



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**ALTAIR FERNANDES DA SILVA NETO**

**KAROLINE ASSING HOBOLD**

**INTERFERÊNCIAS ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE  
COLETA DE ESGOTOS SANITÁRIOS**

**Tubarão**

**2019**

**ALTAIR FERNANDES DA SILVA NETO  
KAROLINE ASSING HOBOLD**

**INTERFERÊNCIAS ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE  
COLETA DE ESGOTOS SANITÁRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia Civil  
da Universidade do Sul de Santa Catarina  
como requisito parcial à obtenção do título  
de Engenheiro Civil.

Orientador: Professora Madelon Rebelo Peters, MSc.

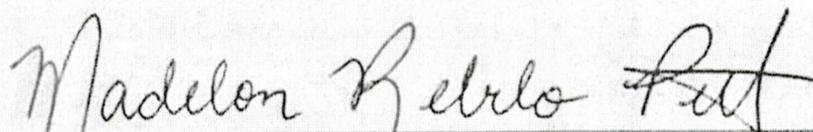
Tubarão  
2019

ALTAIR FERNANDES DA SILVA NETO  
KAROLINE ASSING HOBOLD

INTERFERÊNCIAS ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE  
COLETA DE ESGOTOS SANITÁRIOS

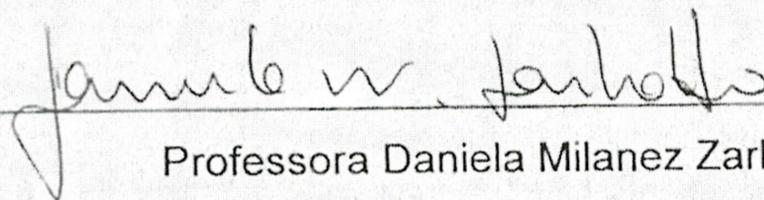
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 25 de Novembro de 2019.



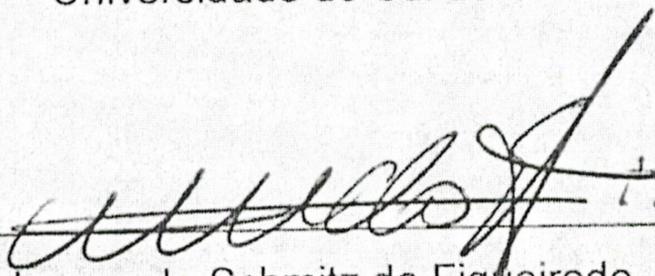
---

Professora e orientadora Madelon Rebelo Peters, MSc.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Professora Daniela Milanez Zarbato, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Leonardo Schmitz de Figueiredo, Eng. Civil  
Tubarão Saneamento S.A.

Dedicamos este trabalho as nossas famílias, professores, colegas de trabalho e todos que de alguma forma contribuíram para que ele pudesse se concretizar.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais por estarem sempre ao meu lado me apoiando e incentivando, por darem tudo de si para que eu pudesse estar onde estou hoje e por lutarem pelos meus sonhos junto comigo.

A minha orientadora pelo incentivo, pelo tempo investido em nós e neste trabalho para que pudéssemos realizá-lo da melhor forma possível e, principalmente pelos melhores conselhos e orientações que recebi.

Agradeço imensamente ao meu amigo e parceiro deste trabalho pela paciência, empenho e dedicação em todas as etapas, não somente para este trabalho, mas em todo o trajeto da faculdade.

Aos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho direta ou indiretamente, o meu muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

A sensação de dever cumprido neste momento é contagiante e impressionante. Não somente devido a contemplação de um trabalho bem feito, mas devido a reciprocidade deste momento. Visto que durante a caminhada muitas pessoas nos ajudaram.

Agradeço a minha dupla, que acreditou e acredita nessa empreitada e mais que isso, abraçou este desafio e foi muito ativa durante a concepção deste trabalho e de toda a minha graduação.

A nossa orientadora, que em muitos momentos de minha vida esteve presente. Muitos deles bons e felizes, alguns infelizmente nem tanto, mas eis essa a nossa vida. Meu mais profundo e feliz obrigado, por tudo.

A minha família. Meu pai que já não está mais nesse mundo, mas sonhou muito com este momento e foi sempre um grande incentivador do tema deste trabalho, minha gratidão por tudo e os meus melhores pensamentos. A minha mãe, grande parceira e companheira que jamais me deixa cair, toda a gratidão. Minha namorada, meu muito obrigado por sempre estar do meu lado e sempre me incentivar. Minha irmã, muito obrigado pelas boas energias e boas conversas de sempre. Amo todos vocês.

No mais, agradeço a todos que sempre estiveram comigo. Amigos, familiares, professores e mentores. Meu mais sincero obrigado e minha profunda gratidão.

ALTAIR FERNANDES DA SILVA NETO

“No fim tudo dá certo, se não deu certo é porque ainda não chegou ao fim”.

(FERNANDO SABINO)

## RESUMO

Este trabalho constituiu-se na análise das interferências encontradas durante a execução das obras da rede coletora de esgoto no Município de Tubarão, Santa Catarina. Trata-se de um estudo de caso com abordagem quantitativa. Durante este trabalho estabeleceu-se como fonte de resultados as interferências encontradas nas ruas Piedade, Alvin Rosendo Fogaça, São Manoel, Irineu Alves Garcia e Manaus, todas inclusas na bacia 13.3. Para embasamento dos resultados foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica e visitas in loco para verificar a existência das interferências, tais como redes de drenagem, redes elétricas e de lógica, ramais de redes de água e redes de gás. Foi possível verificar as soluções aplicadas para superar as interferências identificadas. Concluiu-se que o uso mais eficiente de sondagens, aliados ao registro e controle das redes subterrâneas do município poderiam reduzir o custo da implantação e evitar o encontro com interferências ainda nas fases de planejamento das obras e de projeto, diminuindo os transtornos sofridos pela população local e o custo da implantação das obras.

Palavras-chave: Rede Coletora de Esgoto. Interferências. Infraestrutura Urbana.

## **ABSTRACT**

This work constituted on the analysis of the interferences found during the execution of the sewer collector system on the city of Tubarão – SC. During this work, as results font, establish the interferences found on the city streets: Piedade, Alvin Rosendo Fogaça, São Manoel, Irineu Alves Garcia and Manaus. All then included on the 13.3 basin. The city of Tubarão has more than 105 thousand citizens, it is divided by Tubarão river and is the biggest city on the metropolitan region of Tubarão – SC. To the results basement was done a wide bibliographic research and for reach the results was done in loco visits and settle contacts with involved on the services executions, where can to verify the existence of interferences as drainage systems, electric and logical networks, water supply extensions and gas network. Was possible to verify the solutions apply to overcome these interferences. Concluded with this work, the use more efficient of soil drillings, allied to the control and register of the underground networks in the city may reduce the implantation cost and avoid the clash with interferences still on the implantation planning step and project step and in this way decrease the suffered trouble by local population and the cost of the implantation.

