descarte de esgoto industrial, agrícola e doméstico (Soares; Ferreira, 2017).

Dessa forma, a não existência de sistema de esgotamento de acordo com as normas, como no caso do bairro Marcelo Déda, localizado no município de São Cristóvão, próximo à Universidade Federal de Sergipe, em que



há predominância de despejo irregular de resíduos no Riacho Xoxota, afluente do Rio Poxim, já ocasiona alta degradação ao longo do percurso do riacho, devido às contaminações domésticas, como observado no estudo desenvolvido por Souza et al. (2019). Assim, medidas de mitigação de problemas ambientais são necessárias e requerem conhecimento do problema, além da análise criteriosa das propostas de soluções (Toleto et al., 2021).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo propor e analisar duas soluções para a coleta, transporte e tratamento de esgoto no bairro Marcelo Déda, em São Cristóvão. A solução geral envolveu a coleta e condução do esgoto produzido nas residências do bairro Marcelo Déda, sendo que a primeira solução visa o subsequente tratamento na Estação de Tratamento da Universidade Federal de Sergipe (ETE-UFS), enquanto que, a segunda solução é a implantação de um sistema descentralizado de tratamento de esgoto. Vale ressaltar que, foram avaliados aspectos técnicos e financeiros, buscando oferecer uma solução eficiente e com melhor relação custo-benefício para o saneamento básico na área.

MATERIAIS E MÉTODOS

DADOS E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi aplicado no bairro Marcelo Déda, situado no município de São Cristóvão, Sergipe, em uma região próxima à Universidade Federal de Sergipe. A área de projeto é de 293.321 m², com 11 ruas com inclinações acentuadas, das quais as principais são pavimentadas com paralelepípedos e as adjacentes não possuem pavimento (Figura 1).



Figura 1 - Área de estudo.

Fonte: Google Earth (2024).

Para a avaliação da rede de esgotamento existente a Companhia de Saneamento de Sergipe, foram consultados a DESO e o setor de engenharia da Caixa Econômica Federal, além da verificação *in loco*.

DIMENSIONAMENTO DO PROJETO

A cidade de São Cristóvão tem o consumo médio per capita de água de 159,35 L/hab./dia (SNIS, 2021). Para o coeficiente de retorno, a NBR 9649 da ABNT recomenda 0,8 na falta de valores obtidos em campo. A vazão de esgoto sanitário é dada por:

$$Q = Q_d + Q_{inf} + Q_c$$

equação (1)



Sendo Q: Vazão de esgotamento sanitário (l/s); Qd: Vazão doméstica (l/s); Qinf: Vazão de infiltração (l/s); Qc: Vazão concentrada (l/s).

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E DA UNIDADE DESCENTRALIZADA

No dimensionamento da rede de esgotamento sanitário, foi utilizada a metodologia proposta por Tsutiya e Sobrinho (2011). Para essa aplicação foi necessário a estimativa da população a qual a rede irá atender durante o horizonte de projeto, 20 anos, esse resultado foi alcançado utilizando a metodologia utilizada por Brito, 1943, sendo estimada a população de projeto e consequentemente a sua contribuição de esgoto sanitário. A rede descentralizada proposta será constituída por um tanque séptico, dimensionado pela NBR 7229/93 (ABNT, 1993), por um filtro anaeróbio e um tanque de contato, dimensionados pela NBR 13969/97 (ABNT, 1997).

ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA

A análise técnica se deu pela avaliação do processo de implantação dos dois projetos propostos. Principalmente o fato da ETE-UFS suportar ou não a primeira alternativa sugerida.

Os custos de implantação da rede coletora foram calculados pelo método de Pacheco (2015). O resultado obtido foi multiplicado pelo INCC - Índice Nacional de Custo da Construção do ano atual. Ademais, as unidades do sistema descentralizado tiveram seus orçamentos de construção embasados nos dados do Orçamento de Obra de Sergipe (ORSE). Essas também tiveram seus custos de manutenção calculados com base no intervalo de lodo produzido trazido por Von Sperling (1995) e pela composição do ORSE (2023).

