

DIRETRIZES PARA CADASTRO TÉCNICO DE REDES PÚBLICAS DE ESGOTO: UM SERVIÇO PRIORITÁRIO NO BRASIL

GUIDELINES FOR TECHNICAL NETWORK REGISTRATION PUBLIC SEWAGE PLANTS: A PRIORITY SERVICE IN BRAZIL

Kleber Oliveira Lopes 1

Aymara Gracielly Nogueira Colen 2

Fabricio Machado Silva 3

Resumo: O cadastro técnico de redes públicas de esgoto no Brasil tem importância fundamental para garantir um bom planejamento, gestão e manutenção dos sistemas de saneamento básico. O artigo propõe uma análise das diretrizes essenciais para esse cadastro. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, análise documental das legislações pertinentes, consulta a websites governamentais e normas vigentes, são oferecidas recomendações concretas para aprimorar a qualidade e a confiabilidade do cadastro, destacando principalmente a coleta e análise de dados por meio de sistemas de informações e sensoriamento remoto. Essas diretrizes visam enfrentar os desafios e particularidades enfrentados no contexto brasileiro, contribuindo assim para o avanço e a eficácia das políticas de saneamento e infraestrutura no país.

Palavras-chave: Cadastro Técnico, Redes Públicas de Esgoto, Saneamento Básico, Brasil.

Abstract: The technical registration of public sewage networks in Brazil is fundamentally important to ensure good planning, management, and maintenance of basic sanitation systems. The article proposes an analysis of the essential guidelines for this registration. Through a systematic literature review, documentary analysis of relevant legislation, consultation of government websites, and current standards, concrete recommendations are offered to improve the quality and reliability of the registration. The focus is mainly on data collection and analysis through information systems and remote sensing. These guidelines aim to address the challenges and specificities faced in the Brazilian context, thereby contributing to the advancement and effectiveness of sanitation and infrastructure policies in the country.

Keywords: Technical Registry, Public Sewage Networks, Basic Sanitation, Brazil.

1 - Acadêmico de Engenharia Civil - Centro Universitário UNITOP, Palmas, TO. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2920393742622395> ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9408-7076> E-mail: kleberoliver27@hotmail.com

2 - Dr^a Tecnologia Ambiental, Eng. Ambiental, Mestre AgroEnergia (Biomassa Residual do Agro(Industrial) e do Saneamento), Especialista Inovação Tecnológica. Professora e Pesquisadora do Curso de Engenharia Civil - Centro Universitário UNITOP. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1142902896675039>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7173-4680>. E-mail: eng.colen@gmail.com

3 - Dr. Tecnologia Ambiental, Eng. Civil, Ambiental, de Produção e de Segurança do Trabalho. Professor, Pesquisador e Coordenador do Curso de Engenharia Civil - Centro Universitário UNITOP. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0308861058772993>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8963-6659>. E-mail: fabricio_amb@yahoo.com.br

Introdução

Desde os tempos mais remotos da história humana, quando as primeiras comunidades começaram a se estabelecer em áreas urbanas, a gestão das águas residuais tornou-se uma preocupação primordial. Por volta de 3750 a.C. foram construídas redes de esgoto em Nipur (Índia) e na Babilônia, marcando um dos primeiros registros históricos do saneamento. O uso de tubos cerâmicos já era conhecido por volta de 3100 a.C. (AZEVEDO NETTO, 1984).

No período da Roma Imperial, algumas residências tinham conexões diretas com os canais de esgoto. No entanto, devido à responsabilidade individual de cada morador, nem todas as casas contavam com essa infraestrutura, o que resultou em um sistema de saneamento desigual (METCALF e EDDY, 1977). Já na Idade Média, não houve avanços significativos, especialmente no tratamento de esgotos. O desconhecimento da microbiologia e a falta de investimento em infraestrutura contribuíram para o descaso generalizado. Essa negligência teve consequências graves, como as epidemias que assolaram a Europa entre os séculos XIII e XIX, coincidindo com o crescimento desordenado das cidades (SAWYER e MCCARTY, 1978).

Em um cenário atual em que as etapas de um sistema, coleta, tratamento, destinação e disposição adequada de esgotos ainda representam muitos entraves e desafios significativos no Brasil. Por isso, a adoção de uma abordagem sistemática e direcionada para o cadastro técnico das redes se mostram essenciais.

Conforme NBR 12587 o cadastro técnico é o conjunto de informações fiéis de uma instalação, apresentado através de textos e representações gráficas em escala conveniente. O Sistema de esgotamento sanitário compõe canalizações, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, tratar e encaminhar os esgotos sanitários a um destino final, compreendendo unidades não-lineares ou localizadas e unidades lineares ou não-localizadas (ABNT, 1992).

O argumento central sustenta que seguir as diretrizes delineadas para o cadastro técnico de redes públicas de esgoto pode ser a chave para superar os desafios atuais enfrentados no setor, contribuindo para a mitigação de impactos ambientais, a proteção da saúde pública e o desenvolvimento sustentável.

Ao seguir rigorosamente essas diretrizes, é possível superar as limitações comuns enfrentadas no planejamento e operação das redes de esgoto, tais como a falta de dados precisos e atualizados sobre a infraestrutura de esgoto, a ausência de informações geoespaciais detalhadas e a dificuldade na manutenção preventiva.

O objetivo é oferecer uma contribuição significativa para o avanço do conhecimento e das práticas adotadas no campo do saneamento básico, fornecendo orientações claras e direcionadas para a elaboração e gestão eficaz e proativa do cadastro técnico de redes públicas de esgoto, visando promover uma melhoria tangível na qualidade de vida das populações atendidas e na sustentabilidade ambiental das regiões abrangidas.