Keywords: Sewer collector network; interferences; Urban infrastructure.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Sistema de coleta, transporte e disposição final de esgoto sanitário. ....	23
Figura 2 - Cadastro subterrâneo na cidade do Rio de Janeiro. ....	24
Figura 3 - Implemento para desmonte de rocha mecanizado.....	26
Figura 4 - Radar de Penetração no solo.....	29
Figura 5 - Redes subterrâneas.....	30
Figura 6 - Rede de drenagem.....	31
Figura 7 - Redes elétricas subterrâneas.....	32
Figura 8 - Rede de abastecimento de água.....	33
Figura 9 - Rede de gás subterrânea.....	34
Figura 10 - Delimitação das bacias. ....	36
Figura 11 - Delimitação da Bacia de execução e de estudo. ....	37
Figura 12 - Execução de Sondagem.....	38
Figura 13 - Rua Piedade esquina com a rua XV de Novembro.....	39
Figura 14 - Desmonte das rochas.....	40
Figura 15 - Rua Alvin Rosendo Fogaça esquina com a rua Otávio Belmiro.....	41
Figura 16 - Sistema de rebaixamento instalado. ....	42
Figura 17 - Instalação de estacas prancha e caixotes. ....	42
Figura 18 - Rua São Manoel entre a Lauro Muller e Avenida Marcolino Martins Cabral. .....	43
Figura 19 - Interferência de uma rede de drenagem.....	44
Figura 20 – Rua Irineu Alves Garcia entre as ruas São Luís e Wenceslau Braz.....	45
Figura 21 - Rede elétrica encontrada no trecho.....	45
Figura 22 - Rua Manaus esquina com a rua Washington Luís.....	46
Figura 23 - Ramal de água encontrado. ....	47
Figura 24 - Traçado do Coletor tronco Braz.....	48
Figura 25 - Perfil do funcionamento do Georadar.....	49
Figura 26 - Projeto de interferências encontradas no trecho. ....	50
Figura 27 - Projeto original.....	51
Figura 28 - Representação da interferência.....	51
Figura 29 - Croqui as Built da bacia. ....	52

## **LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS**

ETA – Estação de Tratamento de Água

GPR – Radar de Penetração no Solo

kV – Kilovolt

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional

NBR – Norma Brasileira

SNS – Secretaria Nacional de Saneamento

SCGÁS – Companhia de gás de Santa Catarina

PV – Poço de Visita

EE – Estação Elevatória

TBSSA – Tubarão Saneamento S.A

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	15
1.2 OBJETIVOS .....	17
<b>1.2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 SANEAMENTO BÁSICO .....	18
2.2 SANEAMENTO NO BRASIL.....	19
2.3 SISTEMAS COLETORES DE ESGOTOS .....	19
<b>2.3.1 Sistema único ou combinado .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.2 Sistema de esgotamento separador parcial .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.3 Sistema separador absoluto .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.4 Componentes de um sistema de rede coletora de esgoto.....</b>	<b>22</b>
2.4 PROJETO E DIMENSIONAMENTO .....	23
2.5 SONDAÇÃO DO TRECHO.....	25
<b>2.5.1 Presença de rochas .....</b>	<b>25</b>
2.5.1.1. Desmonte de rochas com uso de explosivos .....	25
2.5.1.2 Desmonte de rochas através de rompedores pneumáticos.....	26
2.5.1.3 Desmonte de rocha a frio.....	27
<b>2.5.2 Lençol freático.....</b>	<b>27</b>
2.5.2.1 Rebaixamento do lençol freático por meio de poços.....	27
<b>2.5.2 Tecnologia disponível .....</b>	<b>28</b>
2.6 PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA .....	29
<b>2.6.1 Rede de Drenagem.....</b>	<b>30</b>
<b>2.6.2 Redes Elétricas e de Lógica .....</b>	<b>31</b>
<b>2.6.3 Ramal e Rede de Água .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6.4 Rede de Gás.....</b>	<b>33</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
3.1 PARTICULARIDADE DO ESTUDO .....	35
3.2 COLETA DE DADOS .....	36
3.3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	37

<b>4 RESULTADOS E DISCUSÃO.....</b>	<b>38</b>
4.1 ANÁLISE PRÉVIA PARA EXECUÇÃO DA OBRA .....	38
4.2 ANÁLISE DAS INTERFERÊNCIAS ENCONTRADAS.....	39
<b>4.2.1 Rua Piedade .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.2 Rua Alvin Rosendo Fogaça.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.3 Rua São Manoel.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.4 Rua Irineu Alves Garcia .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2.5 Rua Manaus .....</b>	<b>46</b>
4.3 POSSÍVEIS SOLUÇÕES.....	47
<b>4.3.1 Medidas preventivas.....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.2 Medidas corretivas .....</b>	<b>50</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Obras como implantação de rede de esgotos sanitários são consideradas de grande porte, que envolvem a satisfação não somente do contratante como também da população local. Por isso, surge a necessidade de se obter um bom planejamento para que a execução atenda aos requisitos exigidos por ambos.

Um bom planejamento de uma rede dá-se quando se tem acesso a todas as informações necessárias para sua concepção. Para tanto, é de suma importância conhecer o local e o tipo de solo, bem como as interferências que podem ser encontradas. Portanto, o planejamento executivo bem elaborado é um instrumento fundamental para o sucesso da obra (NUVOLARI, 2011, p. 125).

As plantas e cadastros de redes podem ser encontradas em prefeituras e sites das empresas que executaram a obra, porém, nem sempre eles contêm todas as informações necessárias para um correto planejamento. Além disso, como a maioria das redes existentes são antigas, estas informações acabaram se perdendo no tempo e faz-se a necessidade de realizar um novo levantamento para que se atualize os respectivos cadastros das redes subterrâneas.

Portanto, nesse tipo de trabalho, é necessário executar o levantamento topográfico cadastral de interferências enterradas, por meio de pessoal especializado, bem como, os levantamentos a serem efetuados devem abranger sempre uma área maior que a afetada pelo projeto em si, para permitir a elaboração de um projeto adequado de eventuais relocalizações de interferências (NUVOLARI, 2011, p. 115).

De posse dos dados coletados é possível minimizar os impactos causados as implantações de terceiros e principalmente adequar o projeto a ser executado às interferências existentes. Neste contexto, este estudo busca expor as principais interferências encontradas durante a implantação de um sistema de esgotamento sanitário no Município de Tubarão, Santa Catarina (SC), assim como os métodos utilizados para transpor os obstáculos não previstos durante a fase de projeto.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O Brasil possui umas das maiores reservas hídricas do planeta, tendo uso em indústrias, irrigações, hidroelétricas, abastecimento à população, entre outros.

Enfatizando o uso da água em abastecimento à população, depois da sua utilização, seja no banho, na lavagem de roupas, de louças ou na descarga do vaso sanitário, os efluentes devem ser adequadamente destinados e, para tanto, surge a necessidade da construção de uma rede de coleta.

Em nosso país está cada vez mais evidente a necessidade da implementação de uma rede de esgoto distinta para os dejetos sanitários. Conforme o Instituto Trata Brasil, o país possuía em 2016 somente 51,9% de sua população atendida por coleta de esgoto. Presume-se, portanto, que o restante dessa população vive de coleta de esgoto irregular, em que os efluentes domiciliares são encaminhados para redes pluviais, canais de água, valetas a céu aberto, dentre outras soluções usuais que não apresentam segurança e conforto, além de ser importante meio de disseminação de vetores de doenças e epidemias.

A construção de redes de esgoto é um desafio, visto a grande interferência que a construção dessa rede de coleta causa na população local. Durante a escavação de valas é comum serem atingidas inadvertidamente as redes de abastecimento de água, redes de internet, redes elétricas, redes de gás, telefone, dentre outras tubulações e fiações que utilizam o subsolo urbano.

Como são obras de responsabilidade pública, os transtornos por elas causados geram um descontentamento em boa parte da população, que não visualiza os benefícios, mas os problemas temporários ocasionados por esse tipo de obra. Não é incomum durante as obras de saneamento, por exemplo, a interrupção do abastecimento de água, além de outros danos. Assim como as pavimentações que costumam ser prejudicadas gerando graves patologias nas ruas e avenidas das cidades onde a rede de coleta de esgoto é executada.

O Município de Tubarão, atualmente está passando por várias obras com diversas frentes de trabalho construindo grandes redes de coleta. Desta forma, a população local vem sentindo os efeitos da construção destas redes. Entretanto, a implantação das redes de coleta é uma necessidade, inclusive legal, que busca melhorar as condições de vida da população de um determinado lugar.

