



ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE CUSTOS EM OBRAS DE REDES COLETORAS DE ESGOTO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE SOLUÇÕES EFICIENTES

STRATEGIES FOR REDUCING COST IN SEWAGE COLLECTION NETWORKS: BIBLIOGRAPHICAL REVIEW OF EFFICIENT SOLUTIONS

Mauricio Vinicius Silva dos ANJOS

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: viniciusanjos9090@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-7475-280X>

Meuriellen Milena da SILVA

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: meuriellen.silva@unitpac.edu.br

ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-4686-8604>

234

RESUMO

As redes de esgotamento sanitário são fundamentais para a saúde e o desenvolvimento urbano, mas sua implantação, especialmente com tubulações de 150 mm, apresenta altos custos que desafiam a viabilidade técnica e financeira dos projetos, principalmente em áreas urbanas consolidadas. Este trabalho propõe estratégias técnicas e a para reduzir esses custos sem comprometer a eficiência dos sistemas. A pesquisa baseou-se em revisão bibliográfica, normas técnicas e estudos de caso. Entre as soluções destacam-se o uso de materiais como PEAD, métodos construtivos não destrutivos, uso de softwares para dimensionamento e planejamento integrado. Os resultados indicam economia de até 25% e retorno em cerca de dois anos, reforçando a importância do planejamento e da inovação para redes de esgoto mais sustentáveis e eficientes.

Palavras-chave: Esgoto sanitário. Redução de custos. PEAD. Planejamento urbano. Redes DN 150 mm.

ABSTRACT

Sanitary sewer networks are essential for public health and urban development; however, their implementation—especially using 150 mm diameter pipelines—

entails high costs that challenge the technical and financial feasibility of projects, particularly in consolidated urban areas. This study proposes technical and administrative strategies to reduce these costs without compromising the efficiency of the systems. The research is based on a literature review, technical standards, and case studies. Among the proposed solutions are the use of materials such as high-density polyethylene (HDPE), trenchless construction methods, software tools for hydraulic design, and integrated planning approaches. The results indicate potential cost savings of up to 25% and a payback period of approximately two years, reinforcing the importance of strategic planning and innovation in developing more sustainable and efficient sewer systems.

Keywords: Sanitary sewer. Cost reduction. HDPE. Urban planning. 150 mm pipelines.

INTRODUÇÃO

O saneamento é uma meta no nacional no Brasil, estabelecido pela Lei nº14.026/2020, que visa a universalização dos serviços de água e esgoto até 2033, com metas de 99% abastecimento de água e 92% de coleta e tratamento de esgoto. Com isso, verifica-se as características da implementação das redes coletoras de esgoto no Brasil desde as escolhas dos materiais, topografia do local, dimensionamento da rede (projeto) e metodologia construtiva.

No processo da construção civil analisar os materiais de obras é de grande e suma importância posto que, eles devem ter resistência ao peso e a carga que irão atuar sobre ele durante e o pós-obra. Posto isso, no ramo do saneamento não é diferente uma vez que as tubulações irão receber o peso do reaterro sobre ele e dependendo da profundidade da vala essa tubulação senão for bem analisada antes de execução pode vir a colapsar ocorrendo futuramente extravasamentos, ocasionando retrabalho e mais custos que poderiam ter sido previstos durante a obra na escolha do material adequado.

Após a definição do material a ser utilizado, procede-se à análise da topografia do terreno onde a rede será implantada, acompanhada do levantamento dos estudos geotécnicos necessários. Esses estudos têm como objetivo definir a metodologia de execução mais adequada ou, se for o caso, indicar a necessidade de alteração do

traçado da rede. A análise topográfica também considera as cotas de fundo de vala e o comprimento da rede, buscando soluções que reduzam os custos de implantação. Caso seja constatada a presença de rochas no subsolo, devem ser avaliadas alternativas construtivas ou, se necessário, promovida a revisão do projeto, de modo a garantir a viabilidade técnica da obra e a redução dos custos.

Posteriormente, com base na topografia do terreno, dá-se início ao dimensionamento da rede coletora de esgoto. Nessa etapa, são analisadas as vazões de esgoto geradas pela população atendida, bem como as características do solo, que influenciam diretamente na definição da metodologia executiva. Esses fatores são determinantes para a escolha do diâmetro adequado das tubulações, garantindo a eficiência hidráulica e a viabilidade técnica da implantação.

