

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PEDRO HENRIQUE MERETKA

**IMPACTOS DE PARÂMETROS DE PROJETISTAS NO QUANTITATIVO DE
OBRAS DE REDES COLETORAS DE ESGOTO SANITÁRIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO
2021

PEDRO HENRIQUE MERETKA

**IMPACTOS DE PARÂMETROS DE PROJETISTAS NO QUANTITATIVO DE
OBRAS DE REDES COLETORAS DE ESGOTO SANITÁRIO**

**Impacts of designer parameters on the quantity of sanitary sewage collection
system works**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito à obtenção do título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. MSc. José Gustavo Venâncio da Silva Ramos

Coorientadora: Prof. MSc. Silvana da Silva

TOLEDO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho licenciado para fins não comerciais, desde que atribuam ao autor o devido crédito. Os usuários não têm que licenciar os trabalhos derivados sob os mesmos termos estabelecidos pelo autor do trabalho original.

PEDRO HENRIQUE MERETKA

**IMPACTOS DE PARÂMETROS DE PROJETISTAS NO QUANTITATIVO DE
OBRAS DE REDES COLETORAS DE ESGOTO SANITÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito à obtenção do título de Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. MSc. José Gustavo Venâncio da Silva Ramos

Coorientadora: Prof. MSc. Silvana da Silva

Data de aprovação: 01/dezembro/2021

José Gustavo Venâncio da Silva Ramos
(Mestrado)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Silvana da Silva
(Mestrado)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Patrícia Cristina Steffen
(Mestrado)
Universidade Federal de Mato Grosso

Calil Abumanssur
(Mestrado)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

TOLEDO

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por sempre me apoiarem, guiarem, aconselharem, e dar suporte em todos os momentos de minha vida.

A minha família, em especial a minha irmã.

Aos professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Toledo, por todo o conhecimento transmitido durante o curso.

Ao meu orientador Prof. MSc. José Gustavo Venâncio da Silva Ramos, pelo suporte e todas as orientações no decorrer deste trabalho. À minha coorientadora Prof. MSc. Silvana da Silva, pelas orientações e apoio.

Aos integrantes desta banca, Prof. MSc. Calil Abumanssur e Prof^a. MSc. Patrícia Cristina Steffen, em especial pelos conselhos neste trabalho, e também as disciplinas ministradas durante o curso.

A empresa detentora dos projetos, pois sem eles não seria possível este trabalho.

E a todos que contribuíram neste período da minha vida, meu muito obrigado.

RESUMO

MERETKA, Pedro Henrique. **Impactos de parâmetros de projetistas no quantitativo de obras de redes coletoras de esgoto sanitário**. 2021. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2021.

O saneamento básico brasileiro tem tido números destoantes dos ideais, principalmente quando voltado à coleta de esgoto da população, mesmo com sua importância perante a qualidade de vida da sociedade. A execução da infraestrutura do saneamento básico é obrigatória no planejamento das expansões urbanas, sendo os loteamentos uma dessas formas. Este trabalho visou analisar diferentes casos e concepções de dimensionamento de redes coletoras de esgoto, de projetistas distintos, comparando os parâmetros utilizados com as normativas e as exigências das empresas concessionárias dos serviços de saneamento, responsáveis pelo recebimento das obras executadas nos loteamentos. Após comparação crítica dos parâmetros adotados nos projetos de estudo, replicou-se esses dados encontrados em dois exemplos fictícios de projeto, a fim de se gerar um quantitativo de materiais e serviços, analisando-se o impacto de cada um desses itens nos números globais dos projetos. Uma vez comparados os projetos, constatou-se que a maioria dos parâmetros adotados foram coincidentes para todos os projetistas. Após análise das modelagens, verificou-se que a adoção de valores de declividades e recobrimentos maiores que os mínimos podem elevar os quantitativos de escavações e conseqüentemente os custos finais de uma obra. Além disso, tal impacto é maior em terrenos com declividade menor, onde as declividades de projeto geralmente são as mínimas.

Palavras-chave: saneamento básico; loteamentos; projetos; esgoto.

ABSTRACT

MERETKA, Pedro Henrique. **Impacts of designer parameters on the quantity of sanitary sewage collection system works**. 2021. 45 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2021.

Basic sanitation in Brazil has had numbers that are far from ideal, especially when it comes to sewage collection, despite its importance to the quality of life of society. The implementation of basic sanitation infrastructure is mandatory in the planning of urban expansions, and subdivisions are one of these forms. This work aimed at analyzing different cases and conceptions of sewage collector network sizing, from different designers, comparing the parameters used with the norms and requirements of the companies in charge of receiving the works executed in the subdivisions. After a critical comparison of the parameters adopted in the study projects, the data found was replicated in two fictitious project examples, in order to generate a quantity of materials and services, analyzing the impact of each of these items on the global figures of the projects. Once the projects were compared, it was found that most of the parameters adopted were the same for all designers. After analyzing the modeling, the use of safety coefficients that go against efficiency was confirmed, negatively impacting the costs of materials and labor.

Keywords: basic sanitation; allotment; sewers; project.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração sistema de esgotamento sanitário	18
Figura 2 – Órgãos acessórios utilizados nas singularidades: a) Vista em corte de poço de visita tipo “C” e “D”; b) Poço de visita instalado; c) Vista em corte de terminal de limpeza	19
Figura 3 - Ilustração dos índices brasileiros	22
Figura 4 - Índices dos estados brasileiros de atendimento urbano de esgoto	22
Figura 5 - Índices dos estados brasileiros de tratamento do esgoto	23
Figura 6 - Fluxograma do plano de ação.....	27
Figura 7 – Primeira topografia fictícia utilizada.....	30
Figura 8– Modelagem da rede de esgotamento com topografia acentuada	31
Figura 9 – Segunda rede de esgotamento sanitária.....	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Efeitos do lançamento do esgoto bruto no ambiente	16
Quadro 2 - Configuração do projeto do Sistema de Coleta de Esgotos	25
Quadro 3 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 1 (2012).....	35
Quadro 4 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 2 (2016).....	36
Quadro 5 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 3 (2020).....	37
Quadro 6 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 4 (2016).....	38
Quadro 7 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 5 (2014).....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Declividade mínima (para $y/d_0 = 0,5$ e $v = 0,60$ m/s)	28
Tabela 2 - Informações dos projetos	34
Tabela 3 - Quantitativos do primeiro exemplo de projeto	40
Tabela 4 - Quantitativos do segundo exemplo de projeto	41

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
CP	Caixa de Passagem
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
ONU	Organização das Nações Unidas
PV	Poço de Visita
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TIL	Tubo de Inspeção e Limpeza
TL	Terminal de Limpeza

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Lei vigente sobre o saneamento no Brasil	14
2.2 Esgotamento Sanitário	15
2.3 Sistema de esgotamento	17
2.4 Relação do esgoto com a saúde	20
2.5 Índices brasileiros	21
2.6 Novo marco legal do saneamento	23
2.7 Concepção da rede coletora de esgoto	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 Critérios de análise dos projetos	27
3.2 Primeira rede projetada	29
3.3 Segunda rede projetada	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1 Análise dos projetos disponibilizados	39
4.2 Análise do primeiro exemplo de projeto	40
4.3 Análise do segundo exemplo de projeto	41
5 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico, compreendido pelo conjunto de serviços de distribuição de água potável, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos, pode ser entendido como as ações e medidas necessárias para uma boa qualidade de vida, saúde, e redução do quadro de doenças infecciosas ao cidadão, não dependente de delimitações geográficas ou socioeconômicas (BRASIL, 2007).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) referenciando o ano de 2019, o Brasil atende 83,7% da população com rede de abastecimento de água. No entanto, o sistema de esgotamento sanitário obteve apenas 54,1% de atendimento em relação à população total.

Mesmo que vagarosamente, o Brasil vem em uma ascendente nos números do saneamento com o passar dos anos. Como os relatórios do SNIS apontam, em 2016 obteve-se 59,8% da população urbana atendida com rede de esgoto, já em 2017, essa estatística aumentou para 60,2%. Nos anos de 2018 e 2019, os valores subiram para 61,0% e 61,9%, respectivamente. Apesar de valores crescentes, ainda são distantes dos 90% de atendimento à população urbana, nova meta almejada pela Lei 14.026 de 2020. Dito isso, presume-se uma maior demanda de estudos visando o saneamento básico brasileiro.

Conforme contido na Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre parcelamento de solo urbano, “considera-se loteamento a subdivisão de gleba destinado a edificação com abertura de novas vias de circulação”. Ainda nesta mesma lei, institui-se que esses parcelamentos necessitam dispor dos equipamentos de escoamento de águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimentos de água potável, energia elétrica e vias de circulação (BRASIL, 1979).

Keinert (2009) discorre sobre a importância do planejamento urbano, como exemplo os loteamentos, e paralelamente se associa aos projetos de saneamento, conforme exigido pela Lei nº 6.766. Por serem de domínio privado, estes projetos dificilmente apresentam livre acesso à população, dificultando uma comparação entre os parâmetros adotados por cada projetista.