Metodologia

Coleta e Tratamento de Dados

O estudo é do tipo documental e bibliográfico, uma abordagem qualitativa. Realizou-se uma revisão dos documentos técnicos, normativos e científicos, bem como materiais de pesquisa relacionados ao cadastro técnico de redes de esgoto e saneamento. Para construir um entendimento sólido do assunto, foram examinados os elementos informativos dos documentos com dados primários, além de procurar explicações e informações adicionais.

Os dados e informações secundárias foram coletados a partir de pesquisas publicadas em bancos de dados de publicações referenciadas, bem como de dados de pesquisas disponíveis em sites, jornais e revistas, bem como em sites de órgãos governamentais e entidades especializadas como IBGE, ANA, SNIS. Os critérios de inclusão selecionarão documentos pertinentes ao cadastro técnico de redes de esgoto, sendo analisados dados disponíveis que

atendam a esses critérios para embasar as diretrizes.

Análise dos Dados para Diretrizes do Cadastro Técnico

A pesquisa está direcionada ao estudo de dados sobre o cadastro técnico de redes de esgoto, visando compreender o contexto de sua implementação, os instrumentos e métodos utilizados para sua efetivação, e sua contribuição para a gestão e operação eficientes dos sistemas de saneamento básico.

Analisou-se a aplicação de diretrizes específicas para o cadastro técnico, a conformidade com normas e legislações pertinentes, e o impacto do cadastro na tomada de decisões estratégicas no setor de saneamento, na sociedade, na gestão pública e na economia.

A informação sobre a infraestrutura existente foi coletada conforme Quadro 1, incluindo localização geoespacial, tipo de rede, material, diâmetro e profundidade da tradição, conexões e pontos de acesso, fluxo e capacidade, bem como informações topográficas.

Quadro 1. Coleta de Infraestrutura de Redes de Esgotos

Localização Geoespacial	Coordenadas geográficas (latitude e longitude) ou endereço preciso de cada ponto da rede de esgoto.
Tipo de Rede	Identificação se a rede é de coleta de esgoto primária (troncos e interceptores) ou secundária (ramais e coletores), e se é de rede unitária (esgoto e águas pluviais em um único canal) ou separativa (esgoto e águas pluviais em canais distintos).
Material e Diâmetro da Tubulação	Informações sobre o material utilizado na construção das tubulações (como PVC, PEAD, concreto, ferro fundido,) e seus diâmetros.
Profundidade da Rede	Indicação da profundidade da rede de esgoto em relação à superfície do solo.
Condições e Estado de Conservação	Avaliação do estado das tubulações, incluindo possíveis danos, obstruções, vazamentos ou necessidade de reparos.
Conexões e Pontos de Acesso	Localização e tipo de conexões com outras redes (por exemplo, águas pluviais, água potável) e pontos de acesso (como terminal de limpeza, caixas de passagem, tubo de inspeção e limpeza “poços de visita”).
Terminal de Limpeza (IL)	Tubo que permite a introdução de equipamento de limpeza e substitui o poço de visita no início dos coletores.
Caixa de Passagem (CP)	Câmara sem acesso localizadas em curvas e mudanças de declividade
Tubo de Inspeção e Limpeza (TIL)	Dispositivo não visitável que permite inspeção e introdução de equipamentos de limpeza.
Fluxo e Capacidade	Informações sobre o fluxo de esgoto na rede, capacidade de transporte e possíveis sobrecargas em períodos de chuvas.
Informações Topográficas	Detalhes sobre o relevo e inclinação do terreno, que podem influenciar no fluxo e na capacidade da rede de esgoto.

Fonte: TSUTIYA e SOBRINHO (2011, p. 6).

Tipos de Traçados de Rede

O traçado da rede de esgotos é intimamente influenciado pela topografia urbana, uma vez que o escoamento segue a inclinação natural do terreno, influenciando diretamente na eficiência do sistema de coleta e transporte de esgoto, garantindo o correto funcionamento do sistema e minimizando os impactos ambientais. Dessa forma, segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), os principais tipos de traçado de rede incluem:

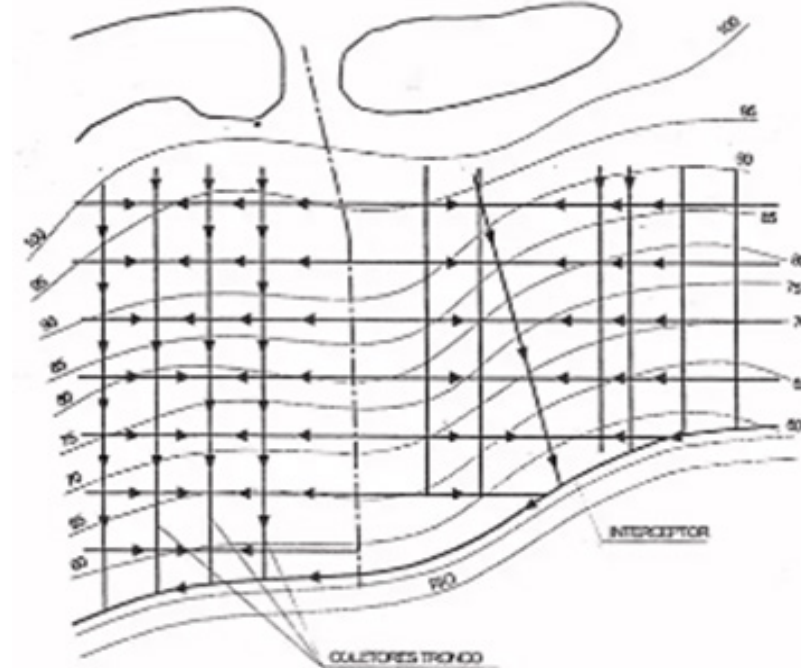
Perpendicular (Figura 1):

Em cidades atravessadas ou circundadas por cursos de água. A rede de esgotos compõe-se de vários coletores tronco independentes, com traçado mais ou menos perpendicular ao curso de água. Um interceptor marginal deverá receber esses coletores, levando os efluentes ao destino adequada. A conformação topográfica acarreta a existência de diversos coletores principais, aproximadamente perpendiculares ao interceptor (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011, p.15).