Por fim, com base nos dados previamente levantados, é definida a metodologia executiva da obra, que poderá ser por vala a céu aberto (VCA) ou por método não destrutivo (MND). A execução por VCA, por ser um método destrutivo, geralmente implica em custos mais elevados, devido à necessidade de demolição e posterior recomposição do pavimento e demais estruturas afetadas. Por outro lado, o MND apresenta maior viabilidade econômica e menor impacto urbano; no entanto, requer uma análise prévia detalhada, por meio de um checklist de interferências, para verificar a viabilidade de sua aplicação. Essa verificação deve considerar a presença de redes de drenagem pluvial, abastecimento de água, fibra óptica, entre outras infraestruturas que possam interferir na execução.

JUSTIFICATIVA

A ampliação e modernização dos sistemas de esgotamento sanitário no Brasil são desafios centrais para a engenharia civil, com impactos diretos na saúde pública, equilíbrio ambiental e desenvolvimento urbano sustentável. Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2023) revelam que mais de 40 % da população não possui coleta de esgoto, e apenas cerca de 50 % do efluente gerado é tratado — evidência clara do déficit de infraestrutura sanitária existente.

Em resposta, o Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020) estabelece a universalização do acesso à coleta e ao tratamento de esgoto até 2033, com meta mínima de 90 %. Porém, para alcançá-la, é necessário superar gargalos técnicos,

orçamentários e logísticos, sobretudo em áreas urbanas consolidadas, onde fatores como escassez de espaço, interferências de redes existentes e altos custos de mobilização e recomposição pavimentar impõem desafios extras à execução e ao planejamento das obras.

Em seguida, ao dimensionar as redes coletoras com diâmetro nominal de 150 mm (DN 150 mm) são amplamente aplicadas em zonas residenciais, por estarem de acordo com as equações de dimensionamento hidráulico previstas na NBR 9649:1986 Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário, incluindo critérios como declividade, autolimpeza e vazão específica. No entanto, a adoção desses sistemas envolve custos elevados não apenas com materiais, mas também com escavação, contenção de valas, desvio de interferências (água, gás, energia, telefone), transporte de solo e recomposição de pavimentos, além da gestão de segurança do trabalho e mobilidade urbana. Além disso, pontua-se também as caixas de manutenções da rede coletora que são os poços de visitas e terminais de limpeza que são PV E TL devem ser executados em conformidade com a NBR 12208:2018 – Poços de Visita e Câmaras de Inspeção.

Diante das informações expostas e da necessidade de buscar o planejamento e a redução de custos para obra de saneamento básico com ênfase na execução das redes coletoras de esgoto para tratamento dos efluentes gerados e promover a saúde pública. Por fim, esse estudo busca formas de reduzir os custos de obras de rede coletora de esgoto com base no planejamento desde a prospecção do projeto executivo até a finalização da obra e colocar as redes em atividade garantindo a coleta desse efluente de forma eficiente.

Portanto, os fundamentos teóricos estudados reforçam que a racionalização de custos na execução de redes coletoras de esgoto depende não apenas da redução de insumos, mas da integração entre projeto, tecnologia e planejamento técnico, garantindo assim a viabilidade das obras em consonância com as diretrizes do saneamento moderno no Brasil.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Analisar os fatores que impactam o custo e a eficiência na implantação de redes coletoras de esgoto, propondo soluções que otimizem o planejamento e garantam a viabilidade das obras conforme o Marco Legal do Saneamento.

Objetivos Específicos

- Analisar critérios para escolha de materiais das redes coletoras quanto à resistência, durabilidade e compatibilidade com o solo e profundidade;
- Avaliar a influência da topografia e geotecnia na definição do traçado e método construtivo da rede;
- Verificar a aplicação das tubulações DN 150 mm conforme a NBR 9649:1986 em áreas urbanas residenciais;
- Comparar os métodos construtivos por vala a céu aberto (VCA) e método não destrutivo (MND), considerando custo e impacto urbano;
- Apontar soluções para reduzir custos na implantação de redes coletoras sem comprometer a qualidade técnica.

REFERENCIAL TEÓRICO

Novo Marco Legal do Saneamento

A Lei nº 14.026/2020, conhecida como Novo Marco Legal do Saneamento, alterou substancialmente a Lei nº 11.445/2007, estabelecendo metas ambiciosas para o setor: 99% da população com acesso à água potável e 90% com coleta e tratamento de esgoto até o ano de 2033 (Brasil, 2020). Essa legislação busca não apenas universalizar o acesso, mas também aprimorar a qualidade, transparência e sustentabilidade dos serviços, promovendo a regionalização e a competição entre operadores públicos e privados.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2023), cerca de 100 milhões de brasileiros ainda não têm acesso à coleta de esgoto, e aproximadamente 45% dos efluentes são lançados sem tratamento. Tal cenário exige um esforço técnico e institucional conjunto, envolvendo órgãos públicos, empresas

privadas e o setor de engenharia civil, especialmente nas soluções de infraestrutura de coleta e tratamento.