Confirmando o aumento do cenário de novos loteamentos na cidade de Cascavel - PR, em 2020 houveram seis novas aprovações (PLANEJAMENTO

URBANO DE CASCAVEL, 2021), e em Umuarama – PR, vinte e sete novas aprovações entre 2017 e 2020 (PMU, 2021).

Desta forma, este trabalho visa comparar parâmetros para projetos de redes coletoras de esgoto sanitário adotados por diferentes projetistas, para melhor compressão dos impactos associados a tais escolhas.

1.1 Justificativa

Quando se espera o crescimento populacional de uma cidade, deve ser planejada a infraestrutura necessária para comportar tal população, geralmente em novas áreas. O saneamento básico é um dos itens que deve estar englobado neste planejamento. Os loteamentos urbanos, que consistem na divisão de uma porção de terra em pequenos lotes e abertura de ruas, estão intimamente correlacionados a esse crescimento populacional. Em síntese, basicamente está aumentando a capacidade urbana dentro de um município, transformando um determinado espaço em habitável.

Para poder atender essa população neste novo local, dentre outras, uma das necessidades é a disponibilização de água e a correta destinação do esgoto gerado. Desse modo, faz-se necessário a implantação de redes coletoras de esgoto neste determinado espaço para os que ali residirão.

Como em grande parte dos casos esse tipo de empreendimento é de propriedade privada, não há o livre acesso à população aos respectivos projetos. Sendo assim, buscou-se a disponibilização dos projetos de rede coletora de esgotos com o intuito de analisar as concepções adotadas, possibilitando uma análise comparativa dos casos, além da discussão sobre o emprego dos parâmetros e suas consequências dentro da rede coletora.

Ao examinar os custos totais de implementação em redes coletoras de esgoto, denota-se valores grandes para tal, chegando na casa de milhões para uma implementação de médio porte. Encontrar a relação entre o seguro e o econômico é essencial, podendo gerar recursos para a implementação de mais projetos. Porém percebe-se que projetistas adotam geração de projetos contrário a esse objetivo, de utilizar parâmetros hidráulicos aumentando a eficiência do sistema e consequentemente aumentando a taxa de população tendo maiores taxas na saúde, melhorando a qualidade de vida.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar os parâmetros adotados por diferentes projetistas no dimensionamento de redes coletoras de esgoto de novos loteamentos, visando identificar o impacto destas escolhas no custo dos materiais e serviços da obra.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar os parâmetros adotados por projetistas para o dimensionamento de redes coletoras de esgoto;
- b) Analisar os parâmetros adotados de acordo com as normas técnicas e as diretrizes das concessionárias;
- c) Conceituar o impacto dos parâmetros adotados nos custos de implantação em dois projetos fictícios;
- d) Relacionar a relação entre o tempo de formação do projetista com os parâmetros adotados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Lei vigente sobre o saneamento no Brasil

É familiar a expressão Saneamento Básico, e, como o último termo subjetiva, é a infraestrutura básica necessária ao cidadão garantindo-o bem-estar e evolução socioeconômica. Sua relevância é comprovada ao estar como o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 6 da Organização das Nações Unidas (ONU), ao qual até 2030, busca alcançar o acesso universal e igualitário a todos, tendo o principal responsável pelo Saneamento, o governo, conforme o Art. 2º da Lei Federal 11.445 de 2007.

Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado (BRASIL, 2007).

Utilizando a mesma Lei supracitada como referência, o Saneamento Básico é subdividido em quatro partes:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas; (BRASIL, 2007).

Os prestadores deste serviço aos cidadãos são regionalizados, tanto estadual, quanto intermunicipal ou municipal. Além disso, esses órgãos podem ser autarquias, empresa pública ou sociedade de economia mista estadual, conforme rege o Artigo 16 da Lei Federal 11.445 de 2007, sendo todos eles agora regulamentados pela ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Contudo, cada prestador tem o seu manual e exigências próprias, embasados pela NBR 9649 de 1986.

2.2 Esgotamento Sanitário

A água é imprescindível para a vida humana, sendo necessária para inúmeros serviços além do consumo. Porém, existe a problemática da água após o seu uso, como condutora de excreções humanas, limpezas e afins. Diante disso, há a necessidade de se pensar no retorno desta água após sua utilização, de maneira adequada, pensando no consumidor e na saúde, afinal, caso esta água não seja tratada, aumenta a possibilidade de uma contaminação de doenças de humanos e animais pela sua ingestão, além de outros problemas ambientais (FUNASA, 2019).

Tendo em vista o ciclo da água, a manutenção da mesma é essencial para manter-se uma boa qualidade em seus diversos usos, entretanto, o tratamento inadequado ou até o não tratamento após a sua utilização pode gerar algumas consequências indesejáveis. O Quadro 01 esquematiza os principais poluentes encontrados nestes efluentes com os efeitos e consequências à água.

Quadro 1 - Efeitos do lançamento do esgoto bruto no ambiente

Poluentes	Parâmetros de Caracterização	Tipos de efluentes	Efeitos/consequências
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensões totais	Domésticos	Problemas estéticos
			Depósitos de lodo
		Industriais	Adsorção de poluentes
			Proteção de patógenos
Sólidos flutuantes	Óleos e graxas	Domésticos Industriais	Problemas estéticos
Matéria orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Domésticos Industriais	Consumo de oxigênio Mortandade de peixes Condições sépticas
Organismos patogênicos	Coliformes	Domésticos	Doenças relacionadas com as águas
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	Domésticos Industriais	Crescimento excessivo de algas Toxicidade aos peixes Doença em recém-nascidos (nitratos)
Compostos não biodegradáveis	Pesticidas Detergentes Outros	Industriais Agrícolas	Toxicidade Espumas Redução de transferência de oxigênio Não biodegradabilidade Maus odores
Metais pesados	Elementos específicos (ex.: arsênio, cádmio, cromo, mercúrio, zinco etc.)	Industriais	Toxicidade Inibição do tratamento biológico dos esgotos Problemas de disposição do lodo na agricultura Contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais Condutividade elétrica	Reutilizados	Salinidade excessiva – prejuízo às plantações (irrigação) Toxicidade a plantas (alguns íons) Problemas de permeabilidade do solo (sódio)

Fonte: FUNASA (2019).

Metcalf e Eddy (2016) definiram esgoto como “a água de abastecimento de uma comunidade após o seu uso em uma variedade de aplicações, contendo constituintes que, sem tratamento, a tornam imprópria para a maioria dos usos”. Tendo em vista a importância da água, há a necessidade do tratamento para que a mesma possa ser reutilizada, e com isso, o material orgânico contido precisa ser separado e haja a correta destinação.

Algumas das fontes de esgoto, segundo Metcalf e Eddy (2016), podem ser divididas em: esgoto doméstico, aqueles provenientes de residências familiares e edificações comerciais, institucionais ou públicas; esgoto industrial, que são os efluentes industriais; Infiltração, águas provenientes das infiltrações nas redes

coletoras de esgoto, através de juntas danificadas ou fraturas nas tubulações, e; águas pluviais, proveniente do escoamento superficial das águas da chuva ou neve derretida.

2.3 Sistema de esgotamento

O sistema de esgoto urbano pode ser classificado em três tipos, sendo eles: sistema de esgotamento unitário, em que os despejos domésticos e industriais, águas de infiltração e pluviais circulam em um único sistema; sistema separador parcial, onde uma parcela das águas pluviais são destinadas juntamente as águas residuárias e de infiltração, porém, há um sistema único para as águas pluviais escoadas pelos passeios e ruas e; sistema separador absoluto, onde as águas residuárias e de infiltração circulam em um sistema separadamente das águas pluviais (TSUTIYA, 2011). No Brasil, é utilizado o último sistema mencionado, por ter algumas vantagens como:

- a) O custo inferior, utilizando-se tubulações mais baratos;
- b) Reduz o custo do afastamento das águas pluviais, permitindo o seu lançamento no curso d'água mais próximo, sem necessidade de tratamento;
- c) Menor diâmetro na canalização, devido ao menor volume circulando nos mesmos.