Leques (Figura 2):

É o traçado próprio a terrenos acidentados. Os coletores troncos correm pelos fundos dos vales ou pela parte baixa das bacias e nele incidem os coletores secundários, com um traçado em forma de leque ou fazendo lembrar uma espinha de peixe. Na Figura tem-se a indicação do sistema viário principal de uma cidade que se desenvolve em terreno acidentado, com diversas sub-bacias. A cidade de São Paulo é um exemplo característico desse tipo de rede (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011, p.15).

Figura 1. Traçado da rede de esgotos em topografia urbana (Perpendicular)



Fonte: TSUTIYA e SOBRINHO (2011).

Figura 2. Traçado da rede de esgotos em topografia urbana (Leque

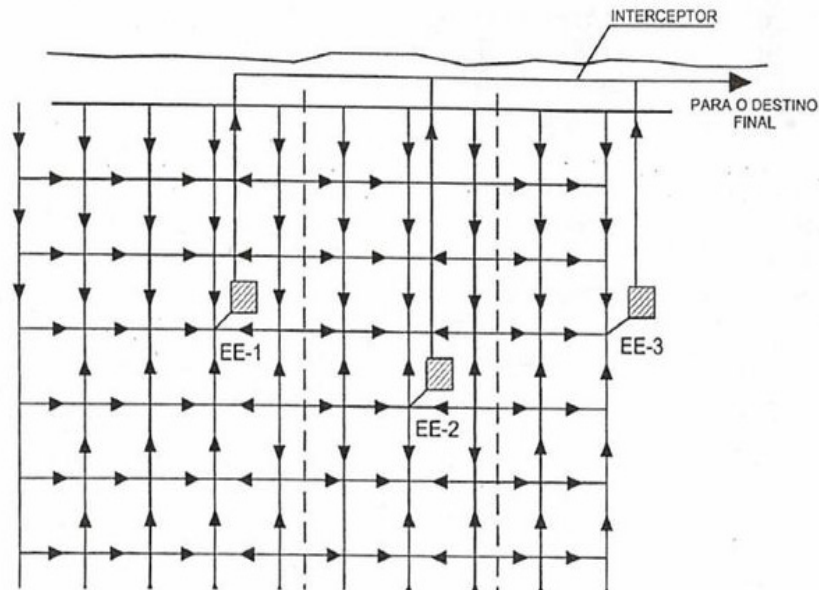


Fonte: TSUTIYA e SOBRINHO (2011).

Radial ou distrital (Figura 3):

É o sistema característico de cidades planas. A cidade é dividida em distritos ou setores independentes; em cada um criam-se pontos baixos, para onde são dirigidos os esgotos. Dos pontos baixos, o esgoto é recalcado, ou para o distinto vizinho, ou para o destino final. Exemplos de cidades que possuem esse tipo de rede são: Santos, Guarujá e Rio de Janeiro (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011, p.15).

Figura 3. Traçado da rede de esgotos em topografia urbana (Radial ou distrital)



Fonte: TSUTIYA e SOBRINHO (2011).

Geotecnologias

O sensoriamento remoto é uma ferramenta ou técnica análoga à matemática. Envolve

o uso de sensores sofisticados para capturar a quantidade de energia eletromagnética que é emitida por um objeto ou área geográfica a distância. Em seguida, a extração de informações relevantes desses dados é realizada utilizando algoritmos fundamentados em conceitos matemáticos e estatísticos. Essa prática é considerada uma atividade científica (FUSSELL et al., 1986).

Segundo Evlyn 2010, o sensoriamento remoto é a obtenção de informações sobre um objeto sem a necessidade de contato físico com o mesmo.

A utilização de sensores visa a captura de imagens do ambiente a ser monitorado, com o objetivo de coletar e analisar dados relevantes para a detecção de sistemas de esgoto.

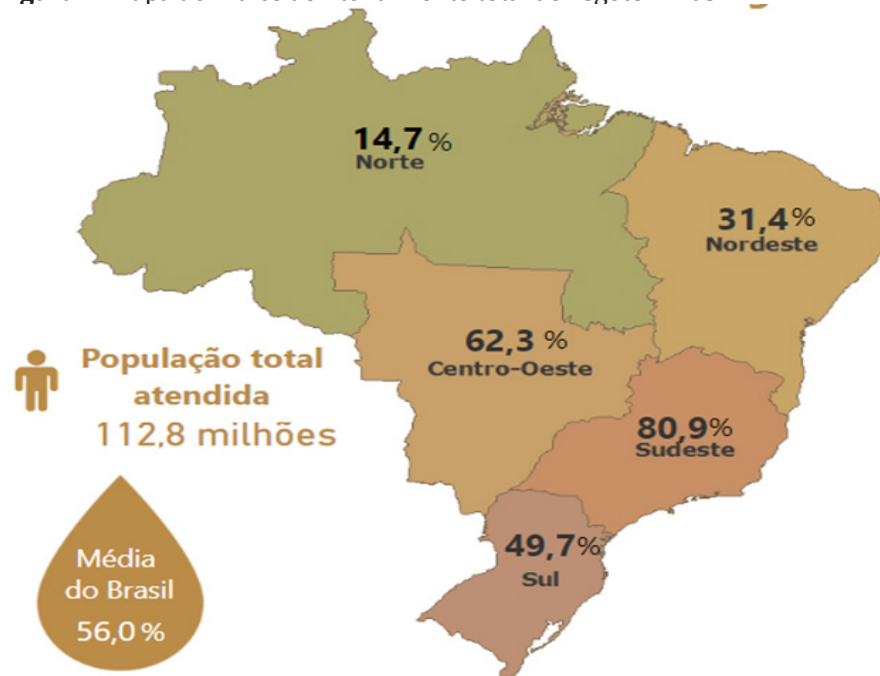
A captura, armazenamento, análise e visualização de dados geoespaciais relacionados à rede de esgoto são possíveis com SIGs. Eles fornecem uma plataforma sólida para a gestão e integração de informações de localização, o que facilita a tomada de decisões baseadas em mapas e análises espaciais.