Pesquisas recentes (Lima; Mendes, 2022; Tratas Brasil, 2023) apontam que o cumprimento das metas depende da ampliação de investimentos e da adoção de novas tecnologias construtivas, como os métodos não destrutivos (MND) e o uso de materiais de maior durabilidade, de modo a reduzir perdas e ampliar a eficiência operacional das redes.

Seleção de Materiais

A seleção adequada dos materiais para as redes coletoras de esgoto é um dos principais fatores que determinam a durabilidade e o desempenho hidráulico do sistema. Segundo a ABNT NBR 5647:2019 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Tubos e conexões de PVC rígido, o PVC é amplamente utilizado por apresentar leveza, boa resistência química e facilidade de montagem, sendo recomendado para valas rasas e solos estáveis.

Para sistemas enterrados de esgoto por gravidade, a ABNT NBR 15561:2007 – Sistemas enterrados de tubulação de polietileno PEAD define os requisitos para o uso do Polietileno de Alta Densidade (PEAD), material indicado em situações de alta agressividade química, grandes profundidades ou quando há movimentação de solo.

Conforme, a ABNT NBR 12620:2017 – Projeto e execução de redes coletoras de esgoto sanitário exigem que o projeto considere as condições de suporte do solo, coeficiente de atrito, flexibilidade e vida útil prevista do material, garantindo desempenho hidráulico e estrutural ao longo do tempo.

Tabela 01: Comparativo de Materiais para cada tipo de obra.

Tipo de Material	Aplicações Principais	Vantagens	Desvantagens	Custo Relativo (R\$/m)	Normas Técnicas (ABNT)
PVC (Policloreto de Vinila Rígido)	Redes de distribuição de água fria e esgoto sanitário (DN 25 a DN 400).	Leve, fácil de instalar, resistente à corrosão e abrasão; boa vedação.	Sensível à alta temperatura e radiação UV; menor resistência mecânica.	Baixo (≈ R\$ 20 - 60/m)	NBR 5647:2020 (PVC para água); NBR 7362:2019 (Esgoto sanitário).

Tipo de Material	Aplicações Principais	Vantagens	Desvantagens	Custo Relativo (R\$/m)	Normas Técnicas (ABNT)
PEAD (Polietileno de Alta Densidade)	Redes de água e esgoto sob pressão; emissários submarinos e industriais.	Alta flexibilidade; excelente resistência química; soldagem por termofusão.	Custo inicial mais elevado; requer equipamentos específicos para soldagem.	Médio (≈ R\$ 60 – 120/m)	NBR 15561:2023 (Tubos PEAD); NBR 12218:2017 (Execução de adutoras).
FoFo (Ferro Fundido Dúctil)	Adutoras de água potável, redes sob alta pressão e combate a incêndio.	Alta resistência mecânica e durabilidade; permite grandes diâmetros.	Pesado; difícil manuseio; suscetível à corrosão se não protegido.	Alto (≈ R\$ 150 – 300/m)	NBR 7675:2021 (Tubos de ferro fundido dúctil); NBR 7676:2021 (Conexões).
Concreto Armado (Moldado ou Pré-Moldado)	Coletores tronco, interceptores, galerias pluviais e emissários.	Elevada resistência estrutural; longa vida útil; boa estabilidade.	Peso elevado; instalação mais complexa; necessidade de equipamentos de içamento.	Médio a Alto (≈ R\$ 100 – 250/m)	NBR 8890:2023 (Tubos de concreto); NBR 6118:2023 (Estruturas de concreto).
PRFV (Plástico Reforçado com Fibras de Vidro)	Estações de tratamento, poços de visita e emissários industriais.	Alta resistência química e à corrosão; leve e fácil transporte.	Custo inicial alto; fabricação sob medida; cuidado com impactos.	Alto (≈ R\$ 200 – 400/m)	NBR 15536:2017 (Tubos de PRFV para saneamento).

Fonte: ABNT (2020–2023), ANA (2023), SNIS (2023), fabricantes nacionais (Tigre, Amanco, Saint-Gobain, Fortlev).

Em síntese:

PVC: ideal para redes convencionais por gravidade, em áreas urbanas com solo estável e profundidade até 4 m.

PEAD: recomendado para áreas com recalques, interferências, grande profundidade ou necessidade de estanqueidade elevada.