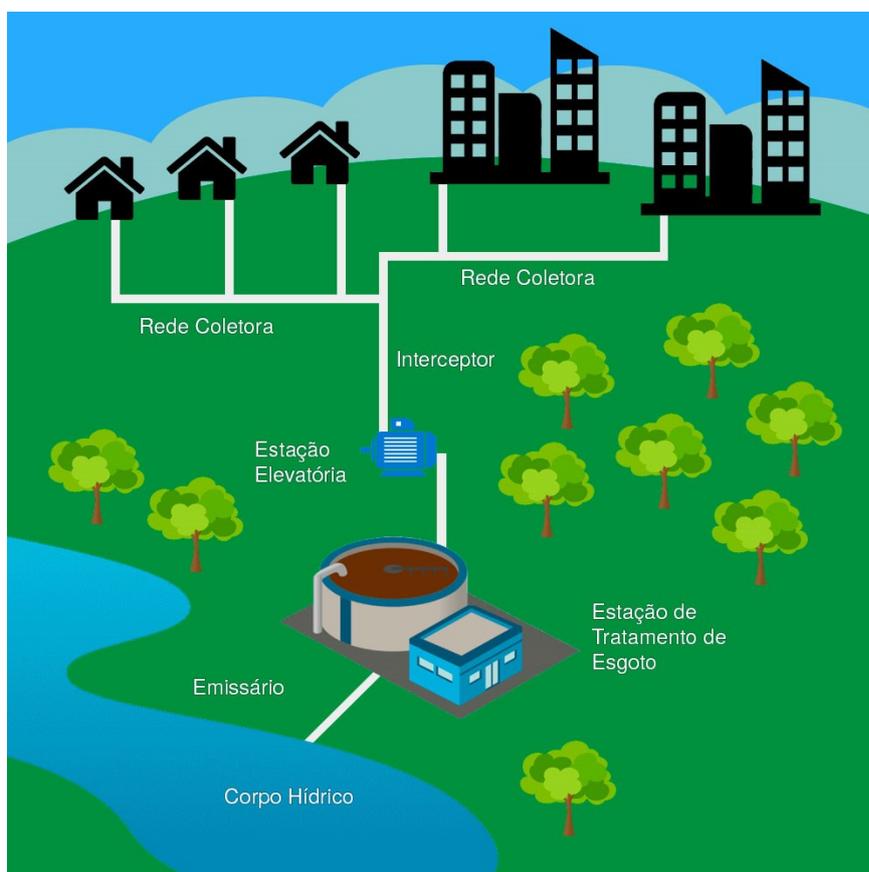
Como uma rede coletora de esgoto é de grande dimensão, Tsutiya (2011) subdividiu os sistemas em algumas partes, são elas:

- a) Rede coletora: canalizações destinadas a receber e conduzir os esgotos das edificações através do coletor predial. A rede coletora é composta por coletores secundários, e coletores tronco, sendo este o coletor principal da bacia de drenagem, e conduz o esgoto ao emissário ou interceptor;
- b) Interceptor: canalização que recebem apenas coletores ao longo do seu trecho, ou seja, não recebe ligações prediais diretas;
- c) Emissário: canalização que destina o esgoto ao seu devido local, seja ele tratamento ou lançamento;

- d) Corpo de água receptor: Corpo de água onde são lançados os esgotos;
- e) Estação elevatória: Conjunto de instalações destinadas a transferir o esgoto de uma cota mais baixa para uma mais alta;
- f) Estação de Tratamento de Esgoto: Conjunto de instalações destinada à depuração dos esgotos, antes do seu lançamento.

Tendo em vista todas as subdivisões da rede coletora, o esgoto gerado nas edificações necessita percorrer este sistema até a Estação de Tratamento, e então, ser lançado ao corpo hídrico com uma qualidade aceitável (Figura 1) (NUVOLARI, 2011).

Figura 1 - Ilustração sistema de esgotamento sanitário



Fonte: Autor (2021).

Além das partes mencionadas, existem os dispositivos chamados órgãos acessórios (Figura 2), que são utilizados em singularidades dentro da rede coletora de esgoto, como mudança de declividade, mudança de diâmetro. Segundo a NBR 9649 (ABNT, 1986), os órgãos acessórios são:

Como mencionado por Tsutiya (2011), uma vantagem do sistema separador absoluto é o custo da implantação de uma determinada rede coletora de esgoto, uma vez que, apenas é despejado esgoto, e não volumes de outras origens. Dessa maneira, o custo de implantação deste método é inferior, pois, com menor volume transportado, menor se torna o custo geral do mesmo.

Historicamente, o Brasil tem baixas taxas percentuais de esgoto coletado perante a população (TSUTIYA, 2011). Isso implica em uma complicação de dois vieses: o despejo indevido do esgoto em galerias de águas pluviais pela utilização inadequada das mesmas, o que acarreta em uma contaminação de uma água de melhor qualidade, ou o despejo à céu aberto, que entra no segundo viés, a saúde da população local.

2.4 Relação do esgoto com a saúde

Um grande catalizador de doenças transmissíveis são os esgotos a céu aberto, que, além de afetar visualmente os que ali residem, estimula insetos e vetores no local e acarreta sérios riscos à saúde da população. Sendo assim, gastos com hospitalização e medicamentos, bem como doenças e óbitos poderiam ser evitados (SOUZA et al., 2020).

Segundo Bay e Silva (2011), com um formulário utilizado na cidade de Parnamirim, no estado do Rio Grande do Norte, 100% dos entrevistados deram como importante a implantação do sistema de coleta de esgoto no seu bairro, argumentando que haveria uma diminuição na proliferação de vetores no local, além de uma valorização do seu imóvel. Quando questionados se haveria uma melhora na sua qualidade de vida após a implantação, 90% afirmaram que sim, o esgotamento traria uma melhora no seu cotidiano.

Em um âmbito nacional, estudando os casos de doenças infecciosas e parasitárias referente ao ano de 2010 a 2017, como dengue, doença de Chagas aguda, esquistossomose, entre outras. Em Souza e colaboradores (2020) observaram um total de 10.578.337 casos com todas as doenças estudadas. No intervalo de tempo em questão, correspondeu a uma taxa bruta de 5.218,72 casos por 100.000 habitantes, medida que 70% do total de casos foram causados pela dengue. Os indicadores que apresentaram maior correlação com as doenças são: esgoto no

entorno, lixo no entorno, proporção de pobreza, sendo esses indicadores os que podem apresentar uma tendência maior às doenças infecciosas e parasitárias. Em contrapartida, o indicador “esgoto adequado” apresentou uma tendência inversa às doenças, favorecendo a segurança.

2.5 Índices brasileiros

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), gerenciado pela Secretaria Nacional de Saneamento, disponibiliza as informações sobre o Saneamento no Brasil através do diagnóstico anual. Neste relatório apresentam 185 informações sobre o saneamento brasileiro, e, segundo os dados de 2019, observa-se os seguintes índices:

- a) Representatividade de 75,9% dos municípios totais e 92,9% em relação a população brasileira.
- b) 354,3 mil quilômetros de rede de esgoto e 34,6 milhões de ligações de esgoto, um aumento de 6,5% com relação ao ano anterior.
- c) Um total de 108,1 milhões de habitantes atendidos pela rede de esgoto, 2,6 milhões a mais no ano, crescimento de 2,5% do ano anterior.

Apesar de uma melhora nos números, o Brasil ainda é precário em alguns quesitos, e um deles é a coleta e tratamento de esgoto. De acordo com o relatório de 2019, apenas 49,1% do esgoto total gerado dentro do país é tratado, e, além disso, apenas 78,5% do esgoto coletado é tratado, ou seja, 21,5% do esgoto que é coletado é devolvido ao corpo hídrico sem tratamento algum. O Atlas do Esgoto (Figura 3), referente ao ano de 2017, nos mostra valores diferentes para os parâmetros supramencionados, como um aumento do esgoto total gerado e tratado, bem como, um aumento no esgoto coletado e não tratado.

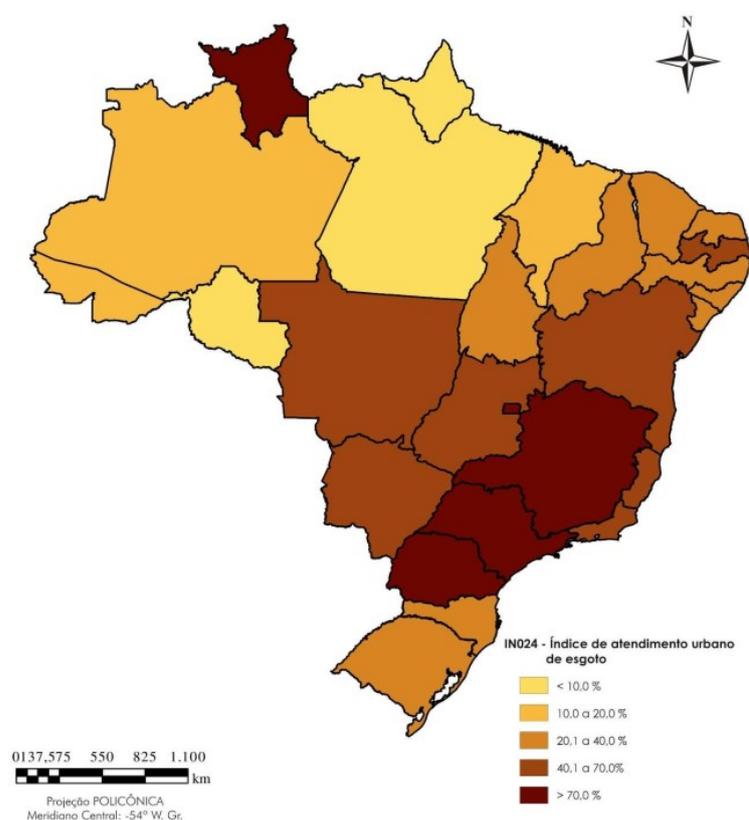
Figura 3 - Ilustração dos índices brasileiros



Fonte: Atlas Esgoto – ANA (2017).

Observando os valores de atendimento urbano nos estados, apenas o Distrito Federal e quatro estados tem 70% ou mais de coleta, são eles: São Paulo, Paraná, Minas Gerais (os mesmos estados desde 2014) e Roraima, que passou a compor o grupo desde 2018. A Figura 4 representa os estados brasileiros e seus índices de atendimento. Se passarmos a comparar os municípios, 73 deles de um total de 4.225, tem índice superior a 70% de atendimento urbano.