Neste contexto, considerando os aspectos benéficos e consequências adversas na implantação de redes de coleta, tem-se a seguinte questão de pesquisa: **Quais as interferências que podem ser encontradas durante a execução na rede de coleta de esgoto no município de Tubarão-SC e quais as soluções possíveis para minimizar tais problemas?**

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Analisar as interferências encontradas durante a execução das obras de esgoto no município de Tubarão-SC, com enfoque na bacia 13.3 e as possíveis soluções aplicáveis a este tema.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Pesquisar as possíveis interferências e situações adversas sobre a implantação da rede coletora de esgoto.
- Quantificar as interferências e consequências que podem ocorrer durante a execução.
- Realizar levantamento das interferências ocorridas em alguns trechos da bacia analisada.
- Identificar e propor soluções aplicáveis nos trechos em estudo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SANEAMENTO BÁSICO

Apesar de atualmente o tema saneamento ter sido evidenciado nas mídias e no cotidiano popular, as preocupações com o esgotamento sanitário datam do império romano. Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011, p. 1):

As referências relativas a esgotamento sanitário consideram a Cloaca Máxima de Roma, construída no século 6 antes de Cristo como o primeiro sistema de esgoto planejado e implantado no mundo. A Cloaca Máxima recebia parte dos esgotos domésticos das áreas adjacentes ao fórum Romano e propiciava a drenagem superficial de uma área bem maior, essencial para o controle da malária.

Com a invenção da privada com descarga hídrica por John Harington em 1596 e o aumento da população na Europa, a forma com que os excretos humanos eram tratados levou a uma situação insustentável. Então, iniciou-se o uso de privadas onde as excretas se acumulavam, porém essa prática tornou-se inviável, pois gerava fortes odores e problemas de disposição das excretas acumuladas nestas privadas (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011, p. 1).

Como resolução, em 1598, foi autorizado em Londres o lançamento de efluentes domésticos nas galerias de águas pluviais. Em 1666, tornou-se compulsório o lançamento de todas as águas residuárias das habitações nas galerias públicas de Londres (NETTO, 1977 apud TSUTIYA; SOBRINHO, 2011, p. 1).

Porém, o sistema de Londres não foi compatível com a demanda, uma vez que foi construído sem planejamento, apresentando sérios problemas operacionais. Em consequência, no ano 1666, iniciou-se o desenvolvimento de um sistema coletor de esgotos adequado (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011, p. 1).

Na Alemanha em 1666, que houve um avanço significativo nos projetos e na construção de sistemas de esgotos. Após um incêndio em Hamburgo, que destruiu parte da cidade, um novo sistema de coleta e transporte de esgotos (pluvial doméstico) foi projetado com as modernas técnicas disponíveis na época (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011, p. 1).

## 2.2 SANEAMENTO NO BRASIL

No Brasil, foi somente a partir da década de 40, que houve um grande aumento na população urbana, até então, a maioria da população brasileira concentrava-se nas zonas rurais. A partir disso, iniciou-se a carência pelo saneamento básico, como observado por Lobo (2003, p. 28 e 29):

O acelerado processo de urbanização que experimentamos a partir da década de 40 transferiu para as cidades um imenso contingente de população, mudando o perfil do país. Em 1940, a população urbana que era de 12 milhões de habitantes poderia até enfrentar problemas com o abastecimento de água, mas eram problemas pequenos, considerando-se que essas 12 milhões de pessoas estavam distribuídas por todas as cidades brasileiras. A falta de água era resolvida com pequenos sistemas de distribuição. A necessidade de saneamento, principalmente no que se refere ao esgotamento sanitário – diferente da água, luz, pavimentação – não se apresentava como demanda social.

Este processo, de atendimento urbano por rede coleta de esgotos nos estados brasileiros, apresenta marcas ainda hoje, como verificado no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, publicado anualmente pela Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR).

[...] o índice médio de atendimento urbano com rede coletora de esgotos aponta valores acima de 70% apenas no Distrito Federal e em três estados: São Paulo, Minas Gerais, Paraná, mesmas Unidades da Federação desde 2014. Na faixa de 40% a 70%, aparecem outros sete estados: Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Roraima, Bahia e Paraíba, mesmos estados de 2016; na faixa logo abaixo, de 20% a 40%, situam-se nove estados: Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Ceará, Tocantins, Pernambuco, Sergipe, Rio Grande do Norte, Santa Catarina e Alagoas; enquanto que na penúltima faixa, de 10% a 20%, encontram-se quatro estados: Maranhão, Piauí, Acre e Amazonas. Por fim, na menor faixa, inferior a 10%, há três estados: Pará, Amapá e Rondônia. (BRASIL, 2019, p. 33).

Os dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos também revelam um decréscimo nos investimentos entre 2016 e 2017. Conforme Brasil (2019, p. 54), “o maior valor deve ser considerado como aquele efetivamente aplicado em 2017, nesse caso igual a R\$ 10,96 bilhões, observando-se um decréscimo de 4,8% em relação a 2016, quando o total investido foi de R\$ 11,51 bilhões”.

## 2.3 SISTEMAS COLETORES DE ESGOTOS

Conforme Magalhães (1995, p. 5):

Uma rede de esgoto é um conjunto de condutos ramificados, que lembra, no seu funcionamento, um sistema fluvial. O escoamento no interior dos condutos geralmente se processa sob a ação da gravidade, e, portanto, de cotas mais elevadas caracterizadas por trechos de pequenos diâmetros para cotas mais baixas, correspondentes a trechos de diâmetros maiores. Os condutos de pequenos diâmetros afluem para condutos de diâmetros cada vez maiores, até atingir os condutos principais do sistema.

Segundo Dacach (1984, p. 7), os sistemas de esgotos sanitários variam dos mais simples aos mais complexos, a depender do tamanho, da topografia da cidade e das interferências encontradas ao longo do percurso de implantação. De acordo com Mendonça e Mendonça (2016, p. 20), classifica-se os sistemas de esgoto conforme o tipo de despejo coletado, sendo:

- a) **Sistema único ou combinado:** as águas pluviais e os esgotos domésticos são transportados ao mesmo tempo pelo mesmo sistema.
- b) **Sistema parcialmente separador:** nesta rede é admitido somente a parte das águas pluviais provenientes de telhados e pisos de residências.
- c) **Sistema separador absoluto:** as águas pluviais e esgotos domésticos são transportados em diferentes redes.

### 2.3.1 Sistema único ou combinado

O sistema único, combinado ou unitário foi o primeiro sistema de coleta e transporte de esgoto desenvolvido nas cidades. Conforme Netto (1977, p. 9), “a maioria das cidades europeias e norte-americanas, principalmente as grandes cidades, são esgotadas por sistemas unitários”.

Tsutiya e Sobrinho (2011, p. 2 e 3), definem que nesta solução as águas pluviais, águas de infiltração e as águas residuárias veiculam pela mesma rede. Entretanto, este sistema tem caído em desuso devido a uma série de inconveniências, como a necessidade de seções de escoamento relativamente grandes, exigindo a construção de galerias e estruturas especiais, de grande porte e de difícil execução, além de ser dispendiosa (NETTO, 1977, p. 11).

### 2.3.2 Sistema de esgotamento separador parcial

Neste sistema é realizado uma separação parcial entre as águas pluviais que adentram no sistema. Para Tsutiya e Sobrinho (2011, p. 3), “[...] uma parcela das águas de chuva, provenientes de telhados e pátios das economias são encaminhadas juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo para um único sistema de coleta [...]”.

### 2.3.3 Sistema separador absoluto

O sistema separador absoluto é o sistema mais amplamente utilizado, devido sua facilidade de execução e custo menor de implantação. Conforme Tsutiya e Sobrinho (2011, p. 2):

Em 1879, nos Estados Unidos, o Eng. George Waring foi contratado para projetar os sistemas de esgoto de Memphis e, após concluir que o sistema de esgotamento sanitário teria um custo de implantação muito elevado para as condições locais, propôs que as águas residuárias urbanas fossem coletadas e transportadas em um sistema totalmente separado daquele destinado às águas pluviais. Este sistema de águas residuárias, com vazões bem menores, resultando em obras de menor porte e conseqüentemente de menor custo, resolvendo o problema mais grave de saneamento da cidade.

