

DIMENSIONAMENTO DE SOLUÇÃO INDIVIDUAL DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DE EFLUENTE SANITÁRIO

SIZING INDIVIDUAL SOLUTION FOR TREATMENT AND DISPOSAL OF SANITARY EFFLUENT

OTAVIO HENRIQUE DA SILVA¹, JOÃO KARLOS LOCASTRO²

1. Professor Doutor, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF; 2. Professor Doutor, Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional, Maringá, PR.

* Coordenação de Projetos FEITEP. Avenida Paranaíba, 1164, Zona 06, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87070-130. coordenacaopic@feitep.edu.br

Recebido em 25/08/2023. Aceito para publicação em 24/10/2023

RESUMO

Soluções individuais destinadas ao tratamento de efluentes sanitários possibilitam a adequação técnica e ambiental de ocupações desprovidas de rede de coleta de esgoto. Para tanto, a contemplação dos critérios normativos vigentes para a elaboração do projeto torna-se essencial. Assim, este estudo teve por objetivo realizar o dimensionamento de uma solução individual de tratamento e disposição de efluente sanitário para um empreendimento com 40 colaboradores para uma empresa com 40 funcionários da cidade de Maringá, Paraná, tendo como base a normatização técnica aplicável. Nesta perspectiva, para execução de projeto, estimou-se a contribuição diária, obtendo-se um total de 2,8 m³ de efluente líquido. A partir disso, propôs-se um sistema composto por um tanque séptico (volume útil de 4,42 m³) e por dois sumidouros (área de infiltração total de 43,3 m²). Então, sabendo que o local futuramente seria provido de coleta de efluentes pela rede pública e visando realizar menos adaptações no sistema hidrossanitário predial, determinou-se a melhor opção para a instalação do sistema no lote ocupado.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuárias, tanque séptico, sumidouro

ABSTRACT

Individual solutions for wastewater treatment make possible the technical and environmental suitability of occupations without urban sewage system. For this, the contemplation of the normative criteria in force for the elaboration of project is essential. Thus, this study aimed at designing an individual wastewater treatment and disposal solution for an enterprise with 40 employees from Maringá city, Paraná, Brazil, based on the applicable technical standards. In this perspective, for the project execution, the daily contribution was estimated, obtaining a total of 2.8 m³ of liquid effluent. From this, it was proposed a system composed of a septic tank (useful volume of 4.42 m³) and two seepage pits (total infiltration area of 43.3 m²). Therefore, understanding that the site would eventually be provided with effluent collection by the public system and aiming to make less adaptations in the land-based hydrosanitary system, it was determined the best option for the installation of the system in the occupied lot.

KEYWORDS: Wastewater; Septic tank; Seepage pit.

1. INTRODUÇÃO

Os efluentes sanitários gerados nas cidades, quando dispostos inadequadamente, acarretam a contaminação do solo e dos recursos hídricos. Analogamente, tal ação pode vir a gerar uma série de problemas de saúde pública e de ordem econômica às municipalidades, como proliferação de contaminação de doenças por veiculação hídrica, além de ampliação nos custos para manutenção dos sistemas públicos de saúde. Isto evidencia a importância do gerenciamento de efluentes nos espaços urbanos como uma forma de atenuar tais problemas.

Embora as condições do saneamento básico no país tenham melhorado nos últimos anos, o setor ainda necessita de avanços como forma de cumprir as diretrizes básicas de desenvolvimento já estabelecidas. Neste prisma, consoante o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2022)¹, em 2021, 55,8% da população brasileira possuía acesso a rede coletora de esgoto, sendo que, do total de esgoto coletado, 80,8% recebeu tratamento.

O principal instrumento legal que trata das diretrizes aplicáveis à temática no país se dá pela Política Federal de Saneamento Básico, Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007². Tais aspectos legais definem que os usuários de serviços de saneamento devem possuir solução adequada de coleta e tratamento de efluentes, ou seja, devem ser atendidos por rede de esgotamento com posterior tratamento, sendo que, na sua ausência, são admitidas soluções individuais de afastamento e de destinação dos esgotos sanitários.

Quando se faz necessária a opção pelo uso de soluções individuais de tratamento, destaca-se a utilização de tanques sépticos, principalmente, devido ao baixo custo, à facilidade de construção e à simplicidade de operação e manutenção. Para disposição final do efluente, é relevante a utilização de valas de infiltração ou de sumidouros, havendo a vantagem da ocupação de menor área no caso da segunda opção.