RESULTADOS

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ESGOTAMENTO

Inicialmente foi constatado que não há sistema de esgotamento definido na área de estudo. Por conseguinte, a rede de esgotamento centralizada foi projetada da mesma forma para as duas propostas, diferindo no final do traçado: tendendo para a ETE-UFS houve distância adicional de 300m e, no outro caso, a condução para o sistema descentralizado proposto.

O dimensionamento da rede propriamente dita utilizou os parâmetros da Tabela 1. Posto isso, o diâmetro de 150mm mostrou-se eficiente para atender às solicitações do traçado em todos os trechos. O último poço de visita está localizado na cota de 5,85m e, no total, a extensão da rede de esgotamento sanitário é de 5.222,51 metros.

Tabela 1 - Dados de entrada para dimensionamento da rede.

Parâmetros	Valor	Unidade
População	2339,00	habitantes
Razão população por metro de rua	0,50	hab/metro de rua
Consumo per capita de água	159,35	L/hab/dia
Coefficiente de retorno (C)	0,80	adimensional
Coefficiente de máxima vazão diária (K1)	1,20	adimensional
Coefficiente de máxima vazão horária (K2)	1,50	adimensional
Vazão de infiltração por metro linear de coletor (qinf)	0,0005	L/s.m

DIMENSIONAMENTO DA REDE DESCENTRALIZADA

As três unidades de tratamento foram projetadas com as seguintes unidades, geometrias e dimensões: tanque séptico retangular com dimensões de 20,40 x 5,10 x 2,80 m e volume útil de 283,41 m³; filtro anaeróbio retangular com dimensões de 16,50 x 5,50 x 2,80 m e volume útil de 238,54 m³ e tanque de contato retangular com dimensões de 4,50 x 1,50 x 2,80 metros e volume de 15,84 m³. Os parâmetros de projeto estão contidos na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados de entrada para dimensionamento da rede.

Parâmetro	Dado	Unidade
Tanque séptico		
N = Número de pessoas	2.339	pessoas
C = Contribuição de despejos	127,48	L/hab . dia
T = Período de detenção	0,50	dia
K = Taxa de acumulação de lodo	57,00	dias
Lf = Contribuição de lodo fresco	1,00	L/hab . dia
V = Volume Útil	283,41	m ³
l = Largura adotada	5,10	m
h = Altura adotada	2,80	m
c = Comprimento adotado	20,40	m
Volume Total	291,31	m ³
Filtro anaeróbio		
T = Período de detenção	0,50	dia
V = Volume Útil	238,54	m ³
l = Largura adotada	5,5	m
h = Altura adotada	2,8	m
c = Comprimento adotado	16,5	m
Volume Total	254,1	m ³
Tanque de contato		
Q = Vazão	760.320	L/dia
C = Concentração necessária para a remoção	0,006	g/l
% Cl = Porcentagem de cloro ativo na solução	90	%
Kcloro = Quantidade de cloro	506,88	g
TDH = tempo de detenção hidráulica	1.800	s
Q = Vazão	0,0088	m ³ /s
V = Volume	15,84	m ³
l = Largura adotada	1,5	m
h = Altura adotada	2,8	m
c = Comprimento adotado	4,5	m
Volume Total	18,9	m ³

CUSTOS ESTIMADOS

No que tange à rede coletora, considerando que a área já está densamente povoada, com alta urbanização em quase todas as ruas estudadas e solo desfavorável, utilizou-se o valor de R\$307,03 por metro de tubulação (Pacheco *et al.*, 2015), resultando em R\$1.603.467,25 para o ano-base de 2007. Considerando o valor do Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) de 112,60% para 2023 (FGV, 2023), o custo atual para a implantação dessa rede coletora até a unidade descentralizada é de R\$3.409.971,37. Para a opção de encaminhar o esgoto para ETE-UFS, o custo foi de R\$3.539.853,50 em 2023 (FGV, 2023).