O sistema coletor apresenta muitas vantagens em comparação aos demais sistemas, justificando sua larga utilização. As principais vantagens do sistema separador absoluto segundo Netto (1977 apud MENDONÇA; MENDONÇA, 2016, p. 20), são:

- a) É possível intercalar a construção de coletores sanitários e galerias pluviais conforme necessidade e conveniência.
- b) Simplifica a segmentação do processo construtivo integrando a disponibilidade financeira e vantagens.
- c) Possibilita o emprego de materiais e tubulações de menor custo.
- d) Garante melhores tensões tratativas mínimas.
- e) Permite utilização em vias não pavimentadas e sem leito demarcado.
- f) Assegura melhor controle na contaminação das águas que são destinadas ao tratamento, reduzindo custos no processo de Estação de tratamento de água (ETA).

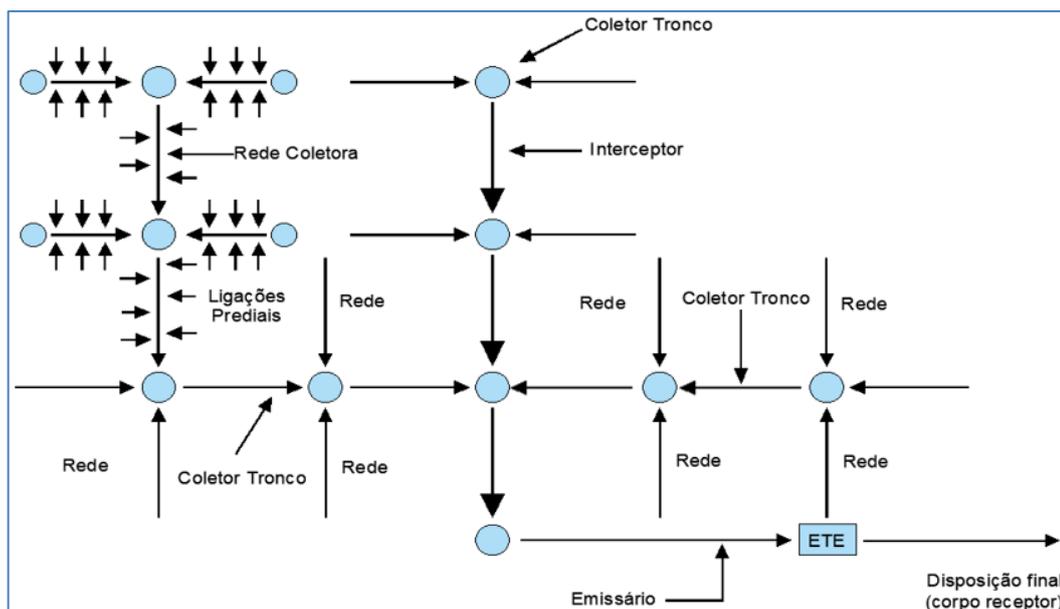
### 2.3.4 Componentes de um sistema de rede coletora de esgoto

Algumas peças são indispensáveis para a execução de uma rede coletora de esgoto sanitário (NUVOLARI, 2011, p. 61):

- a) **Coletor tronco:** tubulação cuja função é receber as contribuições de outros coletores.
- b) **Coletor principal:** coletor de esgoto de maior extensão dentro de uma mesma bacia de contribuição.
- c) **Coletor predial:** trecho de tubulação de instalação predial de esgoto compreendido entre a última inserção das tubulações que recebem efluentes de aparelhos sanitários e o coletor de esgoto.
- d) **Ligação predial:** trecho contido entre o limite do terreno e o coletor de esgoto.
- e) **Coletor de esgoto:** tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto dos coletores prediais e qualquer ponto ao longo de seu comprimento.
- f) **Poço de visita:** são dispositivos instalados ao longo da rede que permitem entrada de pessoas e equipamentos para manutenção.
- g) **Terminal de inspeção e limpeza:** dispositivo não visitável, porém este permite a introdução de equipamentos de limpeza.

A figura 1 retrata um sistema de esgoto funcional com cada um de seus componentes, desde a coleta nas edificações até a disposição final dos resíduos tratados.

Figura 1- Sistema de coleta, transporte e disposição final de esgoto sanitário.



Fonte: Nuvolari (2011, p. 62).

## 2.4 PROJETO E DIMENSIONAMENTO

A fase de projeto, planejamento e dimensionamento são fundamentais para a implantação de um sistema de coleta de esgoto. De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2011, p. 6), dentre as diversas normas brasileiras, as que regulam os projetos de sistemas de esgoto sanitário são:

- a) **NBR 9648** – Estudo De Concepção De Sistemas De Esgoto Sanitário.
- b) **NBR 9649** – Projeto De Redes Coletoras De Esgoto Sanitário.
- c) **NBR 12207** – Projeto De Interceptores De Esgoto Sanitário.
- d) **NBR 12208** – Projeto De Estações Elevatórias De Esgoto Sanitário.
- e) **NBR 12209** – Projeto De Estações De Tratamento De Esgoto Sanitário.

Além das normas mencionadas anteriormente, utiliza-se também:

- a) **NBR 14486** – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário  
- Projeto de redes coletoras com tubos de PVC.

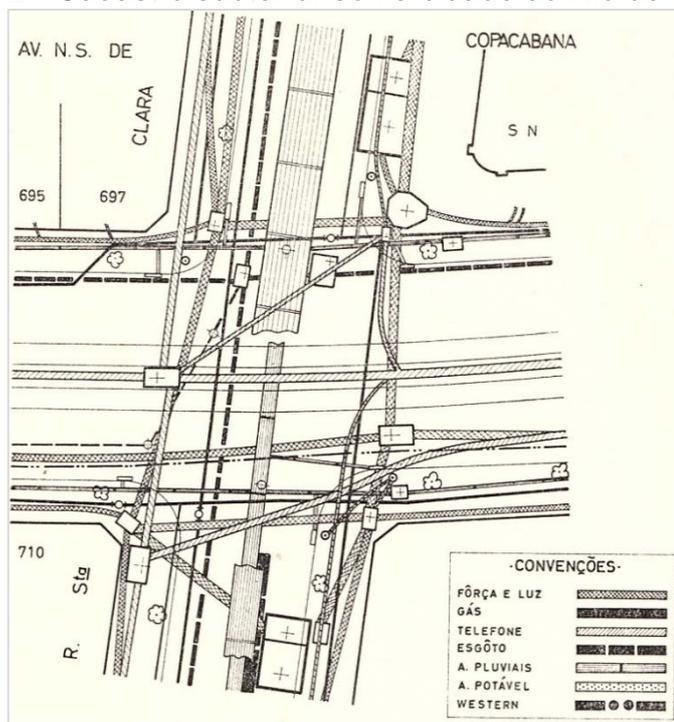
Na fase de planejamento é de suma importância a consideração de fatores que afetam a concepção de um traçado para as redes, dentre eles as interferências presentes no subsolo. Para Tsutiya e Sobrinho (2011, p. 21):

O conhecimento do subsolo será indispensável para se ter ideia da presença de rochas, solos de baixa resistência, lençol freático e de outros problemas. O ideal seria o reconhecimento completo do subsolo por meio de numerosas sondagens. Entretanto, na fase de projeto, considerando o custo elevado dessas sondagens, geralmente conhece-se o subsolo por um número menor de sondagens.

Portanto, um bom planejamento garante uma melhor execução, reduz custos e evita gastos desnecessários, bem como, na realização de aditivos contratuais. Ainda no âmbito do planejamento do traçado da rede, é fundamental a obtenção de dados das redes que já foram executadas, como redes pluviais, de abastecimento, dentre outras.

Algumas cidades, mantêm cadastros atualizados de cada logradouro. A figura 2 demonstra o cadastro de redes de um trecho subterrâneo da cidade de Rio de Janeiro, apresentando a localização das redes de força e luz, gás, telefone, esgoto, água potável e pluvial.

Figura 2 - Cadastro subterrâneo na cidade do Rio de Janeiro.



Fonte: Della Nina (1966, p. 4).