Com o uso de tanques sépticos, obtém-se a redução do volume do efluente por meio da digestão anaeróbia dos sólidos sedimentados e flotados nele contidos. Hartmann *et al.* (2009)³ reportam que a eficiência deste sistema varia em função da competência de projeto. A remoção das demandas bioquímica e química de oxigênio (DBO e DQO), por exemplo, varia entre 40 e 70%, já em relação aos sólidos suspensos, obtém-se remoções de 50 a 80%.

Para a adequabilidade do projeto, é imprescindível cumprir os critérios de dimensionamento, construção e operação definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Neste contexto, cabe citar as normas ABNT NBR 7.229:1993 (ABNT, 1993)⁴ e ABNT NBR 13.969:1997 (ABNT, 1997)⁵, as quais dispõem, respectivamente, sobre sistemas de tanques

sépticos e sobre unidades de complementar e disposição final dos efluentes líquidos.

Assim, este estudo objetivou realizar o dimensionamento de uma solução individual de tratamento e disposição de efluente sanitário a ser instalada em um empreendimento da cidade de Maringá, Paraná.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do local de estudo

A proposta de solução de tratamento de efluentes foi elaborada para um empreendimento gráfico de 40 colaboradores, a ser instalado na cidade de Maringá, Paraná (Figura 1). Segundo IBGE (2023)⁶, o município localizado no norte paranaense possui área territorial de 488 km² e população estimada, em 2021, em cerca de 430 mil habitantes.

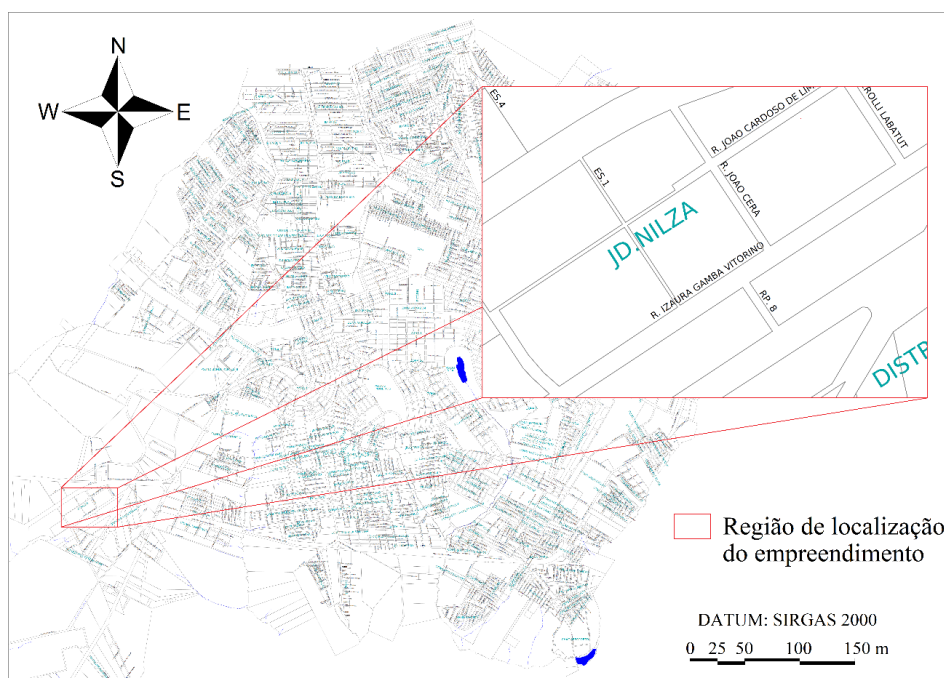


Figura 1. Região de localização do empreendimento na cidade de Maringá, Paraná. **Fonte:** Adaptado de Maringá (2010)⁷.

O empreendimento em questão será implantado em local não contemplado por sistema de coleta de esgoto. Porém, conforme planejamento da Concessionária responsável pelos serviços locais de saneamento, há previsão de que haja construção da rede coletora em até 5 anos. Assim, há necessidade de uma solução de tratamento individual para o efluente sanitário a ser gerado, não havendo previsão da geração de efluente industrial.

De acordo com o Instituto de Terras, Cartografia e Geociências – ITCG (2008)⁸, no município em estudo há a ocorrência de latossolos e, em menor escala, de nitossolos. Quanto à profundidade do lençol freático em Maringá, o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (MARINGÁ, 2011)⁹ indica que há uma variação entre 40 e 60 metros.