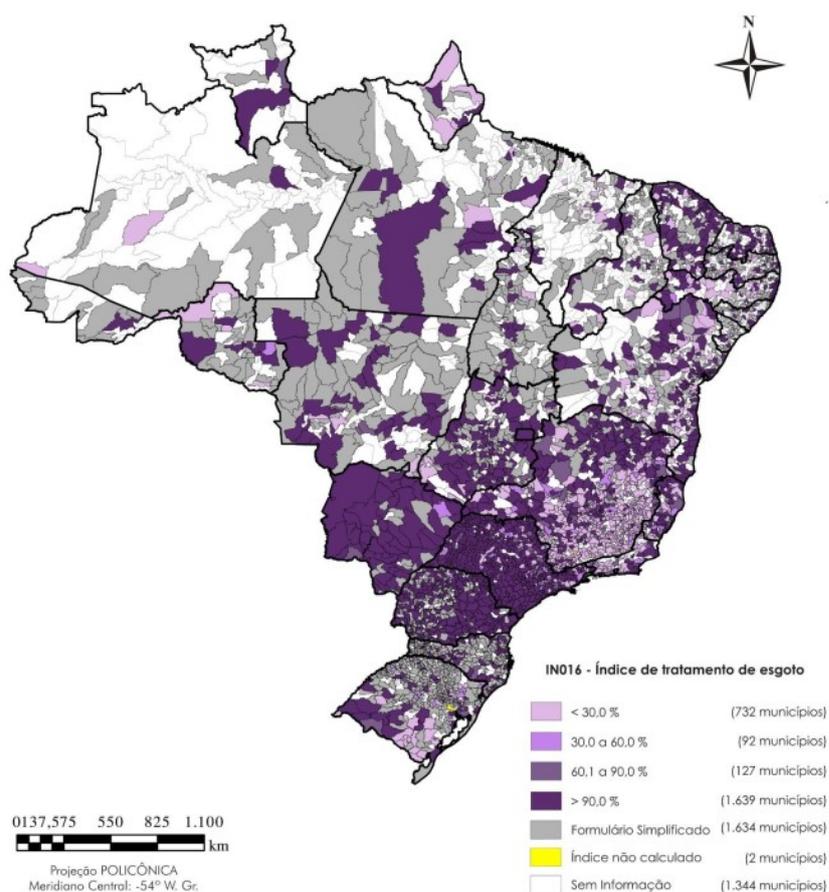
Figura 4 - Índices dos estados brasileiros de atendimento urbano de esgoto



Fonte: Diagnóstico SNIS (2019).

Com relação aos percentuais de tratamento do esgoto coletado dentro dos municípios brasileiros (Figura 5) apresenta a distribuição com as porcentagens, sendo que 1.639 deles possuem 90% ou mais do tratamento do esgoto coletado. Vale ressaltar que, o valor do índice corresponde ao tratamento do volume coletado, que é diferente do volume de esgoto total que o município produz.

Figura 5 - Índices dos estados brasileiros de tratamento do esgoto



Fonte: Diagnóstico SNIS (2019).

2.6 Novo marco legal do saneamento

A Lei 14.026/2020, que entrou em vigor dia 15 de julho de 2020, teve como objetivo uma melhora dos serviços prestados no saneamento básico brasileiro, tanto no esgotamento, quanto a respeito dos resíduos sólidos urbanos, os dois piores índices brasileiros (SNIS, 2019).

Sua aprovação é uma tentativa de mudar esses números, validando empresas privadas a prestarem serviços, alteração na contratação, além de mudanças na

regulamentação das agências. Ademais, foi estimulada uma importante meta, onde as empresas devem ampliar para 99% a porcentagem de população com fornecimento de água em suas residências, e também, para pelo menos 90% da população com coleta e tratamento de esgoto, até o final de 2033. Contudo, este prazo pode ser estendido até 2040 caso comprovado uma inviabilidade, seja ela técnica ou financeira.

2.7 Concepção da rede coletora de esgoto

Segundo Crespo (2001), os principais pré-requisitos para a concepção de uma nova rede de esgoto são:

- a) Consultas a concessionária;
- b) Levantamento topográfico;
- c) Investigação geológica;
- d) Infraestrutura sanitária, técnica e comercial
- e) Serviços públicos de energia e telefonia;
- f) Características urbanísticas.

Em termos práticos, partindo-se de da viabilidade de se executar um novo loteamento junto a prefeitura e demais órgãos pertinentes, é necessária uma consulta com a concessionária que presta o serviço de coleta de esgoto no local para se ter as condições de contorno e diretrizes do projeto da rede coletora para o novo empreendimento. O Quadro 2 exemplifica as configurações de um sistema de coleta de esgoto. O levantamento topográfico é imprescindível para os cálculos, visto que as cotas do terreno são necessárias na definição da inclinação de projeto e áreas de contribuições. A investigação geológica tem mostrado uma melhor execução, pois garante em projeto o não encontro de solos imperfuráveis ou um nível d'água que não condiz com o mínimo necessário (CRESPO, 2001).

Quadro 2 - Configuração do projeto do Sistema de Coleta de Esgotos

RELATÓRIOS	PEÇAS GRÁFICAS		
	DESENHOS DA REDE DE COLETA	PLANTAS GERAIS	DETALHES CONSTRUTIVOS
Memória Descritivo-Justificativa	Plantas de Escoamento	Setores de Densidade Demográfica	Poços de Visita
Memória de Cálculo			Terminais de Limpeza
Relação de Materiais		Bacias Hidrográficas	Escoramentos
Especificações dos Materiais	Travessias		
Especificações dos Serviços	Sifões Invertidos		
Orçamento estimado da Obra	Plantas Construtivas	Plantas Chave do Sistema de Coleta	Extravasores
			Dissipadores de Energia
			Lançamentos Finais

Fonte: Crespo (2001)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho utilizou-se de estudo de caso de projetos executados de redes coletoras de esgoto e seus memoriais descritivos, com o intuito de avaliar os parâmetros utilizados pelos projetistas.

Os projetos analisados são de propriedade de uma empresa privada, executora de loteamentos em diferentes cidades, principalmente no Estado do Paraná.

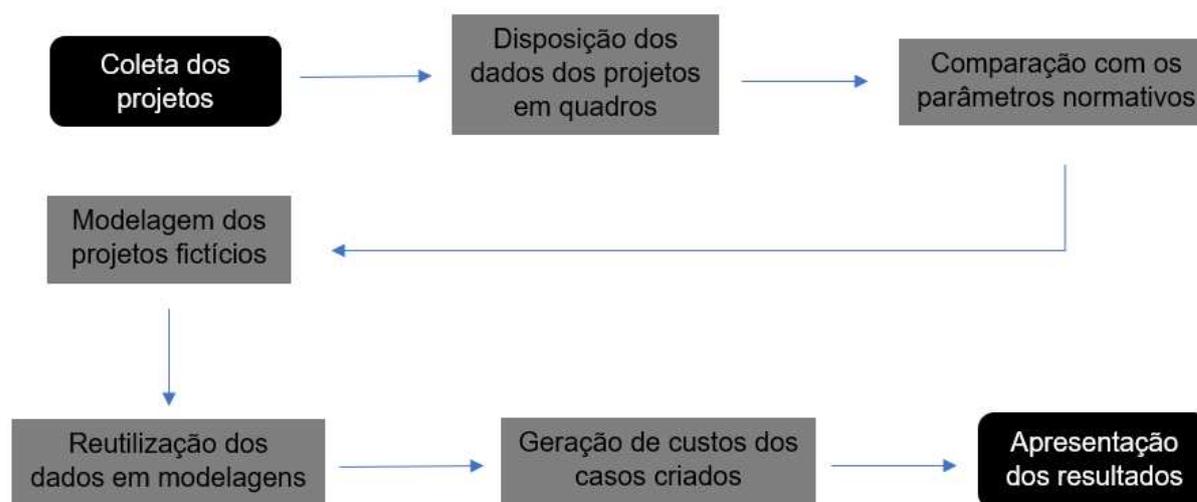
No momento da realização deste estudo, todos os cinco projetos analisados já se encontravam aprovados pelos órgãos responsáveis e liberados para sua execução em cada município, ou seja, atenderam aos pré-requisitos das concessionárias. Os projetos estavam em diferentes etapas executivas até o momento da finalização deste estudo (novembro/2021), sendo três deles já executados e recebidos pela concessionária de saneamento da cidade. Ressalta-se que a fase de implementação dos projetos não faz parte do escopo desta pesquisa.

Cada projeto foi correlacionado ao seu projetista, sendo avaliado o tempo de obtenção da sua carteira profissional, encontrada por meio do site de seu Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Observado as diferenças nas concepções de cada projetista para rede coletora de esgoto, foram feitas análises com relação às normativas exigidas no ano de aprovação do projeto pela respectiva concessionária ou com a Norma Brasileira Regulamentadora nº 9649 de 1986.

Para a apresentação dos dados foram construídos quadros, mostrando os valores dos parâmetros avaliados para a concessionária, normativa brasileira e os encontrados nos projetos. Foram apresentados os motivos para adoção de cada parâmetro, conforme informada pelo projetista, ou quando sem justificativa, disposto como tal.