Conforme Della Nina (1966, p. 4), “comumente também, detalhes do cadastro subterrâneo do logradouro são anexados ao projeto. Isto muito auxilia, principalmente na escolha do processo de escavação, tipo e processo de escoramento”.

## 2.5 SONDAGEM DO TRECHO

A sondagem do local geralmente é realizada por meio de escavação, ou seja, escolhe-se um ponto na via e faz-se uma abertura não muito grande, porém profunda, com objetivo de localizar tubulações subterrâneas que possam interferir na passagem da rede de coleta de esgoto. Como a sondagem é realizada em longos trechos, não é possível fazê-la continuamente, pois é necessário retirar parte do pavimento e uma grande quantidade de material.

Este processo seria inviável devido ao dano que este causa ao pavimento, além da alteração das características do solo depois que ele for repostado. Neste caso, nem todas as interferências são identificadas pela sondagem, deixando sempre uma margem de erro ainda relativamente grande.

### 2.5.1 Presença de rochas

É comum encontrar rochas em terrenos mais acentuados. Portanto, além da dificuldade de implantação do sistema de esgoto neste local, também se tem a preocupação com a remoção das rochas para posterior assentamento da tubulação, tornando-se um processo lento e trabalhoso.

Existem muitas formas para a remoção, como por exemplo o uso de explosivos para rochas com altas resistências, uso de rompedores pneumáticos, desmonte de rocha a frio dentre outros procedimentos.

#### 2.5.1.1. Desmonte de rochas com uso de explosivos

O desmonte de rochas com o uso de explosivos em obras de redes de coleta de esgoto deve ser evitado. Pois, geralmente as obras são nos meios urbanos e o uso de explosivos gera grandes impactos na vizinhança. Conforme Bernardo (2004 apud PONTES, 2013, p. 29):

A utilização de substâncias explosivas sem aplicação de técnicas específicas na atividade do desmonte de rocha, em áreas próximas a centros urbanos, gera impactos ambientais diversos como, por exemplo: os relacionados com vibrações nos terrenos, fenômeno este que se manifesta sempre que ocorre detonação não controlada devido às energias transmitidas ao maciço rochoso.

Porém, este procedimento é a solução no caso de rochas com grandes resistências que impossibilitam a utilização de métodos não explosivos.

#### 2.5.1.2 Desmonte de rochas através de rompedores pneumáticos

Segundo Nuvolari (2011, p. 174), “os rompedores pneumáticos provocam a fragmentação dos blocos por meio de uma sequência de impactos mecânicos. [...] Os impactos contínuos provocados pelas ponteiros dos rompedores conseguem romper com relativa facilidade as rochas”.

A decomposição das rochas é feita de forma parcial, ou seja, nem toda a rocha existente é retirada, apenas as rochas que estão no caminho onde a tubulação passará. Serão removidas, ainda, levando em consideração a remoção de mais um percentual para trabalhabilidade ao assentar a tubulação. A figura 3 demonstra a implementação de um rompedor pneumático no local da concha traseira de uma retroescavadeira.

Figura 3 - Implemento para desmonte de rocha mecanizado.



Fonte: CATERPILLAR, 2018.

Após o desmonte, é realizada a retirada do material. Para isso, é utilizada uma retroescavadeira que retira o material da vala e o coloca em um caminhão para posterior descarte em local apropriado.

### 2.5.1.3 Desmonte de rocha a frio

Nos casos em que não é possível utilizar explosivos, pode-se realizar o desmonte de rocha a frio. Conforme Ferreira (2013):

O desmonte de rocha a frio é uma opção quando não é possível utilizar explosivos, seja por questões de segurança ou devido à vizinhança, para fazer a demolição de rochas, geralmente encontradas nas escavações para a fundação. Um dos modos mais procurados para demolição e corte dessas rochas é por meio de argamassa expansiva. Uma vez inserida nos furos feitos na rocha, a argamassa fará com que a rocha se fragmente de modo progressivo, até que ela se quebre.

Este procedimento é muito útil quando a rocha é encontrada muito próxima de residências, em locais de difícil acesso. Impossibilitando o acesso de máquinas ou uso de explosivos. Porém, quando há presença de água no local não é possível utilizar este método.

### 2.5.2 Lençol freático

A presença de água em grandes quantidades no solo o torna instável, portanto, dificulta sua movimentação durante a escavação das valas. Em alguns casos, deve-se cogitar a possibilidade de desmoronamentos das paredes.

Há diversos fatores que determinam a umidade do solo, dentre eles pode-se citar a ocorrência e intensidade da chuva no período, presença de aquíferos no entorno e lençol freático alto. Quando a quantidade de água presente não pode mais ser controlada, busca-se outros meios para restringir sua presença de modo que se torne administrável e seja possível executar os serviços necessários.

#### 2.5.2.1 Rebaixamento do lençol freático por meio de poços

Segundo Pitta, Zirlis e Souza (2018, p. 73), “rebaixamento por poços é um sistema para se retirar água do subsolo de forma induzida, portanto não gravitacional, através de poços com diâmetros bem pequenos. Esta técnica é utilizada para profundidades usuais entre 5 e 30 metros”.

Este processo pode ser realizado por meio de três sistemas (PITTA; ZIRLIS; SOUZA, 2018):

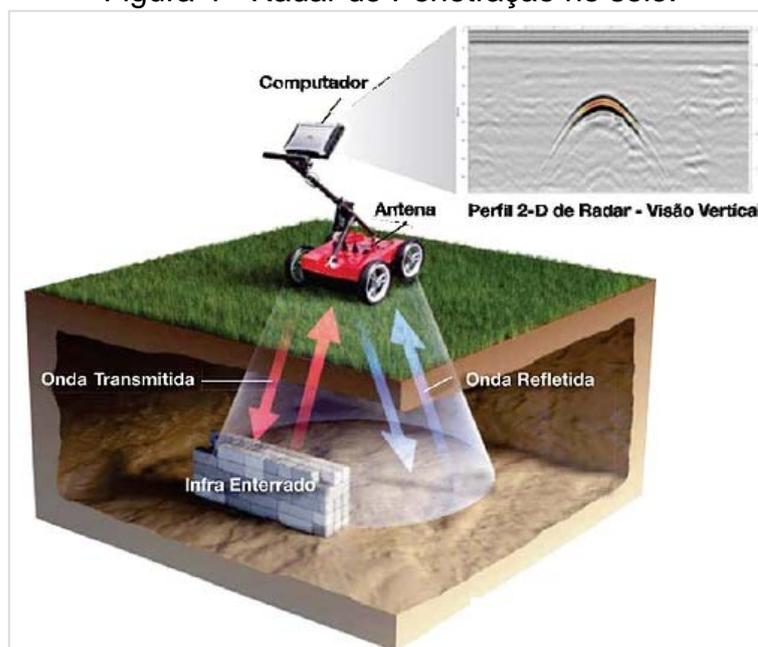
- a) **Bombas submersas:** este sistema utiliza de bombas de múltiplos estágios instaladas internamente a cada poço. Os poços são executados por perfuratrizes que utilizam circulação direta, esta, se dá pela injeção de água no tubo de revestimento provisório, cuja extremidade, existe uma sapata de perfuração que serve para desagregar o solo. Depois de circular pela sapata, a água sobe pelo espaço compreendido entre a face externa do revestimento e a parede do furo, transportando o material desagregado.
- b) **Injetores:** Este sistema é pouco utilizado devido à complexidade de sua montagem. Funciona como um circuito semifechado, a água é impulsionada por uma bomba centrífuga através de uma tubulação horizontal geral de injeção.
- c) **Bombas a vácuo:** Também conhecido como o método de *Well Point*. São cravadas ponteiras filtrantes por meio de injeção de água a altas pressões. Estas ponteiras são ligadas a uma bomba que produz vácuo e cria condições para o fluxo d'água do subsolo subir à superfície. Esta técnica pode ser utilizada para profundidades de até 5 metros.