Resultados e Discussão

Serviço do Esgoto no Brasil

O Brasil enfrenta grandes problemas na coleta e tratamento do esgoto. A maioria das pessoas ainda não tem acesso adequado a esses serviços, apesar dos avanços nos últimos anos. De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), parte significativa dos municípios brasileiros ainda não possui cobertura total de coleta de esgoto. Além disso, mesmo onde há coleta, nem sempre o tratamento é realizado de forma adequada, o que agrava os impactos ambientais e de saúde pública (Figura 4).

Figura 4. Mapa do Índice de Atendimento total de Esgoto - Brasil

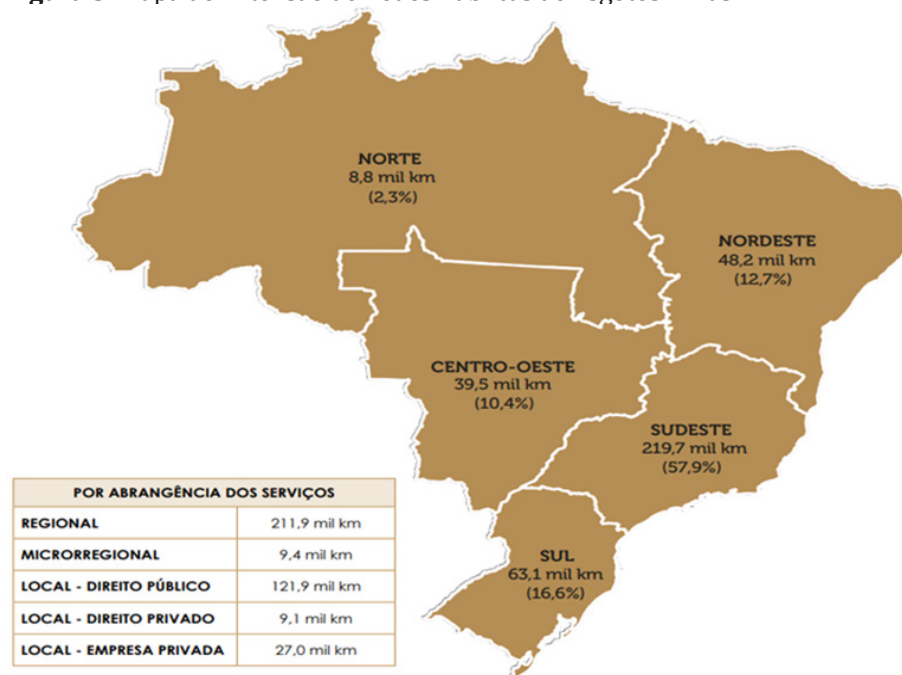


Fonte: SNIS (2022).

Os dados sobre as redes de esgoto no Brasil mostram uma realidade cruel, apesar do aumento de aproximadamente 35% no valor investido no sistema de saneamento em um ano, ainda existem grandes lacunas a serem preenchidas.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a cobertura de redes de esgoto é insuficiente em todo o país (Figura 5).

Figura 5. Mapa de Extensão de Redes Públicas de Esgotos - Brasil



Fonte: SNIS (2022).

Concepção do Sistema de Esgotamento Público de Esgotos

A concepção do sistema de esgoto sanitário (Quadro 2) envolve o planejamento e design de infraestruturas para coleta, transporte, tratamento e disposição adequada de efluentes (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

Quadro 2. Concepção de um Sistema de Esgoto Sanitário

Rede coletora	Conjunto de canalizações destinadas a receber e conduzir os esgotos dos edifícios; o sistema de esgotos predial se liga diretamente à rede coletora por uma tubulação chamada coletor predial. A rede coletora é composta de coletores secundários, que recebem diretamente as ligações prediais, e, coletores troncos. O coletor tronco é o coletor principal de uma bacia de drenagem, que recebe a contribuição dos coletores secundários, conduzindo seus efluentes a um interceptor ou emissário
Interceptor	Canalização que recebe coletores ao longo de seu comprimento, não recebendo ligações prediais diretas
Emissário	Canalização destinada a conduzir os esgotos a um destino conveniente (estação de tratamento c/ou lançamento) sem receber contribuições em marcha:
Sifão invertido	Obra destinada à transposição de obstáculo pela tubulação de esgoto, funcionando sob pressão
Corpo de água receptor	Corpo de água onde são lançados os esgotos
Estação elevatória	Conjunto de instalações destinadas a transferir os esgotos de uma cora mais baixa para outra mais alta
Estação de tratamento	Conjunto de instalações destinadas a depuração dos esgotos, antes de seu lançamento.

Fonte: TSUTIYA e SOBRINHO (2011).