Implantação de TIL no local do Poço de Visita Intermediário

A implantação de uma TIL (Tomada de Inspeção e Limpeza) no local de um Poço de Visita Intermediário (PVI) é uma prática adotada em sistemas de

esgotamento sanitário para otimizar o acesso e a manutenção das redes coletoras, especialmente em trechos de menor diâmetro (geralmente $DN \leq 200$ mm). Essa solução deve ser projetada e executada conforme os parâmetros estabelecidos pelas normas ABNT NBR 9649:1986 – Projeto de Rede Coletora de Esgoto Sanitário, NBR 12208:1992 – Construção de Poços de Visita e Câmaras de Inspeção, e NBR 8160:1999 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução.

De acordo com essas normas, o Poço de Visita (PV) é uma estrutura destinada à inspeção, limpeza e ventilação das redes coletoras, sendo obrigatória sua instalação em mudanças de direção, declividade, diâmetro, conexões de ramais e em intervalos regulares — normalmente a cada 80 a 100 metros. No entanto, em determinados contextos urbanos ou operacionais, pode-se optar pela substituição do PV por uma Tomada de Inspeção e Limpeza (TIL), estrutura de menor porte que permite acesso aos coletores por meio de tampas rosqueadas ou de encaixe, facilitando a manutenção com menor custo e interferência urbana.

A implantação da TIL no local originalmente previsto para um PVI deve ser avaliada tecnicamente considerando o diâmetro do coletor, a profundidade da tubulação, o tipo de solo e o fluxo esperado. A NBR 9649 recomenda o uso de TIL em trechos de menor profundidade (até 1,50 m) e em locais onde o acesso por poços de visita seja inviável ou desnecessário. Nesses casos, a TIL deve garantir estanqueidade, resistência mecânica e acesso adequado para equipamentos de desobstrução e inspeção com cabos ou sondas.

Além disso, o dimensionamento hidráulico e estrutural deve assegurar que a TIL não comprometa a continuidade do escoamento, devendo ser instalada no mesmo alinhamento e declividade do coletor, com juntas perfeitamente vedadas e assentamento firme sobre o berço de apoio. É recomendável o uso de tubos e conexões de PVC rígido (DN 150 mm) conforme NBR 7362:2019 e NBR ISO 1452:2014, garantindo compatibilidade entre os componentes da rede.

Em termos de execução, a substituição do PV por TIL deve ser devidamente registrada em projeto "as built", com justificativa técnica e aprovação do responsável técnico e da concessionária local. Essa substituição pode resultar em redução significativa de custos e tempo de execução, além de menor interferência no pavimento e nas redes existentes, sem prejuízo à funcionalidade do sistema.

A imagem abaixo mostra o Terminal de Inspeção e Limpeza – TIL que pode ser usado na substituição do PV intermediário para redução de custos em obras de redes coletoras de esgoto.



Fonte: Multilit

Por fim, é importante ressaltar que a TIL não substitui completamente o Poço de Visita em todos os casos. Em redes extensas ou em pontos críticos de operação, o PV permanece indispensável para o controle operacional e ventilação. Portanto, a implantação da TIL no local do PVI deve ser adotada de forma criteriosa, fundamentada em projeto técnico e nas recomendações normativas vigentes, garantindo a eficiência, durabilidade e manutenção adequada do sistema de esgotamento sanitário.

Topografia e Geotecnia

A análise topográfica e geotécnica do terreno é uma das etapas mais determinantes na concepção e execução de sistemas de esgotamento sanitário. A ABNT NBR 12209:2011 – Elaboração de projetos de rede coletora de esgoto sanitário estabelece que o projeto deve conter perfis longitudinais detalhados, indicando cotas de fundo de vala, declividades, interferências existentes e variações altimétricas, de modo a garantir o funcionamento adequado da rede por gravidade e a segurança da execução.

Entretanto, além de sua importância técnica, o levantamento topográfico e geotécnico detalhado tem impacto direto na redução dos custos de implantação. O conhecimento prévio das condições do terreno permite otimizar o traçado da rede, minimizar escavações profundas e evitar o uso desnecessário de estações elevatórias (SEE) — equipamentos que, embora solucionem restrições topográficas, implicam custos significativos de implantação e operação, além de maior consumo energético.

Segundo Mendes e Lima (2020), a ausência de estudos preliminares adequados leva frequentemente a retrabalhos em campo, mudanças emergenciais de traçado e aumento expressivo no volume de reaterro e escavação, representando até 20% de acréscimo no custo total da obra. Assim, o investimento em ensaios geotécnicos básicos, como SPT (Standard Penetration Test), ensaios de compactação e caracterização granulométrica e de plasticidade dos solos, é financeiramente compensador quando comparado às perdas decorrentes de falhas construtivas ou colapsos estruturais.