Ainda sobre as bombas a vácuo, Companhia Ambiental de Saneamento do Maranhão - CAEMA (2002) cita que o sistema de rebaixamento do lençol freático com bomba a vácuo depende de equipamentos motorizados e exige certos cuidados durante sua execução. Dentre eles, o desligamento do sistema só pode ocorrer com o assentamento de toda a tubulação concluído, para que não ocorra o levantamento dos tubos.

### 2.5.2 Tecnologia disponível

Graças aos avanços tecnológicos, hoje existem alguns aparelhos que podem auxiliar na realização do mapeamento do solo, um deles é o Radar de Penetração no Solo (GPR) (Figura 4).

Figura 4 - Radar de Penetração no solo.



Fonte: ScanGEO, [s.d].

Segundo a Intergeo ([s.d] apud PORSANI, 1999):

“O GPR, conhecido no Brasil como “Georadar”, é um método geofísico de imageamento da subsuperfície que utiliza um pulso elétrico para gerar ondas eletromagnéticas, que por sua vez são irradiadas para a subsuperfície através de uma antena emissora. Seu alcance médio em profundidade pode chegar a mais de 30 m e depende, principalmente, da frequência e amplitude da fonte emissora do radar, da resolução desejada, dos tipos de solos existentes no local”.

Dentre as muitas vantagens de se usar este método para realização do mapeamento do solo, a que mais se destaca, é o fato de ser um ensaio totalmente não destrutivo, ou seja, nenhum material precisa ser removido para realização do serviço.

## 2.6 PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Antes de iniciar qualquer construção subterrânea, deve-se ter cuidado com obras já existentes que possam atrapalhar o traçado da rede. As redes de coleta de esgotos são redes que funcionam por gravidade, ou seja, qualquer interferência que se entropenha no caminho pode inviabilizar tudo o que foi projetado (NUVOLARI, 2011, p. 165).

As principais interferências comumente encontradas são redes de água, elétricas e de lógica, gás e galerias de águas pluviais também conhecidas como redes de drenagem. A figura 5 apresenta as principais redes subterrâneas encontradas no ambiente urbano e sua distribuição mais habitual.

Figura 5 - Redes subterrâneas.



Fonte: Instituto de Engenharia, 2019.

### 2.6.1 Rede de Drenagem

As redes de drenagens são constituídas de vários componentes destinados a coleta e transporte de águas pluviais, estas, derivadas das plataformas rodoviárias, loteamentos, coletadas em casas e edifícios, entre outros. Normalmente, são executadas conforme acontecem as pavimentações na cidade.

Conforme Canholi (2005, p. 17),

O gerenciamento de drenagem nas cidades brasileira, de uma maneira geral, é realizado pelas prefeituras municipais, uma prática adotada na maioria das cidades do mundo. Entretanto, inexiste entre nós uma visão global que integre esse gerenciamento ao planejamento urbano.

O transporte destas águas é feito através de tubulações subterrâneas, geralmente em concreto e com diâmetros relativamente grandes.

Figura 6 - Rede de drenagem.



Fonte: Tigre, [s.d].

Estas canalizações (figura 6) podem estar a centímetros ou metros de profundidade. Geralmente estes condutores são de grandes dimensões para absorver as águas de extensas bacias de contribuição.

### 2.6.2 Redes Elétricas e de Lógica

As redes elétricas subterrâneas apesar de pouco utilizadas no Brasil, costumeiramente são encontradas no subsolo. Dentre outras, a NBR 14039 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV, apresenta instruções para alguns tipos de instalações subterrâneas. Na figura 7 observa-se a instalação de redes elétricas subterrâneas de grandes extensões.

Conforme Brunerotto e Oliveira (2013, p. 38): “no Brasil, as redes subterrâneas não representam nem 1% do total das redes existentes. Somente quando avaliamos a região sudeste, há alguma participação significativa [...]”.

Figura 7 - Redes elétricas subterrâneas.



Fonte: Quantun Engenharia, [s.d].

As redes de lógica (telefone, fibra, TV a cabo) costumam ser encontradas em divergência com os métodos construtivos e geralmente não seguem as respectivas normas de assentamento. É comum durante a escavação para a execução das redes coletoras de esgoto o rompimento destes dispositivos, causando grandes impactos na qualidade de vida da população.

### 2.6.3 Ramal e Rede de Água

A rede de distribuição de água é essencial no contexto urbano, visto a função social, econômica e vital da água. Portanto, é extremamente desfavorável o rompimento de redes de abastecimento de água. No Brasil, a norma que rege os projetos de abastecimento de água é a NBR 12218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.

Durante a concepção do sistema de esgoto sanitário é imprescindível obter informações precisas sobre os sistemas de abastecimento de água. Assim, podendo evitar áreas com tubulações de grandes dimensões e níveis próximos ao traçado pré-definido.

Normalmente, as redes de distribuição de água possuem altas pressões de vazão. No caso de rompimento de alguma delas, além de trabalhoso o concerto, há um grande desperdício de água potável.

A figura 8 demonstra a substituição de uma rede de abastecimento de água antiga na cidade de Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul. A rede de PVC encontrava-se já deteriorada e sofrendo incrustações nas superfícies internas da tubulação.

Figura 8 - Rede de abastecimento de água.

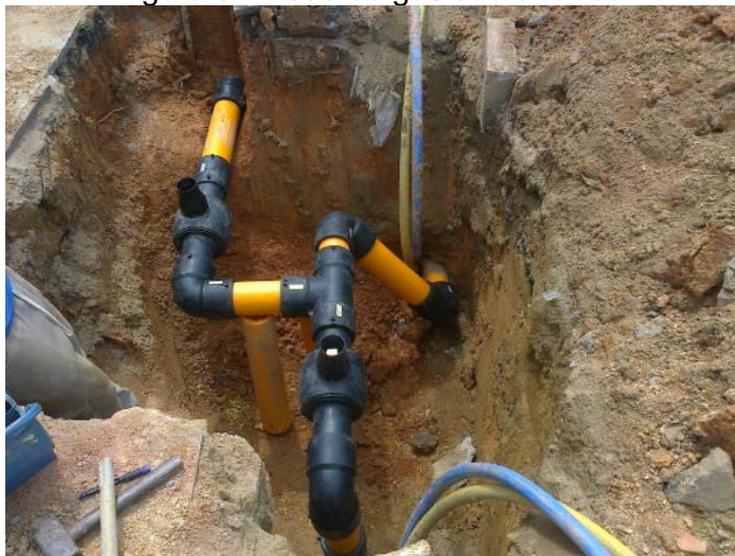


Fonte: Samae, 2019.

#### **2.6.4 Rede de Gás**

O Município de Tubarão é atendido pela Companhia de Gás de Santa Catarina - SCGás, que é responsável pela distribuição de gás natural no município, tanto para consumidores residenciais, como para comerciais e industriais. A empresa dispõe em seu site plantas e projetos demonstrando a localização de suas redes de abastecimento e passagem de gás. A figura 9 apresenta uma rede de gás subterrânea.

Figura 9 - Rede de gás subterrânea.



Fonte: Sintra, [s.d].

No entanto, as obras de implantação de redes de coleta de esgoto, estão sujeitas a encontrar redes de gás durante sua execução, não sendo incomum acontecer rompimentos e danificações nas tubulações existentes. Conforme Rodrigues (2012), “dentre as ameaças as quais as redes de gás natural estão sujeitas, as de maior relevância são as causadas por obras de terceiros [...]”.

Rompimentos de redes de gás são os que representam os maiores riscos, pois em se tratando de um produto inflamável quando em contato com algum tipo de energia de ativação, pode causar grandes danos. Estes rompimentos podem ser evitados durante a fase de planejamento, desde que seja possível acessar as plantas, as *built* das respectivas redes e os locais sejam sinalizados corretamente na superfície.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 PARTICULARIDADE DO ESTUDO

Trata-se de uma pesquisa exploratória, do tipo estudo de caso com abordagem quantitativa. Na especificidade da investigação realizada, o caso estudado foram as interferências encontradas durante a execução das obras de esgoto no Município de Tubarão-SC, com enfoque na bacia 13.3.