Para se avaliar os impactos dos parâmetros adotados por cada projetista, os critérios foram replicados em dois projetos fictícios, um com terreno mais acidentado e outro com topografia mais plana. Nestes projetos foram utilizados softwares para criar os sistemas de esgotamento sanitário e assim gerar o quantitativo para a sua implementação. Diante disso, foi possível discutir o impacto gerado quando da adoção daqueles parâmetros. O fluxograma (Figura 6) esquematiza as ações adotadas.

Figura 6 - Fluxograma do plano de ação



Fonte: Autor (2021).

3.1 Critérios de análise dos projetos

Os dados levantados foram organizados em quadros, evidenciando os parâmetros utilizados por cada projetista. Juntamente aos parâmetros, foram apresentados os tempos de graduado dos projetistas, os dados de cada parâmetro relativo ao órgão competente e à normativa vigente. Por fim, apresentou-se a justificativa de cada parâmetro, se de acordo com normativa, diretriz da concessionária ou não justificado. Os parâmetros estudados foram os seguintes:

- a) Implementação de rede coletora ou rede seca: foi analisada de acordo com a resposta das concessionárias, se haveria a interligação ao sistema de esgotamento sanitário já existente ou se seria rede seca, termo utilizado quando a rede está executada no local, porém não se ligará de imediato à rede existente;
- b) Distância predial: a distância que a rede estará locada a frente do lote;
- c) Taxa ocupacional: taxa de habitantes para cada economia;
- d) Diâmetro mínimo: menor valor de diâmetro para as tubulações no projeto da rede coletora;
- e) Consumo por habitante: valor referente a média de consumo *per capita* de cada habitante;

f) Declividade mínima: de acordo com a NBR 9649 (ABNT, 1986), a declividade mínima é correlacionada à tensão trativa mínima, e pode ser encontrada pela Equação 1 para um coeficiente de Manning $n = 0,013$.

$$I_{o,mín} = 0,0055 Q_i^{-0,47} \quad (1)$$

Onde:

$I_{o,mín}$ – Declividade mínima (m/m)

Q_i – Vazão inicial (L/s)

Porém, essa declividade também pode ser adotada mediante os valores apresentados na Tabela 1, correlacionando o diâmetro nominal da tubulação (DN) com o valor para a declividade mínima (I). Os dados derivaram de estudos relativos ao transporte de sedimentos e sua autolimpeza, onde foram propostas condições hidráulicas de escoamento à meia seção do tubo e velocidade de escoamento de 0,60 m/s, critério esse adotado pelo antigo DAE de São Paulo (NUVOLARI, 2009).

Tabela 1 - Declividade mínima (para $y/d_o = 0,5$ e $v = 0,60$ m/s)

Diâmetro Nominal (mm)	Declividade mínima (m/m)
150	0,0070
200	0,0050
250	0,0035
300	0,0025
350	0,0023
400	0,0020

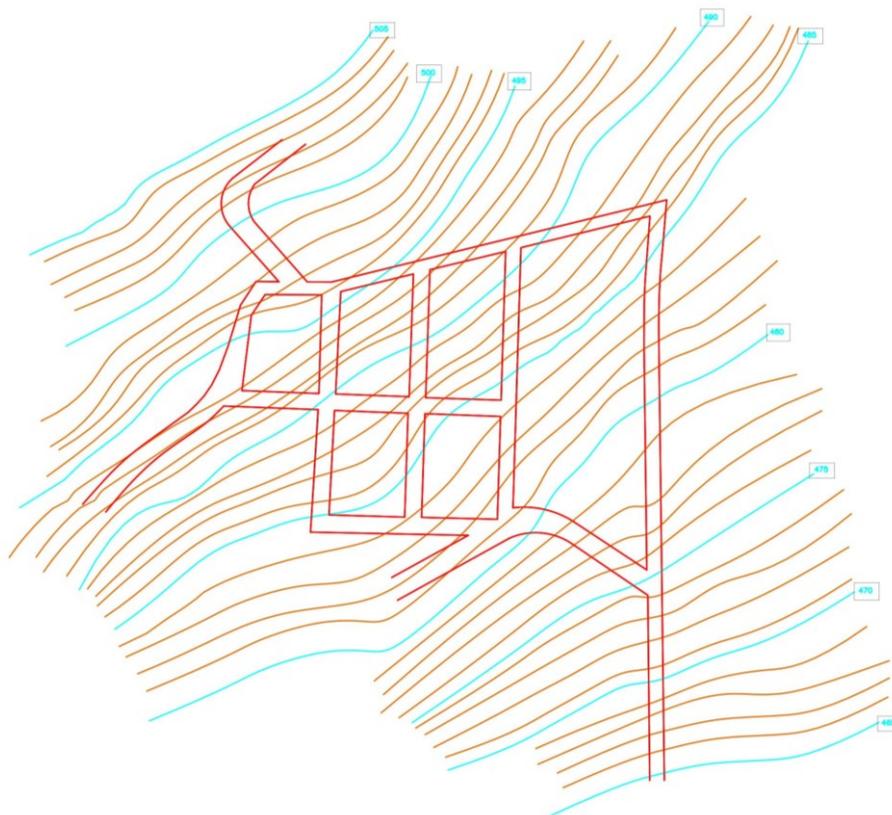
Fonte: Adaptado de Nuvolari (2009).

g) Tensão trativa mínima: é o esforço tangencial mínimo entre o tubo e o fluido, garantindo a autolimpeza no sistema.

- h) Velocidade crítica: é a velocidade onde o fluido, por conter matéria orgânica, tende a liberar gases dentro da tubulação;
- i) Recobrimento mínimo: distância mínima da geratriz superior da tubulação até a superfície do terreno;
- j) Coeficiente de retorno: coeficiente que relaciona o volume de esgoto produzido pelo volume de água utilizado pela população (ABNT:NBR 1986).
- k) Coeficiente de majoração diário (K1): relação entre a maior vazão diária dentro de um ano pela média de vazão anual;
- l) Coeficiente de majoração horário (K2): coeficiente que estima a máxima vazão horária de esgoto doméstico;
- m) Taxa de infiltração: é o volume infiltrado dentro da tubulação do sistema de esgotamento sanitário não proveniente do esgoto gerado;
- n) Coeficiente de Manning: coeficiente de rugosidade do material.

3.2 Primeira rede projetada

Utilizando-se do software Sanced, programa que auxilia nos projetos de sistemas de esgotamento sanitário, também disponível na versão de estudante, foi utilizada topografia sugerida pelo próprio programa, com finalidade didática (Figura 7). Com isso, lançou-se uma rede de esgoto para a determinada topografia e arruamento, que contia cinco quadras. Ressalta-se que previamente foi fixado o critério de rede dupla em todas as modelagens.

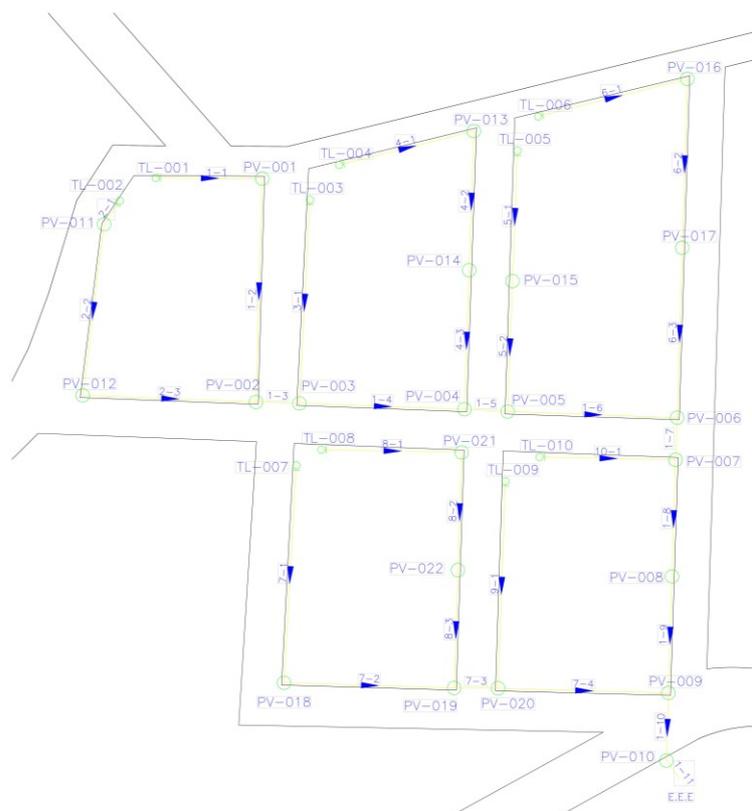
Figura 7 – Primeira topografia fictícia utilizada

Fonte: Adaptado do software Sancad (2021).

Em software CAD, juntamente com as rotinas do software Sancad para sistemas de esgotamento sanitário, além do manual de utilização do mesmo, disponível no website da empresa, foi lançado o traçado da rede, atendendo ao tamanho máximo de 100 metros entre órgãos acessórios, critério das concessionárias. Onde houveram distâncias maiores do que a mencionada, criou-se um órgão acessório na metade da distância, a fim de padronização.