Elaboração do Cadastro Técnico de Redes Públicas de Esgotos (RDE)

É fundamental definir claramente o escopo e os objetivos do cadastro técnico de redes públicas de esgoto após a análise das leis e regulamentos encontrados. Isso inclui decidir quais dados serão registrados, para que o cadastro seja usado e para que fim:

- Planejamento Urbano:
- Gestão de Recursos:
- Manutenção Preventiva:
- Resposta a Emergências:
- Controle de Qualidade:
- Tomada de Decisão:
- Conformidade Regulatória:
- Planejamento de Serviços:

Além disso, é crucial considerar a integração do cadastro com outros sistemas e bases de dados existentes, a fim de garantir a interoperabilidade e a maximização do seu valor para a tomada de decisão e o aprimoramento contínuo dos serviços de saneamento básico.

Quando o escopo é definido, o próximo passo é coletar dados e informações sobre as redes de esgoto da região de interesse. A informação sobre a infraestrutura existente é coletada em detalhes, incluindo localização geoespacial, tipo de rede, material, diâmetro e profundidade da tradição, conexões e pontos de acesso, fluxo e capacidade

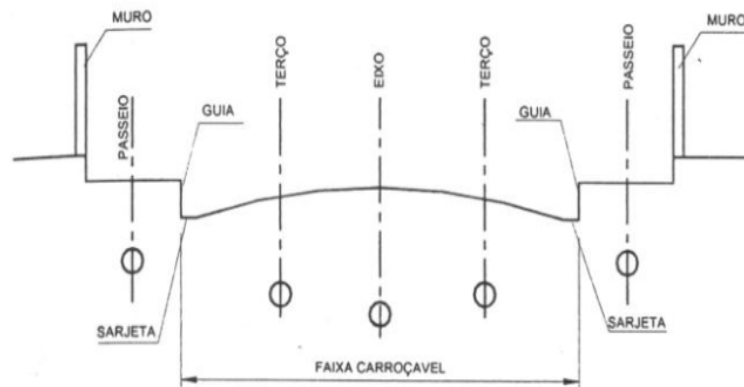
Cotas Topográficas e Localização da Tubulação na Via Pública

A Cartografia tem como função auxiliar a localização das instalações cadastradas. Convencionou-se que os documentos de cadastro técnico sejam feitos preferencialmente por cruzamentos, visto que a maior parte das peças das redes estão localizadas na intersecção de logradouros. A base cartográfica (logradouros, edificações, etc) é obtida diretamente da cartografia do SIGNOS, aumentando-se a confiabilidade do desenho, assegurando-se que a geometria do documento seja compatível com a realidade em campo (SABESP, 2024).

Tsutiya e Neto (1985), alertam que áreas com topografia essencialmente plana tendem a possuir redes de esgotamento sanitário com baixa declividade e por consequência redução da capacidade de transporte do efluente que pode obstruir a rede, contribuindo para o surgimento de sulfeto de hidrogênio o qual, ao longo do tempo, corrói as paredes das tubulações, além de possuir elevada toxidez.

A rede coletora de esgoto pode ser instalada em cinco posições distintas: no eixo da via, no terço par, no terço ímpar, no lado do passeio par ou no lado do passeio ímpar (Figura 6). A definição de par ou ímpar é estabelecida pela numeração dos edifícios da rua, conforme determinação oficial (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

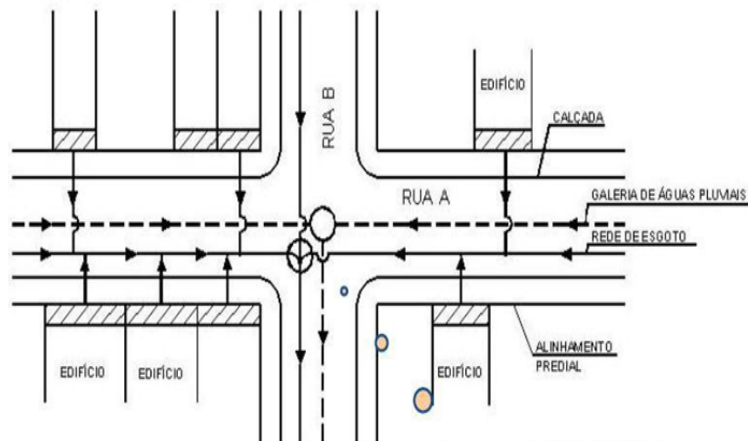
Figura 6. Localização dos coletores na via pública.



Fonte: TSUTIYA e SOBRINHO (2011).

Quando há apenas uma tubulação de esgoto sanitário na rua, ela pode ser instalada no centro do leito carroçável ou posicionada lateralmente, a uma distância de 1/3 da largura entre o centro e o meio-fio, caso o centro esteja ocupado por galerias.

Figura 7. Localização da rede de esgoto em planta.



Fonte: TSUTIYA e SOBRINHO (2011).

Na Figura 7, a rede de esgoto sanitário é representada por um traço contínuo, com a direção do fluxo indicada. A posição da tubulação de esgoto está marcada em planta, em um cruzamento de duas ruas, com a presença de uma galeria pluvial (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

Dependendo das condições da via pública, pode-se optar por assentar uma tubulação simples (rede simples) ou até duas tubulações (rede dupla).

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), as condições em que é recomendável em cada caso são descritas a seguir.