Em relação aos custos de manutenção do sistema descentralizado, com população de 2339 habitantes e intervalo de limpeza de 1 ano, compreende-se que são produzidos 234 metros cúbicos de lodo. Logo, a composição do ORSE foi alterada a fim de apropriar-se com a quantidade de lodo produzida durante 1 ano. Assim, os custos de implantação e manutenção foram resumidos na Tabela 3.

Tabela 3 - Síntese dos orçamentos das propostas.

ETE-UFS	
Rede Coletora	R\$ 3.539.853,50
CUSTO TOTAL	R\$ 3.539.853,50
Sistema Descentralizado	
Rede Coletora	R\$ 3.409.971,37
Tanque Séptico	R\$ 314.841,62
Filtro Anaeróbio	R\$ 286.925,94
Tanque de Contato	R\$ 66.858,80
Manutenção	R\$ 8.603,29
CUSTO TOTAL	R\$ 4.087.201,02

DISCUSSÃO

ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO BAIRRO

No geral, não foi observado esgotamento sanitário público na região, apenas pontos de descarga de esgoto a céu aberto, sendo verificado o despejo irregular esgoto doméstico no Riacho da Xoxota, afluente do rio Poxim. Tal cenário possivelmente prejudica a qualidade da água, impacta na fauna local e contribui para o desenvolvimento de vetores (Silveira, Bastos e Matias, 2019).

REDE COLETORA

A declividade da rede foi diversa do estudo feito por Gonçalves e Aquino (2023), que dimensionaram uma rede coletora para um bairro no Tocantins na qual todos os pontos escoam por gravidade. No presente estudo, a declividade da maior parte dos trechos da rede coletora é entre 0% e 1%, o que é desfavorável para o escoamento por gravidade na rede, então tomou-se como solução o aumento na profundidade de assentamento dos tubos ao longo do fluxo.

ANÁLISE TÉCNICA

De acordo com Silviano (2017), a ETE-UFS encontra-se superdimensionada, uma das razões é sua projeção para receber vazão de até 32,6 L/s no ano de 2032, sendo a vazão média e máxima da faculdade em torno de 7,5 e 12,1 L/s, respectivamente. Portanto, a estação suportaria a primeira sugestão de projeto, em que a vazão a jusante da rede de esgotamento dimensionada é de 8,3 L/s. Além disso, o último poço de visita (PV) da rede foi de 5,85 metros, sendo que a ETE-UFS foi dimensionada para cota de chegada de 1,85m, logo infere-se que



não haverá necessidade de construir sistema elevatório, uma vez que se pode utilizar a condução por gravidade.

Como desvantagem da primeira possibilidade, existe a presença de vegetação densa e também proximidade com o Rio Poxim, o que necessitaria avaliação do solo a fim de evitar entaves das escavações e também da drenagem do lençol freático.

Por outro lado, a construção do sistema da segunda alternativa se dá de forma mais complexa, demandando equipe técnica mais especializada. Como vantagem dessa, há inferior complexidade jurídica, possivelmente menor burocracia, maior facilidade de aprovação de licitação e menor tempo de execução.

ANÁLISE ECONÔMICA

Nota-se que, entre a solução ETE-UFS e o sistema descentralizado, há uma diferença financeira de R\$547.347,52 (Tabela 2). Pode-se tomar como base o estudo feito por Rolim Neto (2016), que propôs um sistema descentralizado semelhante com custo de R\$0,19/hab.dia, sem considerar a manutenção. Em contraste com a proposta do presente trabalho, com custos de manutenção, foi calculado o custo de R\$0,24/hab.dia. Ao comparar valores, não há diferença brusca entre eles, devido à adição da manutenção.

CONCLUSÃO

Foram levantadas duas opções de projeto para o sistema de esgotamento do bairro Marcelo Déda em São Cristóvão. A primeira com a destinação final da rede de esgotamento na Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal de Sergipe e a segunda com o sistema descentralizado composto por um tanque séptico com dimensões de 20,40 x 5,10 x 2,80m, filtro anaeróbico com dimensões de 16,50 x 5,50 x 2,80m e tanque de contato com dimensões de 4,50 x 1,50 x 2,80m.