De modo a embasar o projeto do sistema de

tratamento e disposição do efluente, o empreendedor encomendou um teste para a determinação da permeabilidade do solo local, a qual resultou em uma taxa de absorção de 0,065 m³.m⁻².dia⁻¹.

Dimensionamento do Sistema de Tratamento de Efluentes

O dimensionamento das unidades do sistema foi realizado em consonância com as preconizações das ABNT NBR 7.229:1993 (ABNT, 1993)⁴ e ABNT NBR 13.969:1997 (ABNT, 1997)⁵, bem como com as indicações de instalação e manutenção pertinentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concepção do Sistema de Tratamento

Tendo em vista que o efluente sanitário a ser tratado será encaminhado, futuramente, à rede de coleta

pública, optou-se por um arranjo de tratamento e disposição composto por tanque séptico e sumidouro, o qual será utilizado em caráter temporário. A proposta é arrimada pela eficiência satisfatória do tratamento, bem como pelo seu baixo custo de implantação e manutenção. Justifica-se a escolha do sumidouro para a disposição do efluente devido a utilização de menor área do que seria necessário se utilizadas valas de infiltração.

Tanque séptico

Para a determinação do volume útil do tanque séptico, deve-se utilizar a Equação 1 expressa pela ABNT NBR 7.229:1993 (ABNT, 1993)⁴.

$$V = 1000 + N(C \times T + K \times Lf) \tag{1}$$

Em que:

V = volume útil, em litros;

N = número de pessoas ou unidades de contribuição;

C = contribuição de despejos, em litro/pessoa ao dia;

T = período de detenção, em dias;

K = taxa de acumulação de lodo digerido, em dias, e

Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa ao dia.

Caracterizando-se os 40 futuros trabalhadores do empreendimento (N) como ocupantes temporários de fábricas em geral, obtém-se uma contribuição diária, conforme indicações da ABNT NBR 7.229:1993 (ABNT, 1993)⁴, de 0,3 litros de lodo fresco por pessoa (Lf) e de 70 litros de esgoto per capita (C). Logo, tem-se uma contribuição diária total de 2,8 m³ de esgoto, o que demanda um período de detenção equivalente a 0,92 dias (T). Conforme realidade climática local, em que a temperatura média no mês mais frio varia de 10 a 20°C (ABNT, 1997)⁵, e definindo-se o intervalo de limpeza do tanque a cada 1 ano, de modo que a unidade

ocupe menor espaço, tem-se a taxa de acumulação total de lodo (K) igual a 65 dias.

Assim, utilizando-se a Equação 1, tem-se um volume útil de 4.356,0 L. Haja vista o volume em questão, sugere-se a utilização de um tanque séptico de câmara única de formato cilíndrico para minimizar a área útil em favor da profundidade.

Quanto aos aspectos construtivos, aconselha-se o uso de concreto armado, com espessura de 0,10 m para a laje de cobertura, sendo prevista uma abertura para inspeção, com tampão hermeticamente fechado, de diâmetro de 0,60 m ao nível do terreno. Prevê-se a execução das paredes e do fundo do tanque em concreto armado com espessura de 0,20 m. É importante a previsão de fundo com caimento para o centro visando facilitar os trabalhos de remoção do lodo depositado.

Consoante ABNT NBR 7.229:1993 (ABNT, 1993)⁴, deve ser prevista abertura de inspeção do tanque séptico com diâmetro de ao menos 0,60 m, a qual permitirá a remoção do lodo e da escuma acumulados, assim como a eventual desobstrução dos dispositivos internos de entrada e de saída.

Respeitando-se a faixa de profundidade útil aplicável ao caso, de 1,20 m até 2,20 m (ABNT, 1993)⁴, foram adotadas as seguintes dimensões: 2,20 m de profundidade útil (h); 2,70 m de profundidade total (H); 1,60 m de diâmetro interno (d); e 2,00 m de diâmetro total (D), o que resultou em um volume útil projetado de 4,42 m³.

A Figura 2 demonstra detalhes do dimensionamento, incluindo os dispositivos de entrada e saída, conforme norma técnica.