Em cada caso, replicou-se os parâmetros adotados pelos projetistas, levantados dos projetos avaliados (alturas mínimas de recobrimento, distâncias do alinhamento predial e declividade mínima) e então foi gerado o traçado da rede (Figura 8). Exportado os dados do CAD via arquivo DXF para o software de dimensionamento, rotina a qual o próprio software Sancad elabora, foram conferidos todos os dados importados.

Figura 8– Modelagem da rede de esgotamento sanitária com topografia acentuada



Fonte: Autor (2021).

Na sequência, lançou-se os dados hidráulicos da rede no software Sancad, sendo eles: população atendida, consumo *per capita*, coeficientes de variação de consumo K1 e K2, taxa de infiltração, tipo do material para a tubulação e coeficiente de retorno.

A população de projeto foi a utilizada nos memoriais descritivos dos casos analisados, ou seja, adotada a população por economia e multiplicada pela quantidade de economias encontrada no projeto, sendo essa a população de fim de plano.

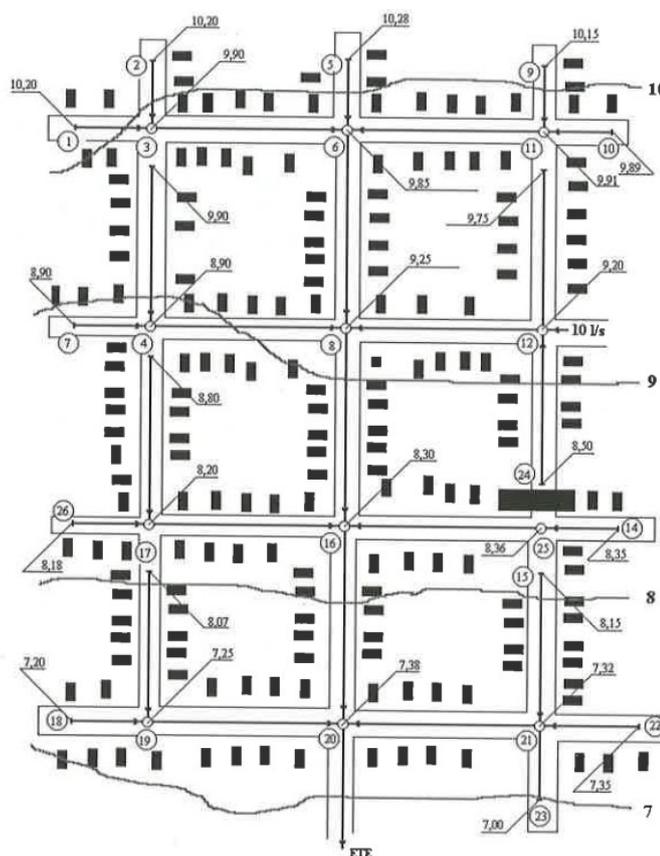
Na sequência do software Sancad, foi utilizada a rotina de dimensionamento, local onde confirmam-se dados como declividade, coeficiente de Manning, tensão trativa e vazão mínima, gerando então todos os dados de assentamento da rede coletora e profundidade dos órgãos acessórios, bem como as vazões de cada trecho e o diâmetro da tubulação.

Por fim, foi analisada a planilha final de dimensionamento, e após, a planilha com a lista dos quantitativos, que contém os dados de volume de escavação e reaterro, metragem da tubulação de coleta de esgoto e órgãos acessórios.

3.3 Segunda rede projetada

Para a segunda rede fictícia, adotou-se a mesma topografia que Crespo (2001) utiliza em um exercício com fins didáticos para redes coletoras de esgoto. Ainda Crespo (2001) pré-determina os parâmetros da população e também um lançamento pontual de esgoto no ponto 12 (Figura 9). Foi utilizada tal topografia por se tratar de um caso atípico, um terreno com baixa variação topográfica no decorrer dos trechos. Manteve-se os critérios da população e vazão concentrada para a segunda modelagem, além de todos os dados topográficos e de arruamentos (Figura 8).

Figura 9 – Segunda rede de esgotamento sanitária



Fonte: Crespo (2001).

Utilizando novamente o software CAD, foi possível gerar os trechos da rede com o auxílio do software Sancad, analogamente à primeira modelagem. Dessa forma, repetiu-se as rotinas de dimensionamento, replicando os parâmetros encontrados nos municípios, e então gerar os valores de quantitativos para cada caso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os projetos disponibilizados pela empresa, foi possível analisar os dados dos parâmetros adotados por cada projetista. Nas tabelas foram dispostos dados contidos tanto nos memoriais descritivos quanto em documentos de resposta recebidos pelas respectivas empresas responsáveis.

Na análise dos casos e para uma melhor diferenciação, foi denominado para cada projetista, ano de aprovação e estado de implantação a seguinte nomenclatura, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Informações dos projetos

Título	Ano	Estado	Experiência do projetista¹
Projeto 1	2012	PR	18 anos
Projeto 2	2016	MS	40 anos
Projeto 3	2020	PR	4 anos
Projeto 4	2016	PR	21 anos
Projeto 5	2014	PR	37 anos

¹Anos de formado
Fonte: Autor (2021).

Observa-se na Tabela 2 que a amostra abrangeu projetistas com elevada amplitude de anos de experiência profissional, variando de 4 a 40 anos.

O primeiro projeto informa que a rede não foi interligada imediatamente ao sistema de esgotamento sanitário da cidade, contudo, os parâmetros exigidos pela concessionária foram atendidos e, em dois casos, foram utilizados valores não justificados: declividade e recobrimento mínimos (Quadro 3).

No que diz respeito ao recobrimento, observa-se um incremento de 5 cm além do exigido pela concessionária, que por sua vez é mais exigente que a NBR 9649:1986. Ressalta-se que o projetista estava ciente deste acréscimo, de acordo com o memorial descritivo, que cita o mínimo exigido pela concessionária.

Segundo Nuvolari (2009), a determinação da declividade está correlacionada à autolimpeza do sistema e a economicidade do investimento, ou seja, deve-se garantir o transporte dos sedimentos, juntamente com o aprofundamento estritamente necessário da rede. Sendo assim, observa-se que não foi mencionada justificativa

para o aumento da declividade mínima de 0,005 (conforme concessionária e NBR) para 0,0077 (critério projetista), desta forma, não se utilizou da declividade econômica.

Quadro 3 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 1 (2012)

Item	Parâmetros exigidos pela concessionária	Parâmetros recomendados pela NBR 9649 (1986)	Projeto 1 - PR	Justificativa
Tempo de obtenção da graduação do projetista	-	-	18 anos	-
Coleta ou rede seca	-	-	Rede seca	-
Distância predial (m)	1,5	-	1,5	Ok, conforme concessionária
Taxa ocupacional (hab/residência)	3,5	-	3,5	Ok, conforme concessionária
Diâmetro mínimo (mm)	150	100	150	Ok, conforme concessionária
Consumo por habitante (Litros por habitante dia)	150	-	150	Ok, conforme concessionária
Declividade mínima (m/m)	0,005	0,005	0,0077	Não justificado
Tensão trativa mínima (Pa)	-	1	1	Ok, conforme NBR
Vazão mínima (L/s)	-	1,5	1,5	Ok, conforme NBR
Velocidade máxima (m/s)	-	5	5	Ok, conforme NBR
Recobrimento mínimo (m)	0,8	0,65	0,85	Não justificado
Coeficiente de retorno	0,8	0,8	0,8	Ok, conforme NBR e concessionária
K1	1,2	1,2	1,2	Ok, conforme NBR e concessionária
K2	1,5	1,5	1,5	Ok, conforme NBR e concessionária
Taxa de infiltração (L/s km)	-	0,05 a 1,0	0,1	Ok, conforme NBR

Fonte: Autor (2021).

Para o segundo projeto, localizado no Mato Grosso do Sul, o sistema também não foi interligado imediatamente ao sistema de esgotamento sanitário da cidade. Conforme observado no Quadro 4, alguns parâmetros diferem do Projeto 1, onde os valores exigidos pela concessionária também são divergentes. Como exemplo, tem-se a distância predial, que passa de 1,5 m (Projeto 1) para 2,2 m (Projeto 2), provavelmente isto se dá devido às características dos municípios, que podem apresentar passeios de diferentes larguras, por exemplo. Nesta segunda ocasião também se observam valores maiores do que as normativas solicitam no quesito recobrimento, que é de 0,90 m pela concessionária, sendo incrementando 0,1 m pelo

projetista. No projeto anterior o recobrimento exigido pela concessionária era de 0,80 m.

Quadro 4 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 2 (2016).