Rede dupla:

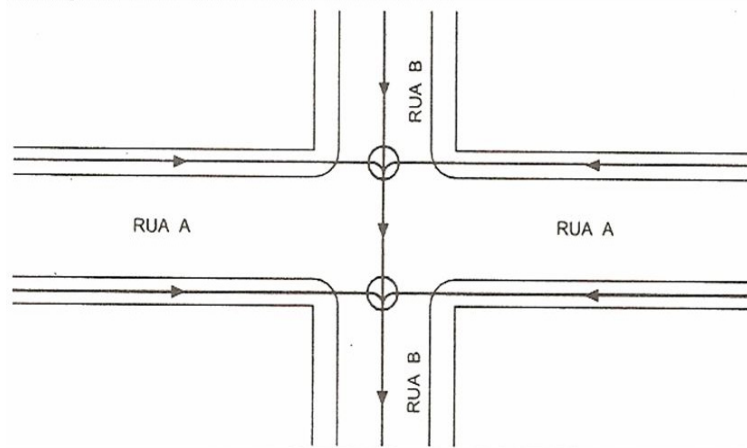
Utilizada quando ocorre pelo menos uma das seguintes situações:

- Via com tráfego intenso.
- Vias com largura entre os alinhamentos dos lotes igual ou superior a 14m para ruas asfaltadas, ou 18 m para ruas de terra;
- Vias com interferências que impossibilitem o assentamento do coletor no Leito carroçável, ou que constituam empecilho à execução das ligações prediais. Nesses casos, a tubulação poderá ser assentada no passeio, desde que a sua largura seja de preferência superior a 2,0 m e a profundidade do coletor não exceda a 2,0 m ou a 2,5 m, dependendo do tipo de solo, e que não existam interferências que dificultem a obra. Na impossibilidade de adoção de tal solução, a rede poderá ser lançada no

leito carroçável, próximo a sarjeta (terço da rua) (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011, p.21).

A rede dupla pode estar localizada no passeio, no terço da rua, ou uma rede no passeio e outra no terço da rua. A situação de um cruzamento, em que uma das ruas possui tubulação dupla, é indicada na Figura 8.

Figura 8. Traçado da rede dupla de esgotos.



Fonte: TSUTIYA e SOBRINHO (2011).

Também é considerada a instalação de uma rede dupla quando os coletores atingem dimensões maiores e exigem tubos de concreto (diâmetro ≥ 400 mm). Nesses casos, esses tubos não são conectados diretamente às ligações prediais. O mesmo ocorre para coletores localizados em profundidades maiores que 4 metros. A Figura 9 ilustra essa situação (TSUTIYA e SOBRINHO, 2011).

Figura 9 - Rede dupla em paralelo com coletor tronco ou com coletor profundo

Concepção do traçado da rede de esgotos

Localização dos coletores na via pública (rede dupla)

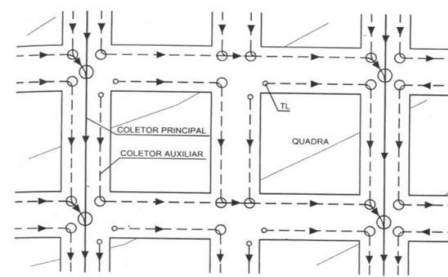


Figura 2.9 - Rede dupla em paralelo com coletor tronco ou com coletor profundo.

Fonte: TSUTIYA e SOBRINHO (2011).

Rede simples:

Nesse tipo de rede, as tubulações geralmente são instaladas no centro do leito carroçável ou no terço da rua, seguindo o trajeto mais adequado de acordo com as características da via e da área urbana.

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), a rede simples é empregada quando nenhuma das

situações mencionadas na rede dupla anteriormente se aplica. Os coletores serão instalados no centro do leito carroçável ou no terço deste. Se houver soleiras negativas em um dos lados da rua, o coletor deverá ser colocado no terço correspondente.

Utilização de Tecnologias de Informação

O cadastro técnico de esgoto deve conter a representação mínima das redes, peças, equipamentos e outros ativos que compõe um Sistema de coleta e transporte de esgotamento sanitário. Assim, a entrega em padrão de Sistema de Informações Geográficas (SIG) deve contemplar as informações levantadas (SANEAGO, 2022).

“Também conhecido como GIS (do inglês Geographic Information System), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) realizam o tratamento de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados – localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. De modo geral, pode-se dizer que um SIG tem os seguintes componentes: Interface com usuário; Entrada e integração de dados; Funções de processamento gráfico e de imagens; Visualização e plotagem; Armazenamento e recuperação de dados (organização sob a forma de um banco de dados geográficos) (ReCESA, Nivel 2).

É altamente aprimorado a adoção de tecnologias de informação avançadas para melhorar a gestão e a atualização contínua do cadastro técnico. Essas tecnologias incluem: Sistemas de Informações Geográficas (SIG):

A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na gestão dos sistemas de Esgoto, facilita diversas funções relacionadas ao controle e monitoramento integrado do sistema. Segundo ReCESA, estas funções incluem:

- Registro dos resultados de medições e análises laboratoriais.
- Checagem e comparação imediata dos resultados com normas legais e padrões de qualidade para lançamento.
- Visão completa da eficiência de cada etapa do sistema de tratamento, permitindo identificar instantaneamente pontos com problemas ou mau funcionamento.
- Elaboração e processamento de resultados ao longo do tempo, possibilitando a identificação de tendências na qualidade do esgoto bruto e tratado.
- Conexão entre a qualidade do esgoto bruto e tratado e possíveis fontes de emissão de cargas poluidoras.

O uso de SIGs oferece uma abordagem integrada e eficiente para a gestão do sistema, permitindo uma análise detalhada e uma tomada de decisões mais precisa em relação ao tratamento de esgotos. (ReCESA, Nivel 2).

Aplicativos Móveis de Coleta de Dados

A quarta revolução na computação emerge após os marcos dos grandes centros de processamento de dados da década de 1960, o surgimento de terminais na década de 1970 e o estabelecimento das redes de computadores na década de 1980 (MATEUS; LOUREIRO, 2004).

Usando dispositivos móveis, como smartphones ou tablets, as equipes de campo podem coletar e atualizar dados diretamente no local com aplicativos móveis. Isso reduz os erros e garante que os dados sejam atualizados em tempo real, agilizando o processo de coleta de dados.