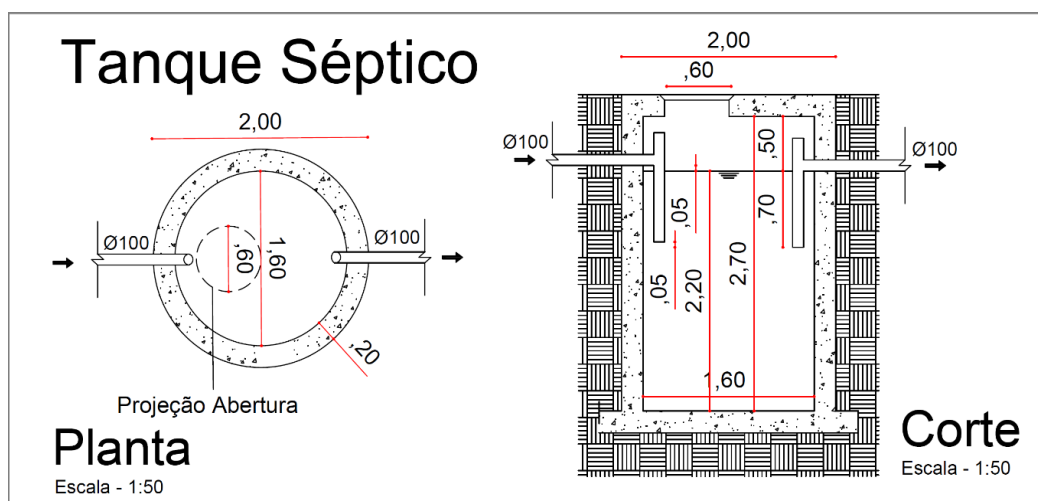


Figura 2. Planta e corte esquemático do tanque séptico. Fonte: O autor (2023)

Sumidouro

A área de infiltração necessária ao sumidouro, segundo ABNT NBR 13.969:1997 (ABNT, 1997), foi calculada por meio da Equação 2.

$$A = V/K \tag{2}$$

Em que:

A = área de infiltração em m², para o sumidouro;

V = volume de contribuição diária em m³.dia⁻¹; e

K = taxa máxima de aplicação do coeficiente de infiltração, em m³.m².dia⁻¹.

Sendo a taxa de absorção do solo igual a $0,065 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, tem-se uma área de infiltração de $43,08 \text{ m}^2$, a qual deve considerar a área vertical interna do sumidouro abaixo da geratriz inferior da tubulação de lançamento, acrescida da superfície do fundo. Propõe-se a construção de dois poços de mesma dimensão, em paralelo. Assim, o efluente que sai do tanque séptico é encaminhado aos poços absorventes após passar por caixa de distribuição.

Para a construção de cada unidade, sugere-se o uso de tijolos furados para as paredes e de concreto armado para a construção da laje, com espessura de $0,10 \text{ m}$, e abertura para inspeção com tampão, hermeticamente

fechado, ao nível do solo de diâmetro de $0,60 \text{ m}$. Aconselha-se o enchimento do fundo em brita nº 4 (32 a 76 mm) com altura de $0,50 \text{ m}$.

Portanto, foram definidas as dimensões dos poços absorventes de modo a garantir área de infiltração suficiente ($43,3 \text{ m}^2$), distância superior a $1,50 \text{ m}$ entre o fundo dos poços e o nível do aquífero e diâmetro interno das unidades superior a $0,30 \text{ m}$ (ABNT, 1997)⁵, como sendo: $3,50 \text{ m}$ de profundidade útil (h); $4,00 \text{ m}$ de profundidade total (H); $1,75 \text{ m}$ de diâmetro interno (d); e $2,15 \text{ m}$ de diâmetro total (D), tal como representado na Figura 3.