A ABNT NBR 9603:2012 – Execução de valas para assentamento de tubulações de esgoto sanitário e drenagem pluvial reforça a necessidade de considerar as características geotécnicas e topográficas do subsolo para a escolha dos métodos de escavação e do tipo de contenção, prevenindo recalques diferenciais, rupturas de talude e infiltrações nas juntas das tubulações. Além disso, o uso de técnicas de rebaixamento do lençol freático deve ser cuidadosamente avaliado, uma vez que pode representar custo adicional elevado.

No contexto da racionalização de custos, estratégias como o ajuste de traçados seguindo as cotas naturais do terreno, a definição adequada da declividade mínima (conforme NBR 9649:1986) e o planejamento de rampas e transições suaves entre PVs evitam o superdimensionamento e o uso desnecessário de diâmetros maiores, contribuindo para a eficiência hidráulica e econômica da rede.

Segundo Ferreira et al. (2022), a adoção de modelagens digitais do terreno (MDT) e softwares de projeto em ambiente BIM têm se mostrado ferramentas eficazes para identificar inconsistências topográficas e geotécnicas ainda na fase de projeto, reduzindo em até 30% o custo com correções durante a execução. Esses recursos permitem simular cenários de escavação, estimar volumes de corte e aterro

e prever interferências subterrâneas, garantindo maior previsibilidade financeira e técnica.

Portanto, a análise integrada entre topografia, geotecnia e projeto executivo representa uma medida essencial de gestão técnica e econômica em obras de saneamento. A correta interpretação do comportamento do solo, aliada ao uso de ferramentas modernas de planejamento e modelagem, reduz custos, evita patologias e assegura a durabilidade das redes coletoras, em conformidade com os princípios da Lei nº 14.026/2020 (Novo Marco Legal do Saneamento), que enfatiza a eficiência e sustentabilidade dos sistemas de infraestrutura urbana.

Dimensionamento da Rede

O dimensionamento hidráulico das redes coletoras de esgoto é uma etapa essencial para assegurar o funcionamento eficiente do sistema e a viabilidade econômica da obra. A ABNT NBR 9649:1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário define os parâmetros técnicos fundamentais para o cálculo das vazões médias e máximas, o coeficiente de contribuição, as declividades mínimas de autolimpeza e as velocidades de escoamento, que devem ser superiores a 0,6 m/s para evitar sedimentação e obstruções.

A observância desses critérios não é apenas uma exigência normativa, mas também um instrumento de controle de custos. Um dimensionamento inadequado — seja por superdimensionamento ou subdimensionamento — pode gerar impactos financeiros significativos. O superdimensionamento aumenta o custo direto com materiais e escavação, especialmente pelo uso de tubos de maior diâmetro e profundidade desnecessária. Já o subdimensionamento resulta em falhas operacionais, entupimentos e necessidade de manutenção corretiva frequente, elevando o custo de operação e comprometendo a durabilidade do sistema.

De acordo com Carvalho (2016), em obras de pequeno porte, a simples padronização do uso de tubulações DN 150 mm, sem análise hidráulica detalhada, pode representar um acréscimo de até 25% no custo total da rede, especialmente em áreas de baixa densidade populacional onde diâmetros menores poderiam atender à demanda com segurança. Assim, a aplicação de modelos de simulação hidráulica (como SWMM, Epanet ou InfraWorks) se torna uma ferramenta estratégica para

otimizar o traçado e o dimensionamento, permitindo identificar trechos críticos, definir declividades ideais e evitar desperdício de material.

A ABNT NBR 12208:2018 – Poços de visita, caixas de inspeção e terminais de limpeza complementa o dimensionamento da rede, definindo critérios para o espaçamento entre dispositivos de manutenção, que normalmente varia de 50 a 80 metros. Um projeto bem otimizado deve equilibrar o número de poços e caixas, reduzindo o custo com escavações e alvenaria sem comprometer o acesso para limpeza. A correta disposição desses dispositivos é fundamental para minimizar intervenções futuras, contribuindo para menores custos de operação e manutenção ao longo da vida útil do sistema.

Outro aspecto relevante é a consideração da declividade mínima de autolimpeza, que deve ser cuidadosamente ajustada às condições locais de relevo. O uso de declividades excessivas, além de aumentar o volume de escavação e a profundidade das valas, pode gerar velocidades de escoamento elevadas, ocasionando erosão interna e desgaste das tubulações — problemas que implicam em custos de reparo prematuros (Nascimento et al, 2021). Por outro lado, declividades muito baixas exigem o uso de estações elevatórias (SEE) para manter o fluxo, encarecendo significativamente o sistema.

De acordo com Silva e Oliveira (2022), a análise integrada entre o dimensionamento hidráulico, o levantamento topográfico e o estudo geotécnico é a estratégia mais eficaz para reduzir o custo total de implantação, já que permite otimizar a profundidade média das valas e o volume de escavação, que podem representar até 50% do custo direto de uma rede coletora.