Yin (2001, p. 45) afirma que,

“O estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tantos estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa”.

No caso particular deste estudo, inicialmente foi realizada uma ampla revisão bibliográfica da literatura existente e a busca por estudos relacionados. Os estudos exploratórios e qualitativos requerem uma profunda revisão de literatura para que o aspecto conceitual e analítico seja evidenciado.

A revisão bibliográfica é sempre útil para fazer comparações com outros casos semelhantes, buscar fundamentação teórica e também para reforçar a argumentação de quem está descrevendo o caso. A discussão permite avaliar os caminhos seguidos (como se desenvolve o caso), desde a elaboração dos objetivos (porque estudar o caso) até as conclusões (o que se aprendeu com o estudo do caso) (VENTURA, 2007, p. 75).

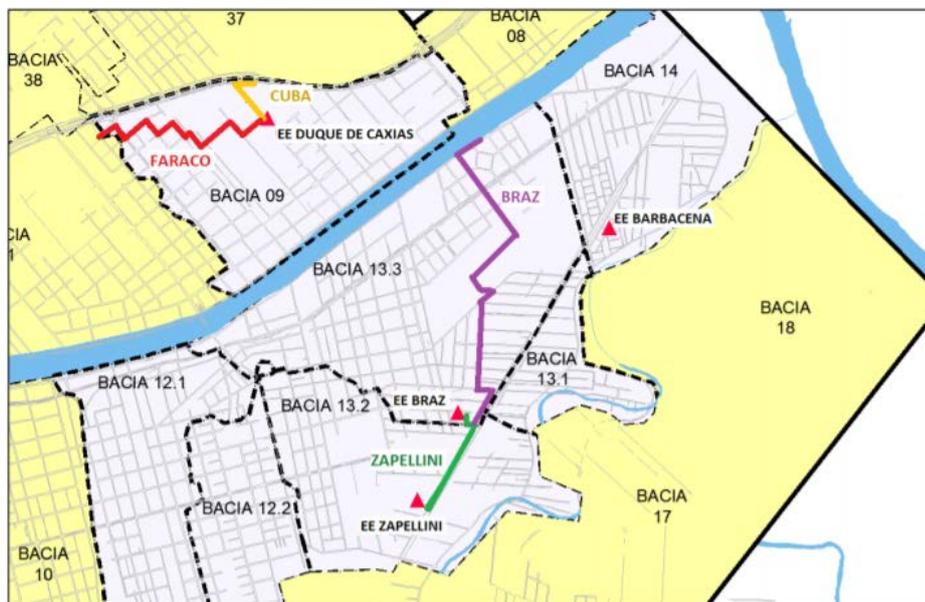
Posteriormente, a abordagem limitou-se a área de estudo, no caso, a bacia 13.3 que engloba os bairros Vila Moema, Recife e Centro. Para a coleta de dados foram realizadas visitas in loco nos canteiros de obras, registrando imagens das situações encontradas. Esta bacia compreende 6,6% de todo sistema de esgoto sanitário de Tubarão,SC.

Paralelo as visitas, buscou-se em materiais disponíveis e referenciais bibliográficos, estudos para embasar alternativas para contornar e amenizar os danos nas redes subterrâneas já existentes nos locais das obras em andamento e para futuras, ainda na fase de projeto.

A bacia em análise (Figura 10) terá vazão final do Coletor Braz de 266,08 L/s e receberá os contribuintes da estação elevatória Duque de Caxias e está, receberá as contribuições dos coletores Faraco e Cuba que coleta o esgoto da região norte do município (CISM, 2017, p. 24).

A figura 10 representa a delimitação das bacias contribuintes e o traçado dos coletores troncos de esgoto sanitário do Município de Tubarão.

Figura 10 - Delimitação das bacias.



Fonte: CISM, 2017.

### 3.2 COLETA DE DADOS

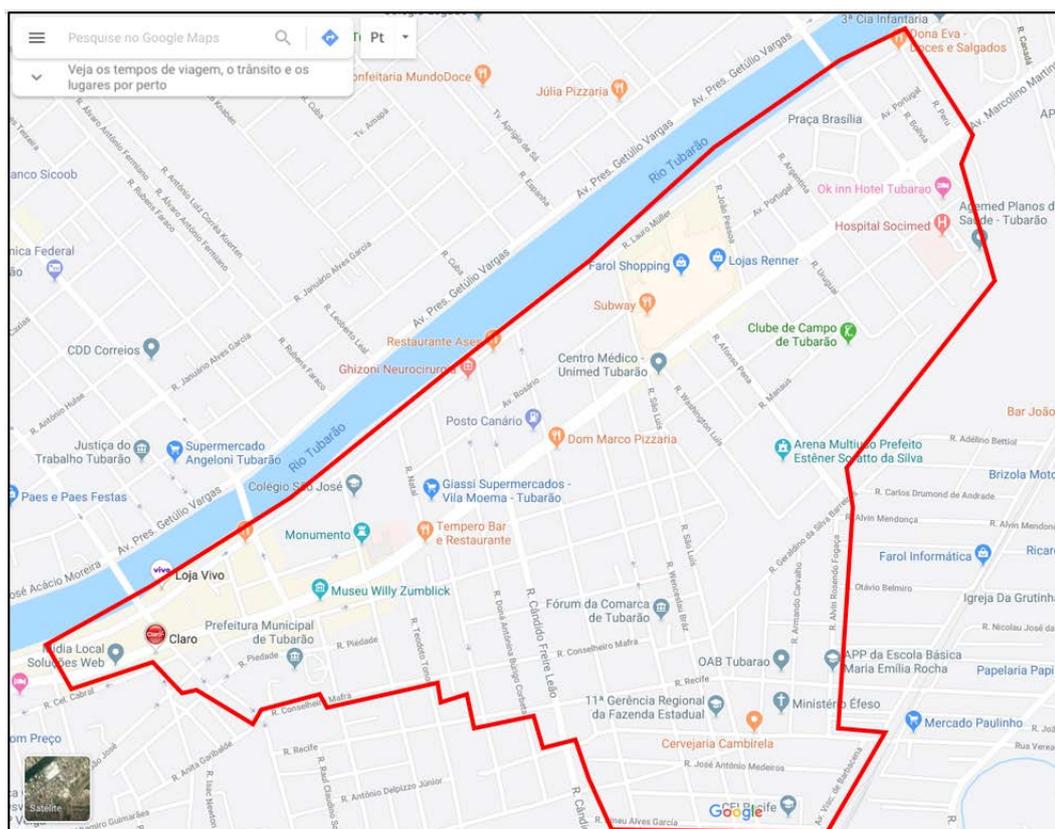
Os dados foram coletados a partir dos seguintes instrumentos:

- a) **Observação dos pesquisadores:** importante instrumento para pesquisas qualitativas, pois permitem a obtenção de dados não previstos por outros instrumentos.
- b) **Visitas Técnicas:** Observação dos objetos de estudos “in loco” com o acompanhamento da execução.
- c) **Artigos científicos:** resgatados apenas em bases de dados e analisados por especialistas, que garantem a atualidade e segurança nos resultados.
- d) **Livros físicos e E-books:** instrumentos universais e confiáveis. Mesmo que não sejam produzidos recentemente, apresentam estudos clássicos e imprescindíveis para as pesquisas.
- e) **Fotografias:** retratam com fidelidade o caso estudado.

### 3.3 DELIMITAÇÃO DA AREA DE ESTUDO

Devido as diversas infraestruturas já existentes na cidade de Tubarão, foram encontradas interferências em diversos pontos da bacia 13.3 (Figura 11), que compreende os bairros mencionados anteriormente.

Figura 11 - Delimitação da Bacia de execução e de estudo.



Fonte: Modificado Google Maps, 2019.