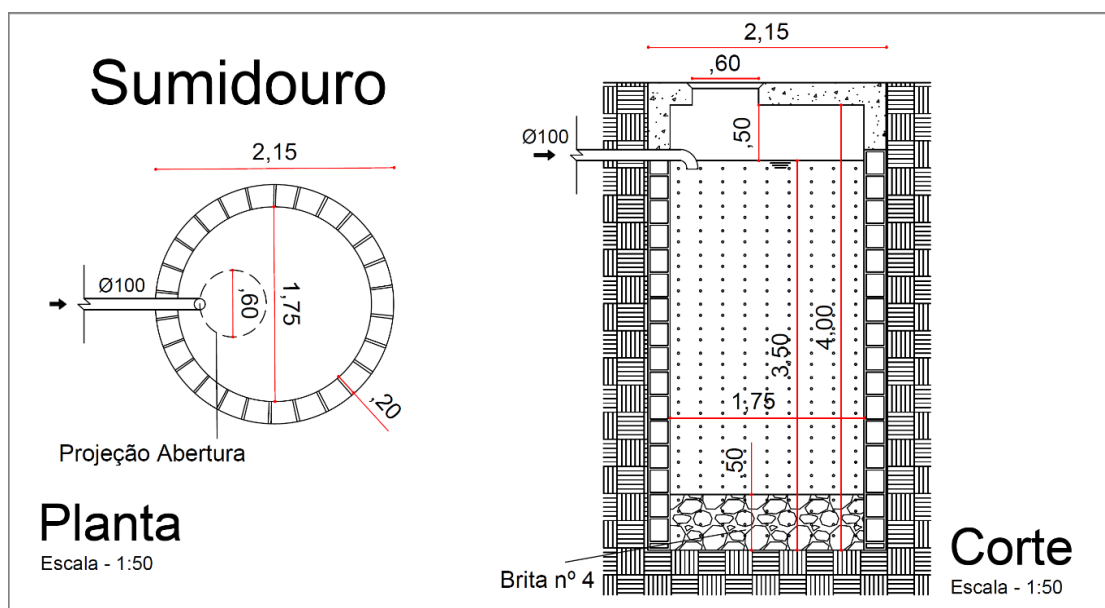


Figura 3. Planta e corte esquemático do sumidouro. Fonte: O autor (2023)

Instalação e Manutenção do Sistema

A ABNT NBR 7.229:1993 (ABNT, 1993)⁴ solicita que o tanque séptico deve conter uma placa de identificação com as informações referentes à identificação do construtor e data de fabricação; temperatura de referência utilizada; e respectivas condições de utilização (número de usuários utilizados para o dimensionamento do sistema e intervalos de limpeza permissíveis). Também, antes de entrar em funcionamento, deve-se conduzir ensaio de estanqueidade. A estanqueidade é medida pela variação do nível de água, após preenchimento, até a altura da geratriz inferior do tubo de saída, decorridas 12 h . Se a variação for superior a 3% da altura útil, a estanqueidade é suficiente, devendo-se proceder à correção de trincas, fissuras ou juntas. Após a correção, novo ensaio deve ser realizado.

Ainda, os procedimentos de limpeza devem ser realizados adequadamente visando a saúde e segurança dos profissionais responsáveis. A disposição de lodo e de espuma O lançamento do lodo digerido, em Estações de Tratamento de Efluentes (ETE) ou em

pontos determinados da rede coletora de esgotos, é sujeito à aprovação e regulamentação por parte do órgão responsável pelo esgotamento sanitário na área considerada.

Quanto aos sumidouros, chama-se atenção à problemática da comaltação das suas superfícies internas, o que pode demandar a substituição por novas unidades. Para tanto, recomenda-se a exposição ao ar livre das paredes internas dos poços substituídos, durante ao menos seis meses, para permitir a recuperação da capacidade de infiltração da unidade (ABNT, 1997)⁵.

Para definir o local de instalação do sistema de tratamento, deve-se levar em conta os distanciamentos mínimos a partir do tanque séptico (ABNT, 1993)⁴ e dos sumidouros (ABNT, 1997)⁵ de $1,50 \text{ m}$ de construções, limites de terreno e ramal predial de água e entre as paredes das próprias unidades de tratamento e de disposição de efluentes; $3,0 \text{ m}$ de árvores e de qualquer ponto de rede de abastecimento de água; e $15,0 \text{ m}$ de poços freáticos e de corpos hídricos de qualquer natureza.

Para este estudo, entende-se como mais adequado que o sistema seja instalado próximo ao alinhamento predial (Figura 4), de modo que a futura adaptação do

sistema para envio do efluente à rede pública demande menor adequação interna.