Item	Parâmetros exigidos pela concessionária	Parâmetros recomendados pela NBR 9649 (1986)	Projeto 2 - MS	Justificativa
Tempo de obtenção da graduação do projetista	-	-	40 anos	-
Coleta ou rede seca	-	-	Rede seca	-
Distância predial (m)	2,2	-	2,2	Ok, conforme concessionária
Taxa ocupacional (hab/residência)	4,0	-	4,0	Ok, conforme concessionária
Diâmetro mínimo (mm)	150	100	150	Ok, conforme concessionária
Consumo por habitante (Litros por habitante dia)	150	-	150	Ok, conforme concessionária
Declividade mínima (m/m)	0,005	0,005	0,005	Ok, conforme NBR e concessionária
Tensão trativa mínima (Pa)	1	1	1	Ok, conforme NBR e concessionária
Vazão mínima (L/s)	-	1,5	1,5	Ok, conforme NBR
Velocidade máxima (m/s)	-	5	5	Conforme NBR
Recobrimento mínimo (m)	0,9	0,65	1,0	Não justificado
Coeficiente de retorno	0,8	0,8	0,8	Ok, conforme NBR e concessionária
K1	1,2	1,2	1,2	Ok, conforme NBR e concessionária
K2	1,5	1,5	1,5	Ok, conforme NBR e concessionária
Taxa de infiltração (L/s km)	-	0,05 a 1,0	0,2	Ok, conforme NBR

Fonte: Autor (2021).

Analogamente ao Projeto 1, no memorial descritivo do Projeto 2 estava contido o valor exigido pela concessionária, mostrando ciência do mesmo pelo projetista. Quanto a taxa de infiltração utilizada, tendo em vista serem estados distintos, pode-se observar uma diferença do valor adotado para tal parâmetro, provavelmente correlacionado ao local de implantação.

O Projeto 3 considerou uma declividade mínima de acordo com a tabela de declividade de Nuvolari (2009), apresentando a mesma em memorial, além de também incrementar 5 cm para o recobrimento mínimo do coletor. Mais uma vez observa-se valor diferente para a taxa de infiltração em relação aos demais, mostrando que os projetistas costumam adotar valores locais, porém dentro da faixa

estipulada pela norma. Neste caso foi justificado que determinados locais da implantação teriam tubos próximos do nível de água.

Quadro 5 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 3 (2020).

Item	Parâmetros exigidos pela concessionária	Parâmetros recomendados pela NBR 9649 (1986)	Projeto 3 - PR	Justificativa
Tempo de obtenção da graduação do projetista	-	-	4 anos	-
Coleta ou rede seca	-	-	Interligado	-
Distância predial (m)	1,5	-	1,5	Ok, conforme concessionária
Taxa ocupacional (hab/residência)	5,0	-	5,0	Ok, conforme concessionária
Diâmetro mínimo (mm)	150	100	150	Ok, conforme concessionária
Consumo por habitante (Litros por habitante dia)	150	-	150	Ok, conforme concessionária
Declividade mínima (m/m)	-	0,005	0,007	Não justificado
Tensão trativa mínima (Pa)	1	1	1	Ok, conforme NBR e concessionária
Vazão mínima (L/s)	-	1,5	1,5	Ok, conforme NBR
Velocidade máxima (m/s)	-	5	5	Ok, conforme NBR
Recobrimento mínimo (m)	0,9	0,65	0,95	Não justificado
Coeficiente de retorno	0,8	0,8	0,8	Ok, conforme NBR e concessionária
K1	1,2	1,2	1,2	Ok, conforme NBR e concessionária
K2	1,5	1,5	1,5	Ok, conforme NBR e concessionária
Taxa de infiltração (L/s km)	-	0,05 a 1,0	0,5	Justificado

Fonte: Autor (2021).

O Projeto 4 obteve dados diferentes dos demais acerca da vazão mínima. O projetista optou em considerar 2,2 L/s, enquanto todos os anteriores adotaram 1,5 L/s. Este valor pode ser encontrado na antiga NB 567/1986, que deu origem a atual normativa NBR 9649 para redes de esgoto sanitário (ABNT, 1986). Também se constatou um valor diferente para a declividade mínima, onde o projetista não justificou a sua adoção, porém, ressalta-se que o valor informado é o mesmo apresentado em Nuvolari (2009), podendo ter sido este o referencial usado pelo projetista.

Quadro 6 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 4 (2016).

Item	Parâmetros exigidos pela concessionária	Parâmetros recomendados pela NBR 9649 (1986)	Projeto 4 - PR	Justificativa
Tempo de obtenção da graduação do projetista	-	-	21 anos	-
Coleta ou rede seca	-	-	Interligado	-
Distância predial (m)	1,5	-	1,5	Ok, conforme concessionária
Taxa ocupacional (hab/residência)	5,0	-	5,0	Ok, conforme concessionária
Diâmetro mínimo (mm)	150	100	150	Ok, conforme concessionária
Consumo por habitante (Litros por habitante dia)	200	-	200	Ok, conforme concessionária
Declividade mínima (m/m)	-	0,005	0,007	Justificado
Tensão trativa mínima (Pa)	-	1	1	Ok, conforme NBR
Vazão mínima (L/s)	-	1,5	2,2	Não justificado
Velocidade máxima (m/s)	-	5	5	Ok, conforme NBR
Recobrimento mínimo (m)	0,9	0,65	1,05	Não justificado
Coefficiente de retorno	0,8	0,8	0,8	Ok, conforme NBR e concessionária
K1	1,2	1,2	1,2	Ok, conforme NBR e concessionária
K2	1,5	1,5	1,5	Ok, conforme NBR e concessionária
Taxa de infiltração (L/s km)	-	0,05 a 1,0	0,1	Ok, conforme NBR

Fonte: Autor (2021).

Por fim, o Projeto 5 utilizou para a vazão mínima o valor de 2,2 L/s no sistema, tal como constatado no Projeto 4. Novamente pôde-se observar um valor não justificado do uso do recobrimento mínimo. Também se cita a tabela de declividade mínima de Nuvolari (2009), porém não foi utilizado o valor recomendado de 0,007 m/m contido na tabela.

A taxa de infiltração presente no Projeto 5 foi a maior adotada, juntamente com o Projeto 3. Ambos foram concebidos para regiões próximas no Paraná, que pode ser correlacionado ao clima do local ou algo em específico da região. Justificou-se a utilização do determinado valor pela localidade de implantação, porém sem referenciar tal dado ou dar mais detalhes.

Quadro 7 - Levantamento dos parâmetros para o Projeto 5 (2014).

Item	Parâmetro exigidos pela concessionária	Parâmetro recomendado pela NBR 9649 (1986)	Projeto 4 - PR	Justificativa
Tempo de obtenção da graduação do projetista	-	-	37 anos	-
Coleta ou rede seca	-	-	Rede seca	-
Distância predial (m)	1,5	-	1,5	Ok, conforme concessionária
Taxa ocupacional (hab/residência)	5,0	-	5,0	Ok, conforme concessionária
Diâmetro mínimo (mm)	150	100	150	Ok, conforme concessionária
Consumo por habitante (Litros por habitante dia)	150	-	150	Ok, conforme concessionária
Declividade mínima (m/m)	-	0,005	0,0077	Não justificado
Tensão trativa mínima (Pa)	-	1	1	Ok, conforme NBR
Vazão mínima (L/s)	-	1,5	2,2	Não justificado
Velocidade crítica (m/s)	-	5	5	Ok, conforme NBR
Recobrimento mínimo (m)	0,9	0,65	0,95	Não justificado
Coefficiente de retorno	0,8	0,8	0,8	Ok, conforme NBR e concessionária
K1	1,2	1,2	1,2	Ok, conforme NBR e concessionária
K2	1,5	1,5	1,5	Ok, conforme NBR e concessionária
Taxa de infiltração (L/s km)	-	0,05 a 1,0	0,5	Justificado

Fonte: Autor (2021).

4.1 Análise dos projetos disponibilizados

Ao se comparar cada parâmetro adotado nos projetos, observou-se uma homogeneidade perante vários dos dados, como por exemplo o coeficiente de retorno e coeficientes de majoração, dados flexíveis, porém, homogêneos em todos os casos. Outro parâmetro constante nos projetos foi o diâmetro mínimo da tubulação, visto que todas as concessionárias exigem o valor de 150 mm, divergindo da normativa em vigor. Isso se deve ao fato de, por experiências das empresas, terem o conhecimento que o diâmetro de 100 mm em redes coletoras de esgoto acaba tendo uma quantidade exacerbada de manutenções no decorrer da sua vida útil, fato não observado quando implementado o diâmetro de 150 mm.

Vale ressaltar a respeito dos recobrimentos mínimos nos casos, onde valores maiores do que os exigidos não inviabilizam ou tornam incorreta a concepção do

projeto. Porém, deve-se atentar ao fato de que isto acarreta em um aumento de escavação para a execução do sistema. Conforme Ferreira (2013), ao levantar os custos para traçados de redes coletoras, 51% do valor total era destinado às escavações, escoramentos e reaterros. Considerando a adoção para recobrimento mínimo nos projetos analisados, observa-se que nenhum adotou do valor mínimo.

Tendo os anos de experiência do profissional expostos, observou-se que os projetistas que utilizaram o valor da vazão mínima como sendo o antigo valor recomendado, eram projetistas com mais tempo de formados (21 e 37 anos). Porém, o projetista com maior experiência (40 anos) utilizou o valor contido na atual normativa, fato observado no Projeto 2.

4.2 Análise do primeiro exemplo de projeto

Replicando cada parâmetro para o primeiro projeto fictício, foram gerados os dados para implementação (Tabela 3). Ressalta-se que como a declividade deste caso genérico é mais acentuada, os trechos acompanham em sua grande maioria o terreno natural.