Inteligência Artificial (IA) e Análise de Dados

A Inteligência Artificial (IA) é uma subárea da Ciência da Computação dedicada à investigação e desenvolvimento de sistemas computacionais que podem emular características do intelecto humano, tais como capacidade de raciocínio, percepção, tomada de decisões e resolução de problemas (SILVA, 2013).

Técnicas de IA e análise de dados podem ser aplicadas para extrair insights úteis a partir de grandes volumes de dados do cadastro técnico de esgoto. Isso inclui a detecção de padrões, previsão de falhas e otimização de processos de manutenção e operação da rede.

O uso dessas ferramentas ajuda a melhorar a organização e a estruturação dos dados, tornando mais fácil visualizar e analisar os dados cadastrados e promover uma gestão mais eficaz e dinâmica das redes de esgoto. A integração de tecnologias de informação ajuda a otimizar os recursos e melhorar continuamente os serviços de saneamento básico para facilitar a identificação de problemas e a tomada de decisões.

Construção de um Documento Cartográfico

Segundo Rosa (2013), mapas são modelos representativos do mundo real, mas é crucial compreender que também são modelos conceituais que abrangem generalizações da realidade. Nessa perspectiva, os mapas são instrumentos analíticos úteis que auxiliam os pesquisadores a visualizar o mundo real sob uma nova luz ou até mesmo a proporcionar-lhes uma visão completamente nova da realidade.

Existem duas fases principais no ciclo de construção de mapas. Primeiramente, o mundo real é sintetizado sob a forma de modelo; em seguida, esse modelo é testado em relação à realidade. Para Rosa (2013), algumas etapas são cruciais na construção precisa de documentos cartográficos elucidados, como:

Tratamento das Informações: Antes de serem utilizadas ou cartografadas, as informações devem ser trabalhadas no espaço estatístico. Pode-se calcular percentagens, agrupamentos de classes, coeficientes, índices, etc. Neste caso, os dados passam a ser derivados. Para que os dados sejam transcritos graficamente, é feita uma classificação. É a generalização ou perda de detalhes, pois não é possível representar tudo. A ideia básica a ser transmitida deve ser de maneira prática e simples.

Definição do Formato da Apresentação Definitiva: Esta etapa deve ser pensada paralelamente à escolha da escala. Esse cuidado evita problemas inerentes a reduções que podem dificultar a leitura da nomenclatura e/ou simbologia. A falta de contraste entre as informações, ou ainda, a forte concentração ou dispersão, conforme o caso, também pode acarretar o mesmo problema. O formato definitivo deverá incluir a identificação completa do documento, a saber, o título (e subtítulo, se necessário), local, a legenda, a escala, a orientação, as coordenadas, a data dos dados, a fonte, o autor, o órgão divulgador e data de publicação. Eventualmente um encarte.

Escolha do Fundo do Mapa: Esta etapa é sempre delicada. O fundo do mapa é o conjunto de traços, específicos ou não, que servem de suporte para as informações que compõem a legenda. Podem ser: limites (políticos, administrativos, naturais), rios, estradas, etc.

Elaboração do Rascunho do Mapa: É de grande utilidade para se testar a escolha da legenda. Os principais problemas que podem ser encontrados no momento da análise do rascunho são: escolha inadequada do fundo do mapa, desajuste entre o fundo do mapa e o tamanho dos símbolos utilizados e superposição de símbolos, tornando a leitura difícil ou impedindo-a de ser realizada. Neste caso deve ser feito um encarte ampliando a região crítica.

Análise Crítica da Qualidade da Representação: É a última etapa na elaboração de um documento cartográfico, onde é feita a avaliação do nível de leitura do documento em relação à informação a ser transmitida. A leitura da(s) informação(ões) mais importante(s) deve ser imediata e global. As informações secundárias serão lidas no nível secundário, ou seja, na leitura detalhada do documento. Se o documento for acompanhado de um texto, uma análise

do conteúdo de ambos poderá verificar eventuais desajustes. Se o documento foi concebido apenas para ilustrar o texto, é o documento que deverá ser corrigido. Porém, se o texto for um comentário do documento cartográfico, é o texto que deverá ser modificado.

Validação e Atualização

Após a criação inicial do cadastro técnico, é necessário realizar processos frequentes para validar e atualizar as informações registradas. Esses processos incluem a verificação cuidadosa da precisão dos dados cadastrados, a identificação e correção de possíveis erros ou inconsistências, e a inclusão de novas informações ao longo do tempo como resultado de mudanças nas redes de esgoto. Ademais, verificar as falhas e soluções (Quadro 3).

Quadro 3. Soluções para redes de esgoto sanitário

FALHAS FREQUENTES	SOLUÇÕES
Dados desatualizados	<p>Implementar sistema integrado de gestão de dados:</p> <p>Utilizar tecnologias de informação geográfica (GIS) e sistemas de gestão de ativos.</p> <p>Atualizar regularmente o sistema para garantir a precisão das informações.</p>
Ausência de padronização	<p>Estabelecer procedimentos padronizados:</p> <p>Definir diretrizes claras para coleta, registro e atualização de dados.</p> <p>Garantir a precisão e completude das informações registradas.</p>
Falta de precisão geoespacial	<p>Realizar levantamentos topográficos periódicos:</p> <p>Utilizar tecnologias como GPS e LiDAR para garantir a precisão geoespacial.</p> <p>Atualizar os dados conforme necessário para refletir as mudanças na infraestrutura.</p>
Incompletude de informação	<p>Investir em capacitação e treinamento:</p> <p>Proporcionar treinamento adequado aos profissionais responsáveis pelo cadastro técnico.</p> <p>Capacitar os funcionários para interpretar e utilizar corretamente os dados registrados.</p>
Falta de integração entre sistemas	<p>Promover a integração do cadastro técnico:</p> <p>Estabelecer interfaces entre o cadastro e outros sistemas de informação.</p> <p>Facilitar o acesso e a troca de dados entre diferentes setores e órgãos.</p>
Falta de capacitação e treinamento:	<p>Estabelecer políticas de manutenção:</p> <p>Utilizar as informações do cadastro para planejar ações de manutenção preventiva e corretiva.</p> <p>Maximizar a eficiência operacional do sistema de esgotamento sanitário.</p>

Fonte: AUTOR (2024).