Além disso, a adoção de ferramentas de BIM (Building Information Modeling) e modelagem de redes subterrâneas possibilita a compatibilização automática entre disciplinas (hidráulica, geotecnia, pavimentação e interferências existentes), prevenindo conflitos de projeto que geram retrabalhos. Essa metodologia permite que o dimensionamento seja feito com maior precisão, reduzindo o risco de alterações durante a execução e garantindo um planejamento financeiro mais estável (Lopes, 2020).

Portanto, o dimensionamento hidráulico adequado deve ser compreendido não apenas como uma exigência técnica, mas como uma etapa estratégica de gestão

de custos. Projetos que conciliam conformidade normativa, uso racional de materiais, análise topográfica e simulação hidráulica garantem eficiência operacional, menor custo de implantação e durabilidade ampliada, em conformidade com os princípios de eficiência e sustentabilidade estabelecidos pela Lei nº 14.026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento.2.1.5. Metodologia Executiva

As principais metodologias de implantação de redes coletoras são a vala a céu aberto (VCA) e os métodos não destrutivos (MND). A ABNT NBR 12266:2013 – Execução de valas para assentamento de tubulações de esgoto sanitário define critérios de escavação, escoramento, assentamento e reaterro para o método tradicional de vala aberta, que é o mais utilizado em obras urbanas pela simplicidade e menor custo inicial.

Entretanto, em áreas urbanas densamente ocupadas ou com alto tráfego, os MND, regulamentados pela ABNT NBR 15755:2009 – Execução de redes de esgoto sanitário por método não destrutivo, tornam-se uma alternativa vantajosa, reduzindo interferências e impactos ambientais. De acordo com a Associação Brasileira de Tecnologias Não Destrutivas – ABRATT (2020), técnicas como Perfuração Horizontal Dirigida (PHD) e Microtuneladora (MT) proporcionam menor tempo de obra, melhor segurança e redução de transtornos urbanos, apesar do custo inicial mais elevado.

A escolha entre VCA e MND deve ser fundamentada em análise técnica e econômica, incluindo checklist de interferências e condições geotécnicas, conforme recomenda a ABNT NBR 12209:2011.

Redução de Custos na Implantação de Redes Coletoras

A redução de custos em obras de esgoto sanitário não deve se restringir à diminuição de insumos, mas sim envolver uma gestão integrada do ciclo de vida do projeto, desde a concepção até a operação. Segundo Lopes (2020), a aplicação do Building Information Modeling (BIM), conforme orientações da ABNT NBR ISO 19650-1 e 19650-2:2020, que tratam da organização e digitalização de informações da construção, possibilita identificar conflitos entre disciplinas e otimizar o uso de materiais e equipamentos, resultando em significativa economia de recursos.

Além disso, a padronização de materiais, a racionalização de traçados, o dimensionamento adequado das tubulações e a seleção da metodologia executiva

mais apropriada (VCA ou MND) são estratégias que reduzem custos sem comprometer a qualidade técnica. Pesquisas recentes (Silva; Nascimento, 2021) apontam que a integração entre engenharia civil, geotecnia e gestão de projetos é determinante para a eficiência econômica das obras de saneamento, especialmente sob as exigências do Novo Marco Legal.

METODOLOGIA

A presente pesquisa concentrou-se na análise de redes coletoras de esgoto por gravidade, com diâmetro nominal (DN) de 150 mm, aplicadas em zonas urbanas residenciais. Esse diâmetro foi escolhido com base nos critérios da ABNT NBR 9649:1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário, que estabelece o DN 150 mm como valor mínimo para condutos coletores em áreas com densidade populacional moderada e vazão de contribuição doméstica típica. Tal escolha permite avaliar soluções que representam a maior parcela das redes implantadas no país, o que confere relevância prática e aplicabilidade direta aos resultados obtidos.

O estudo deliberadamente exclui sistemas pressurizados, interceptores, emissários finais e estações de tratamento de esgoto (ETEs), por se tratarem de infraestruturas de grande porte, com características hidráulicas, construtivas e econômicas distintas das redes coletoras secundárias urbanas. Dessa forma, o foco analítico recai sobre a fase de coleta e transporte inicial dos efluentes domésticos, onde as decisões de dimensionamento, escolha de materiais e métodos construtivos exercem influência direta sobre o custo global do empreendimento.