Tabela 3 - Quantitativos do primeiro exemplo de projeto

Item	Unidade	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	Projeto 4	Projeto 5
Tubulação PVC 150 mm	m	1940,2	1940,2	1940,2	1940,2	1940,2
PV até 1,0 m	un	23	23	23	23	23
Acréscimo PV	m	4,36	7,75	6,66	8,95	6,61
TL até 1,5 m	un	11	11	11	11	11
Volume escavação até 2m	m ³	1638,59	1870,27	1793,80	1948,75	1792,77
Volume de reaterro	m ³	1604,3	1835,99	1759,52	1914,46	1758,49

Fonte: Autor (2021).

Os itens Tubulação PVC 150 mm e Poço de Visita até 1,0 m permaneceram constantes para todos os casos, pois, como o espaço físico, quadras, arruamento e as distâncias a serem atendidas são constantes, a quantidade de órgãos acessórios tende a permanecer igual. O que varia são as profundidades dos poços de visita, correlacionadas com o cobrimento e declividade da rede.

Conforme Tsutiya (1999), a movimentação de terra e escoramento são 61% do valor total nos custos de implantação. Desta forma, podemos elencar o Projeto 1 com o menor unitário de escavação e o Projeto 4, com o maior. Comparando-os, o recobrimento mínimo é de 0,85 m e 1,05 m respectivamente, e com valores de declividade de 0,0077 m/m e 0,007 m/m. Logo, para esta topografia fictícia, esse aumento do recobrimento impactou negativamente o Projeto 4 no volume de escavação, mesmo com um valor de declividade menor. Ademais, para o Projeto 4 foi necessário utilizar um consumo por habitante diferente das outras concepções, impactando em uma vazão final maior perante o restante.

Outra comparação interessante a ser realizada é entre o Projeto 3 e o Projeto 5, ambos com 0,95 m de recobrimento. Porém, as suas concepções se diferem na declividade mínima, onde adotou-se 0,0077 m/m e 0,005 m/m respectivamente, além de conceberem vazões mínimas distintas, sendo 1,5 L/s e 2,2 L/s. Dito isso, com uma declividade menor para os trechos, mas vazão mínima superior, o Projeto 5 teve um volume de escavação muito próximo ao Projeto 3, havendo uma compensação nos quantitativos ao adotar diferentes parâmetros.

4.3 Análise do segundo exemplo de projeto

Para o segundo exemplo fictício, novamente os quantitativos foram transpassados em planilhas a fim de expor os dados encontrados (Tabela 4).

Tabela 4 - Quantitativos do segundo exemplo de projeto

Item	Unidade	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	Projeto 4	Projeto 5
Tubulação PVC 150mm	m	1827,06	1637,04	1827,06	1732,05	1732,04
Tubulação PVC 200mm	m	135,00	325,00	135	230,01	230,01
PV até 1,0m	un	12	12	12	12	12
Acréscimo PV	m	9,91	8,58	11,19	11,46	8,47
TL até 1,5m	un	17	17	17	17	17
Tubo de Queda DN 150	un	6	4	6	6	4
Volume escavação até 2m	m ³	2432,92	2475,73	2613,05	2713,69	2417,11
Volume escavação 2m até 3m	m ³	251,78	109,53	298,40	285,24	130,29
Volume escavação 3m até 4m	m ³	0	0	9,74	7,16	0
Volume de reaterro	m ³	2647,63	2546,13	2884,7	2968,25	2509,57

Fonte: Autor (2021).

Examinando o dimensionamento para as redes neste caso, percebe-se que os valores estão correlacionados à baixa inclinação da topografia, onde a declividade para a rede coletora predomina como sendo a mínima adotada de projeto, parâmetro este alusivo aos volumes de escavação. Deste modo, os volumes de escavação divergem entre si, sendo que houveram escavações transpassando a marca de 3 m de profundidade.

Os valores maiores que o exigido, principalmente para a declividade mínima, impactaram negativamente nos quantitativos de escavação e reaterro, gerando um custo adicional, sendo que, os demais quantitativos não tiveram uma grande variação entre si. Por ser um dos itens mais onerosos para a implantação em loteamentos, um dimensionamento maior nos parâmetros associados a escavação, como o recobrimento mínimo, impacta negativamente nos custos gerais.

É importante salientar à similaridade nos valores de poços de visita e tubos de ligação, pois, como no primeiro caso fictício, a quantidade dos órgãos acessórios permanece constantes, o que diverge são os valores extras nos poços de visita, por diferentes profundidades de cota de assentamento.

Nesse segundo exemplo, o Projeto 4 teve o maior unitário nas escavações, visto que se utilizou de maiores parâmetros para todos os itens, impactando negativamente no custo final.

5 CONCLUSÃO

Nesse trabalho, foi constatado que os projetistas avaliados adotaram com similaridade vários parâmetros de concepção para sistemas de esgotamento sanitário, como por exemplo coeficiente de retorno, coeficiente de majoração horária e diária. Visto que todos utilizaram dados da normativa ou concessionária para a sua concepção, denota-se que há um incremento no valor de alguns parâmetros, sem apresentação de justificativa nos memoriais descritivos. Tendo ciência de que o tempo de experiência é um fator relevante, assume-se que no decorrer da carreira houveram experiências ou aconselhamentos que levaram à determinada concepção para o projeto.

Ao avaliar os parâmetros utilizados pelos projetistas, não se pôde concluir apenas com os projetos e memoriais se há alguma correlação entre o tempo de experiência e as concepções, fato onde o projetista mais experiente fez uso do valor atual recomendado e outros menos experientes utilizaram valores contidos em normas defasadas.

Os projetos fictícios criados tiveram o intuito de gerar dados dos sistemas de esgotamento sanitário, onde replicado os parâmetros, obteve-se quantitativos referentes a cada projeto. Dito isso, as modelagens mostraram que a adoção de valores de declividades e recobrimentos maiores que os mínimos podem elevar os quantitativos de escavações e conseqüentemente os custos de uma obra. Além disso, tal impacto é maior em terrenos com declividade menor, onde as declividades de projeto geralmente são as mínimas.

Para estudos futuros, sugere-se avaliar as concepções exigidas em redes coletoras de esgoto para concessionárias de diversos estados brasileiros, e ainda, analisar as concepções de projetos de rede de distribuição de água de diferentes projetistas. Recomenda-se ainda o estudo correlacionando os projetos de redes coletoras de esgoto e as taxas de infiltração adotadas com as localidades brasileiras, clima e topografia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas esgotos: despolição de bacias hidrográficas / Agência Nacional de Águas**, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. - Brasília: ANA, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**. Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649**. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário - Procedimento. ABNT, 1986.

BRASIL. 2007. **Lei nº 11.445**. 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm

BRASIL. 2020. **Lei nº 14.026**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#.

CANDIDO BAY, Aurila Maria; SILVA, Valdenildo Pedro da. **PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE MORADORES DO BAIRRO DE LIBERDADE DE PARNAMIRIM/RN SOBRE A IMPLANTAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO**. HOLOS, [S.I.], v. 3, p. 97-112, jun. 2011. ISSN 1807-1600. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/381>. Acesso em: 12 jul. 2021. doi:<https://doi.org/10.15628/holos.2011.381>.

CRESCO, Patricio Gallegos. **Sistemas de Esgoto**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

COM 286 loteamentos aprovados, setor imobiliário é um dos pilares do desenvolvimento. **PREFEITURA MUNICIPAL DE UMUARAMA**, 2021. Disponível em: <https://www.umuarama.pr.gov.br/noticias/obras-planejamento-urbano-e-projetos-tecnicos/com-286-loteamentos-aprovados-setor-imobiliario-e-um-dos-pilares-do-desenvolvimento>. Acesso em: 31 de out. de 2021.

DAE faz melhorias em redes de esgoto com reformas de PVs. **DAESBO**, 2021. Disponível em: <https://daesbo.sp.gov.br/noticias/dae-faz-melhorias-em-redes-de-esgoto-com-reformas-de-pvs/>. Acesso em 11 de agosto de 2021.

DIARREIA mata 1,5 milhões de crianças por ano. [S. /], 14 out. 2009. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2009/10/14/diarreia-mata-milhoes-de-criancas-ano/>. Acesso em: 18 jul. 2021.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). **Manual de saneamento / Ministério da Saúde**, Fundação Nacional de Saúde. – 5.ed. Brasília: Funasa, 2019. 545 p.: il.

KEINERT, T. M.M. **Qualidade de Vida, Planejamento e Gestão Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

METCALF & EDDY (2016). **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. McGraw-Hill. 5ª edição. Porto Alegre, AMGH.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário – coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 2ª edição, 2011, 565 p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **MPS – Manual de Projetos de Saneamento**. 4.ed. 2012.

SNIS - Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**, Ministério das Cidades, 2010.

SOUZA HP, OLIVEIRA WTGH, SANTOS JPC, TOLEDO JP, FERREIRA IPS, ESASHIKA SNGS, et al. **Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil de 2010 a 2017: aspectos para vigilância em saúde**. Rev Panam Salud Publica. 2020;44:e10. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.10>

TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 3ª edição. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, 548 p.