A validação regular garante que o cadastro seja confiável e importante ao longo do tempo, ou que o torne útil e eficaz na tomada de decisões sobre planejamento, gestão e manutenção de infraestruturas de saneamento básico. A atualização contínua também ajuda a tornar os sistemas de esgoto mais resistentes e adaptáveis às mudanças no ambiente urbano e às demandas da comunidade.

Disponibilização e Acesso às Informações

Por fim, todos os dados do projeto foram compilados em um SIG. Atualmente, pontos, linhas ou polígonos representam cada elemento selecionado no campo, com um conjunto de informações tabulares associadas a eles. Todos os membros da rede de associados têm acesso a esses dados, que foram integrados no banco de dados como o CORSAN.

Como etapa final do processo, é fundamental garantir que as informações contidas no sistema de cadastro estejam acessíveis de maneira transparente para os usuários autorizados. Essa disponibilização pode ser realizada por meio de diversas plataformas, tais como portais online, sistemas de informações públicas e portais de transparência. Essa abertura e acessibilidade dos dados visam promover a utilização eficiente e democrática das informações cadastradas, permitindo que gestores, profissionais do setor, autoridades governamentais e a população em geral possam acessar e utilizar os dados para embasar suas decisões, promovendo assim uma gestão mais transparente e participativa dos recursos e serviços de saneamento.

Considerações Finais

A pesquisa ofereceu uma análise sobre as diretrizes para o cadastro técnico de redes públicas de esgoto, abordando a evolução histórica do saneamento, a conceituação de sistemas de esgotamento sanitário, a situação atual do serviço de esgoto no Brasil, as diretrizes a elaboração do cadastro técnico, o uso de tecnologias de informação e a importância da validação e atualização contínua dos dados. Destaca-se a necessidade de uma abordagem sistemática e direcionada para o cadastro técnico, bem como a importância da integração de tecnologias de informação e a necessidade de manutenção e atualização constantes do cadastro.

A principal vantagem de um cadastro técnico eficiente é a melhoria na gestão e operação dos sistemas de esgoto, resultando em serviços mais eficientes, mitigação de impactos ambientais e proteção da saúde pública. No entanto, são identificadas limitações, como a falta de menção a desafios específicos e questões relacionadas à disponibilidade de recursos e capacitação técnica necessária. Além disso, seria útil explorar mais detalhadamente as implicações socioeconômicas e ambientais da falta de um cadastro técnico eficiente.

Recomenda-se aprimorar a implementação das diretrizes e maximizar os benefícios do cadastro técnico de redes públicas de esgoto, pois este representa um ponto de virada significativo na melhoria da qualidade e eficiência dos serviços de saneamento básico.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 12587:1992 - **Requisitos de Projeto e Execução de Sistemas de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, 1992.

AZEVEDO NETTO, J. M. (1984). **Saneamento Básico: O caminho da sustentabilidade**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda.

BRASIL Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). **Diagnóstico Temático - Gestão Técnica de Esgoto no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**, agosto de 2023. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Snis/AGUA_E_ESGOTO/DIAGNOSTICO_TEMATICO_GESTAO_TECNICA_DE_ESGOTO_AE_SNIS_AGO_2023.pdf. Acesso em: 2024 abr 03.

BRK Ambiental. **Sensoriamento remoto: o que é e como funciona?** Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/sensoriamento-remoto/>. Acesso em: 07 maio 2024.

FUSSELL, J.; RUNDQUIST, D.; HARRINGTON, J. A. On Defining Remote Sensing. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 52, n. 9, p. 1507-1511, 1986.

MATEUS, G.R.; LOUREIRO, A.A.F. **Introdução à computação móvel**. 2. ed. Rio de Janeiro: COPPE; UFRJ, 2004. 119 p.

METCALF, L., & EDDY, H. P. (1977). **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse**. McGraw-Hill.

EVLYN, Novo. **Sensoriamento remoto**. EDITORA EDGARD BLUCHER Ltda, 2010.

ReCESA. Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Princípios básicos de geoprocessamento para seu uso em saneamento. **Guia do profissional em treinamento - Transversal**, Nível 2.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Laboratório de Geoprocessamento, junho de 2013.

SABESP. **Norma Técnica Sabesp. NTS0292** – Ver 4. São Paulo: SABESP, 2024.

SANEAGO. Instrução Normativa de critérios para elaboração e aceitação de cadastro técnico das redes dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Goiânia: **SANEAGO**, 2022.

SAWYER, C. N., & MCCARTY, P. L. (1978). **Chemistry for Environmental Engineering and Science**. McGraw-Hill.

SILVA, Rômulo. **Inteligência Artificial**. Amigos da Enciclopédia, 2013.

SNIS. Sistema Nacional de Informações em Saneamento. **Painel de Informações sobre Saneamento**. Disponível em www.snis.gov.br: Acesso em: 2024 abr 06.

TSUTIYA, Milton e SOBRINHO, Pedro Alem. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 3ª Edição. 2011.

Recebido em 6 de dezembro de 2024.

Aceito em 16 de dezembro de 2024.