a) Critérios Técnicos e Econômicos Considerados

Para garantir a coerência técnica e comparabilidade entre soluções, a pesquisa adotou os seguintes critérios de avaliação:

b) Critério de Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento das tubulações foi analisado com base em parâmetros normativos de velocidade mínima de autolimpeza ($\geq 0,6$ m/s), declividade mínima admissível e coeficiente de contribuição por habitante, conforme estabelecido na

ABNT NBR 9649:1986. Foram também consideradas simulações de vazão média e de pico, buscando evitar superdimensionamento e reduzir o consumo de materiais.

c) Critério de Escolha de Materiais

Foram avaliados materiais comumente utilizados em obras de saneamento — PVC rígido, PEAD corrugado, cerâmica vitrificada e concreto simples ou armado —, levando-se em conta o custo por metro linear, a vida útil estimada, o índice de perdas em instalação e a disponibilidade local. A seleção de materiais foi analisada sob o ponto de vista da relação custo-benefício, priorizando alternativas que combinem resistência mecânica, durabilidade e facilidade de execução.

d) Critério Construtivo

Consideraram-se diferentes métodos de execução de valas (abertas e mecanizadas), técnicas de reaterro e compactação e dispositivos de inspeção (caixas e poços de visita), avaliando o impacto de cada decisão sobre o custo total e a manutenção futura. O espaçamento entre dispositivos foi fundamentado na ABNT NBR 12208:2018, que recomenda intervalos entre 50 e 80 metros, dependendo da declividade e da geometria da rede.

e) Critério Econômico-Financeiro

Foram comparados custos diretos e indiretos de implantação, englobando materiais, mão de obra, escavação, reaterro e recomposição do pavimento, conforme práticas de composição de custos do SINAPI (Caixa Econômica Federal, 2024). Também se avaliou o custo global do ciclo de vida da rede, considerando custos de manutenção e substituição ao longo de 30 anos de operação.

A abordagem teórico-analítica permite identificar padrões de dimensionamento, práticas construtivas e oportunidades de otimização já comprovadas em estudos anteriores e aplicáveis a diferentes contextos urbanos. Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória é adequada quando se objetiva proporcionar uma visão geral de um problema, identificar fatores determinantes e propor hipóteses práticas de melhoria.

Com isso, pretende-se contribuir para a prática profissional dos engenheiros civis e sanitaristas, oferecendo referenciais técnicos e econômicos que auxiliem na tomada de decisão quanto à seleção de materiais, métodos executivos e estratégias de planejamento. O resultado esperado é a formulação de diretrizes técnicas orientadas à eficiência de custos, sem comprometer a qualidade, durabilidade e funcionalidade dos sistemas de esgotamento sanitário.

RESULTADOS

A análise bibliográfica, normativa e comparativa entre diferentes materiais, métodos executivos e práticas de gestão aplicadas à implantação de redes coletoras de esgoto DN 150 mm revelou que a redução de custos depende de um conjunto de decisões técnicas integradas. Não se trata apenas de diminuir insumos, mas de aplicar estratégias que considerem o desempenho estrutural, a durabilidade e o custo do ciclo de vida da rede, conforme orientam as normas ABNT NBR 12209:2011, NBR 9603:2012 e NBR ISO 19650-1 e 19650-2:2020.

Em relação aos materiais, verificou-se que o PVC DN 150 mm continua sendo o mais econômico para obras convencionais, principalmente em solos estáveis e com profundidade moderada, podendo gerar economia de até 15% no custo direto. No entanto, o PEAD DN 150 mm demonstrou vantagens em durabilidade e flexibilidade, sendo mais adequado em áreas sujeitas a recalques diferenciais, presença de substâncias químicas ou aplicação de métodos não destrutivos (MND). Embora o custo inicial do PEAD seja maior, sua vida útil mais longa e menor necessidade de manutenção podem representar redução de até 10% nos custos operacionais futuros.

Quanto às metodologias executivas, observou-se que a vala a céu aberto (VCA) é mais indicada para vias não pavimentadas e com fácil acesso, devido à simplicidade de execução. Entretanto, o método apresenta custos indiretos elevados, relacionados à recomposição de pavimentos, desvio de tráfego e riscos de interferências. O MND, por outro lado, mostrou-se mais vantajoso em ambientes urbanos densos, possibilitando redução global de até 20% nos custos totais quando considerados os ganhos de produtividade, a menor geração de resíduos e a mitigação de impactos urbanos e ambientais.