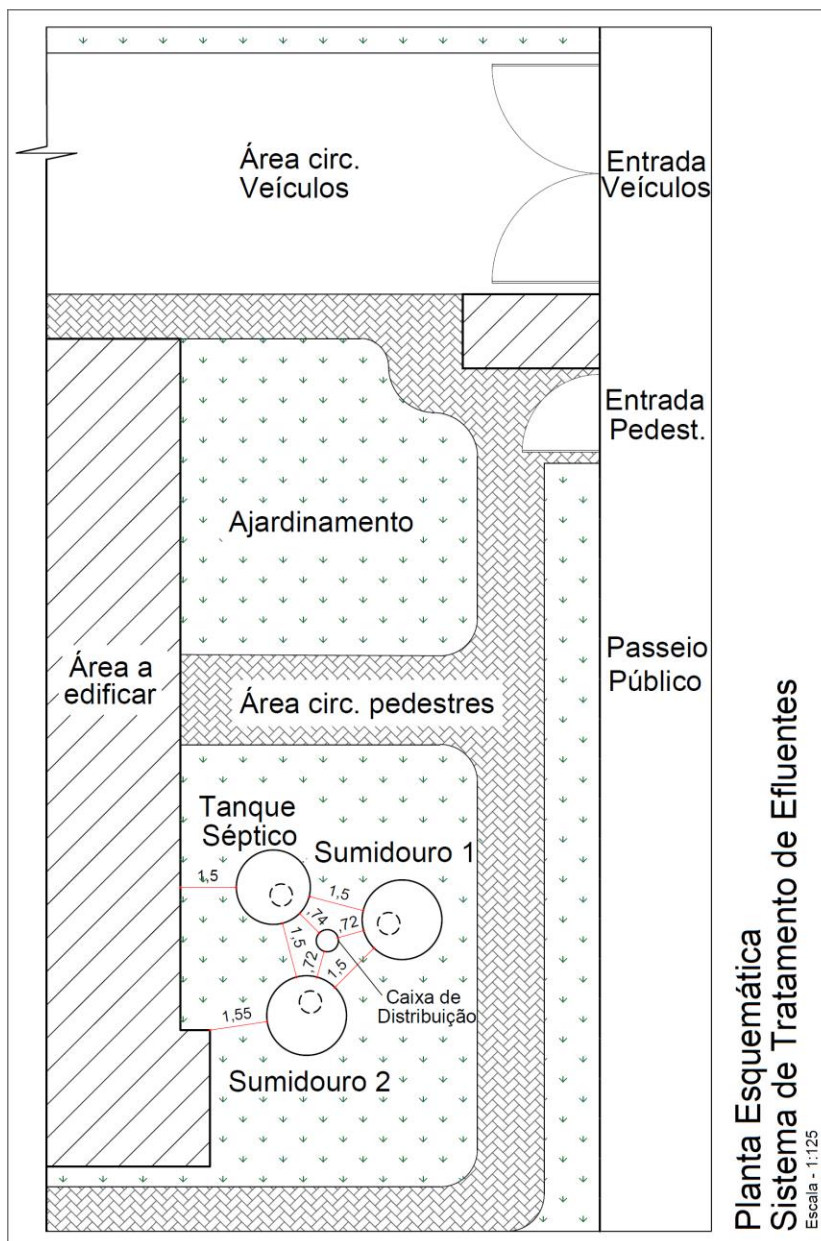


Figura 4. Planta esquemática da localização do sistema de tratamento de efluentes. Fonte: O autor (2023)

4. CONCLUSÃO

Com base na normatização técnica, concebeu-se proposta de uma solução individual de tratamento e disposição do efluente sanitário a ser gerado por um empreendimento industrial. Face à contribuição diária de $2,8 \text{ m}^3$, dimensionaram-se um tanque séptico com volume útil de $4,42 \text{ m}^3$ e dois sumidouros com área de infiltração de $43,3 \text{ m}^2$.

Observando a variedade de fatores levados em consideração no dimensionando de sistemas de tratamento de efluentes, destaca-se a importância da atuação de profissionais de engenharia na elaboração destes projetos, sendo esse um fator fundamental à

promoção de soluções embasadas tecnicamente e viáveis às demandas dos usuários.

REFERÊNCIAS

- [1] Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2021. Brasília, 2022.
- [2] Brasil. Lei Nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá

- outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 jan 2007.
- [3] Hartmann CM, Andreoli CV, Edwiges T, Lupatini G, Andrade Neto CO. Definições, histórico e estimativas de geração de lodo séptico no Brasil. In: ANDREOLI, C.V. (Org.). Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: Ed. ABES, 2009. 388 p.
- [4] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7.229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, 1993.
- [5] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, 1997.
- [6] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. IBGE Cidades - Bebedouro –SP. 2021. [acesso 16 maio 2023]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/maringa/panorama>
- [7] Maringá. Mapa de diretrizes de arruamento. Prefeitura Municipal - Secretaria de Planejamento, 2010.
- [8] ITCG - Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. Solos - Estado do Paraná. Curitiba, PR: ITCG, 2008.
- [9] Maringá. Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB. Prefeitura Municipal, 2011.