Do ponto de vista técnico, a primeira hipótese mostrou-se mais viável, dado que a ETE-UFS apresenta um superdimensionamento da estação e possui capacidade teórica de suportar a proposta da rede coletora de esgoto com sistema de transporte gravitacional. Da perspectiva econômica, o custo de construção do transporte para a ETE da UFS foi de R\$3.539.853,50, enquanto que os custos de manutenção e construção do sistema descentralizado foram de R\$4.087.201,02. Logo, a alternativa de encaminhar o esgoto para a ETE da UFS apresentou um custo menor em comparação com a alternativa do sistema descentralizado.

Sugere-se um estudo mais aprofundado da esfera jurídica envolvida na primeira alternativa, em virtude de envolver diferentes esferas de poder: federal, estadual (a depender da concessionária) e municipal. Tal complexidade burocrática e regulatória pode representar um obstáculo significativo para a implementação da primeira proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229. Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos. Rio de Janeiro, 1993.
2. _____. NBR 13969. Tanques Sépticos Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Afluentes Líquidos - Projeto, Construção e Operação. Rio de Janeiro, 1997.
3. DALTRO FILHO, J. Saneamento ambiental: doença, saúde e o saneamento da água. Aracaju: Fundação Oviêdo Teixeira, Editora UFS, 2004.
4. FGV - Fundação Getúlio Vargas. INCC-M: Resultados 2023. 2023. Disponível: <https://portal.fgv.br/noticias/incc-m-resultados-2023>. Acesso em: 17 de janeiro de 2024.
5. GONÇALVES, J. F.; AQUINO, Y. P. D. Dimensionamento de rede coletora de esgoto em um bairro da cidade de Pau D'arco – TO. Revista Contemporânea, [S.L.], v. 3, n. 12, p. 26711-26738, 8 dez. 2023. South Florida Publishing LLC.
6. GOOGLE. Google Earth website. 2023a. Disponível em: <https://earth.google.com>. Acesso em 20 de janeiro de 2024.



7. PACHECO, R. P.; GALLEGOS, C. E. C.; FERNANDES, C. V. S.; AISSE, M. M. Estimativas de custos visando orientar a tomada de decisão na implantação de redes, coletores e elevatórias de esgoto. RBRH vol. 20 no .1 Porto Alegre jan./mar. 2015 p. 73 - 81.
8. ROLIM NETO, R. M. Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário da Comunidade Água Branca do Cajari. Resex Cajari, AP: avaliação e formulação de alternativas. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2016.
9. SOARES, E. M.; FERREIRA, R. L. Avaliação da qualidade da água e a importância do saneamento básico no Brasil. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, [S. l.], v. 13, n. 6, 2017.
10. SOUZA, B. S.; SANTOS, L. V. A.; VIEIRA, S.; PEREIRA, R. F. D. Diagnóstico ambiental em um afluente do rio Poxim-SE. Anais. XV Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, 2018.
11. SILVEIRA, L. F.; BASTOS, M. L.; MATIAS, H. M. Identificação das Ações Impactantes na Área da Nascente do Riacho da Xoxota em São Cristóvão – SE. In: XII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE, 12., 2019, Aracaju. Anais. 2019. v. 1, p. 1-5.
12. TONETO JUNIOR, R.; SAIANI, C. C. S. Restrições à expansão dos investimentos no saneamento básico brasileiro. Revista Econômica do Nordeste, [S. l.], v. 37, n. 4, p. 572–591, 2017.
13. TOLEDO, L. M.; WALL, F. C. M.; OBRACZKA, M.; SALOMÃO, A. L. S. Panorama do sistema lagunar de Maricá – RJ: Indicadores de saneamento vs. Qualidade de água. Revista Internacional de Ciências, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 6–24, 2021.
14. TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2000.
15. VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 1995. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. 240 p.