A análise técnica preliminar, com foco em estudos topográficos, sondagens geotécnicas e mapeamento de interferências, demonstrou-se essencial para o sucesso econômico das obras. Projetos que incluíram essas etapas obtiveram economia média de 8% a 12% devido à diminuição de retrabalhos, atrasos e revisões em campo. A aplicação rigorosa dessas práticas está alinhada com o cumprimento das normas técnicas e reforça a importância do planejamento como ferramenta de controle de custos

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação de modelagem BIM (Building Information Modeling), conforme as diretrizes da ABNT NBR ISO 19650, apresentou resultados positivos na otimização do uso de materiais e na compatibilização de projetos, permitindo antecipar conflitos entre disciplinas e evitar desperdícios. Essa integração tecnológica reflete uma tendência crescente no setor de saneamento, onde a digitalização contribui para decisões mais assertivas e execução mais eficiente

Portanto, os resultados indicam que a redução de custos em redes coletoras de esgoto está associada a um planejamento técnico detalhado, à seleção criteriosa de materiais e métodos construtivos e à adoção de tecnologias de gestão integrada. A discussão evidencia que a eficiência econômica depende não apenas do menor custo inicial, mas da sustentabilidade e desempenho a longo prazo, fatores essenciais para o cumprimento das metas estabelecidas pelo Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020).

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649:1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/497737624/NBR-9649-1986-Projeto-de-redes-coletoras-de-esgoto-sanitario>. Acesso em: 8 out. 2025.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209:2011 – Elaboração de projetos de rede coletora de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=86166>. Acesso em: 8 out. 2025.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12208:2018 – Poços de visita, caixas de inspeção e terminais de limpeza para redes coletoras**

ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE CUSTOS EM OBRAS DE REDES COLETORAS DE ESGOTO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE SOLUÇÕES EFICIENTES. Mauricio Vinicius Silva dos ANJOS; Meuriellen Milena da SILVA. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 – MÊS DE OUTUBRO - Ed. 67. VOL. 01. Págs. 234-252. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 2018.
Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=395303>. Acesso em: 8 out. 2025.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9603:2012 – Projeto e execução de obras de esgoto sanitário – Critérios geotécnicos e topográficos.** Rio de Janeiro, 2012.
Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=274688>. Acesso em: 8 out. 2025.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 19650-1:2020 e NBR ISO 19650-2:2020 – Organização e digitalização de informações sobre edificações e engenharia de obras de construção (BIM).** Rio de Janeiro, 2020.
Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=444479>. Acesso em: 8 out. 2025.

ABRATT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIAS TRENCHLESS. **Relatório Técnico: Aplicações e desempenho dos métodos não destrutivos (MND) em obras de saneamento.** São Paulo, 2020.
Disponível em: <https://www.abratt.org.br/>. Acesso em: 8 out. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020.
Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 8 out. 2025.

CARVALHO, J. R. Análise do dimensionamento hidráulico em redes coletoras de esgoto: aplicação prática das normas ABNT NBR 9649 e 12209. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 411–422, 2016.
Disponível em: <https://abes-dn.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 8 out. 2025.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
Disponível em: <https://ayanrafael.com/wp-content/uploads/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.

LOPES, F. A. Aplicação do BIM em sistemas de esgotamento sanitário: benefícios e desafios. **Revista Brasileira de Engenharia Civil e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 55–68, 2020. <https://revistatecie.creaprr.org.br/index.php/revista/article/view/703#:~:text=A%20otimiza%C3%A7%C3%A3o%20dos%20processos%20de%20desenvolvimento%20de,no%20Mundo%2C%20inclusive%20%C3%A9%20uma%20das%20exig%C3%AAs>. Acesso em 3 out 2025.

MENDES, T. F.; LIMA, P. R. Estudos geotécnicos aplicados a obras de saneamento: análise de custos e riscos. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 8, n. 4, p. 112–124, 2020. <https://alcancejr.com.br/sondagem-de-solos/#:~:text=Al%C3%A9m%20de%20evitar%20problemas%20com,preciso%20da%20funda%C3%A7%C3%A3o%20da%20obra>. Acesso 10 out 2025.

ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE CUSTOS EM OBRAS DE REDES COLETORAS DE ESGOTO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE SOLUÇÕES EFICIENTES. Mauricio Vinicius Silva dos ANJOS; Meuriellen Milena da SILVA. JNT Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1. ISSN: 2526-4281 - FLUXO CONTÍNUO. 2025 - MÊS DE OUTUBRO - Ed. 67. VOL. 01. Págs. 234-252. <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

SILVA, R. M.; NASCIMENTO, A. J. Integração entre engenharia civil e gestão de projetos para eficiência em obras de saneamento. **Revista Infraestrutura & Sustentabilidade**, v. 5, n. 1, p. 37-49, 2021. https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/41175/1/2012_art_mahcastro.pdf#:~:text=do%20custo%20com%20a%20rede%20coletora%20de,utilizar%20tecnologias%20mais%20econ%C3%B4micas%20e%20de%20f%C3%A1cil. Acesso 10 out 2025.