Em razão da grande extensão da bacia, foram determinados alguns pontos específicos onde foram identificadas as interferências mais significativas para o estudo em questão. Neste sentido, foram elencadas as seguintes ruas para estudo:

- Piedade.
- Alvin Rosendo Fogaça.
- São Manoel.
- Irineu Alves Garcia.
- Manaus.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE PRÉVIA PARA EXECUÇÃO DA OBRA

A análise prévia do local a ser implantada a rede é realizada supondo os possíveis obstáculos a serem encontrados no caminho da rede. Pois, não existe nenhum projeto de interferências que identificaria todas as obras de terceiros que possam interferir a passagem da rede.

Um dos estudos que se antecede a execução da rede são as sondagens do trecho liberado para obra. Nesse sentido, foram realizados os furos perpendicularmente ao sentido da via e geralmente nas esquinas. É feito um pequeno rasgo no pavimento no sentido de um lado a outro da rua. A cada esquina é aberto o mesmo rasgo na via e verificado o sentido das interferências e, no caso de mudança de sentido, ao longo do trecho sondado é necessário realizar o procedimento com menores distâncias entre si.

As redes de drenagem e as rochas são as mais fáceis de se localizar devido a sua dimensão. Entretanto, as redes de elétrica e lógica, ramais de água e gás são mais difíceis de se identificar. A Figura 12 ilustra a realização de uma sondagem sendo executada na rua Irineu Alves Garcia para posterior implantação da rede, executada manualmente, pois não havia nenhum aparelho (GPR) disponível para execução.

Figura 12 - Execução de Sondagem tipo Trincheira.



Fonte: Autores, 2019.

A realização da sondagem é fundamental para evitar danos as tubulações subterrâneas já existentes. No entanto, este procedimento causa estragos na pavimentação do local.

## 4.2 ANÁLISE DAS INTERFERÊNCIAS ENCONTRADAS

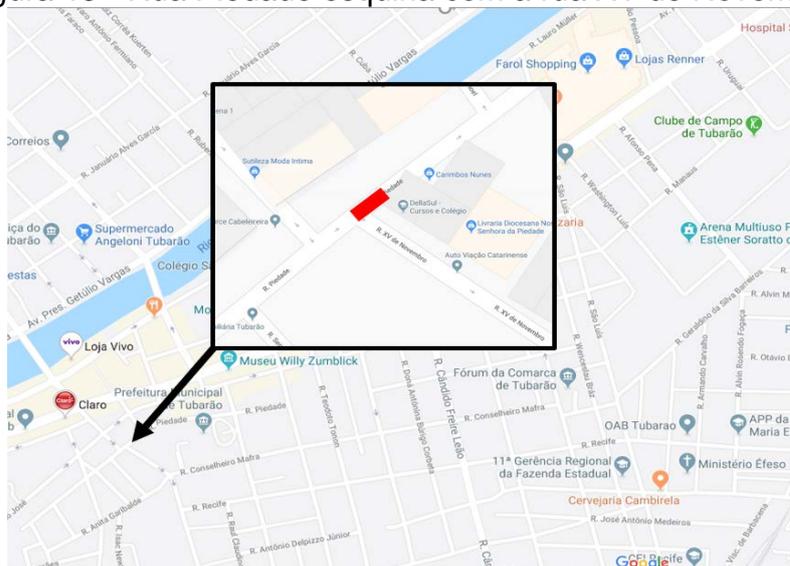
Durante a execução das redes foi comum encontrar infraestruturas e redes subterrâneas já existentes nos locais e níveis projetados para as redes de coleta. Como estudado anteriormente, estes encontros causam prejuízos e geram a necessidade de adaptações no canteiro de obras para transpor os obstáculos encontrados.

Foram encontradas em várias ruas interferências como rochas, redes elétricas, redes de drenagem, redes de gás, lençóis freáticos altos, redes e ramais de água. A seguir são abordadas as interferências encontradas nas ruas selecionadas para este estudo.

### 4.2.1 Rua Piedade

Na rua Piedade localizada no centro da cidade (Figura 13), foram encontradas grandes quantidades de rochas no trecho, possivelmente por ser uma região com cotas altas em comparação ao seu entorno.

Figura 13 - Rua Piedade esquina com a rua XV de Novembro.



Fonte: Modificado Google Maps, 2019.

A rocha encontrada na rua Piedade esquina com a rua XV de Novembro (Figura 14), assim como todas as interferências descritas, não estavam previstas. Mesmo que estivessem, neste caso em particular, não haveria nenhum método que pudesse ser feito para contornar este obstáculo.

Figura 14 - Desmorte das rochas.



Fonte: Autores, 2019.

Em alguns casos é possível realocar a rede para que ela possa desviar da interferência, mas nesta situação não foi possível devido à grande quantidade de rocha que se estendia pela rua. Desta forma, fez-se necessário realizar a decomposição parcial das rochas para que fosse possível efetuar a retirada da mesma e prosseguir com a instalação do sistema de coleta.

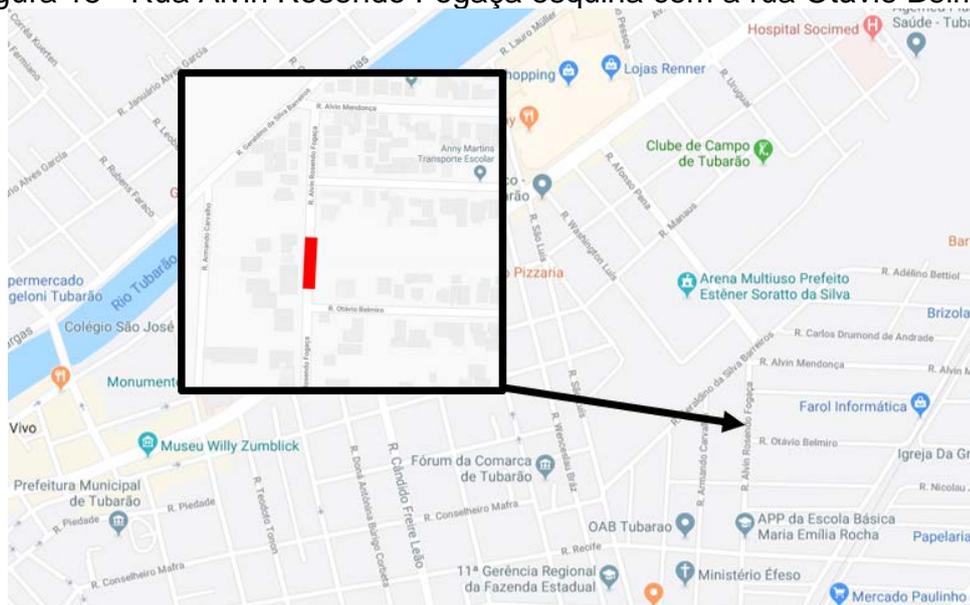
Neste caso, a desintegração das rochas deu-se com a utilização de uma escavadeira equipada com um rompedor pneumático que, funciona executando impactos contínuos mecanizados. O rompedor pneumático é utilizado quando há grandes quantidades de lajes de pedra, chamadas no campo, de grandes dimensões.

O desmorte de rochas causa grandes atrasos no cronograma de implantação da rede, pois quase nenhum serviço pode ser feito paralelamente ao desmorte. Assim, é necessário realizá-lo por completo para poder dar andamento aos serviços posteriores a ele.

#### 4.2.2 Rua Alvin Rosendo Fogaça

A rua Alvin Rosendo Fogaça (Figura 15), localizada nas proximidades da Arena Multiuso no bairro Aeroporto, apresentou problemas na sua execução por causa da presença de lençol freático.

Figura 15 - Rua Alvin Rosendo Fogaça esquina com a rua Otávio Belmiro.



Fonte: Modificado Google Maps, 2019.

Em algumas ruas foram detectadas a presença de lençol freático alto, o que impede a execução da rede de coleta e prejudica a segurança dos trabalhadores situados na vala. No Município de Tubarão, o lençol freático apresenta-se normalmente elevado, ou seja, com baixa profundidade em relação ao solo ou nível da rua, o que implica em uma maior taxa de infiltração, 0,25 L/s.km (CISM, 2017).

Desta maneira, foi necessário utilizar nesta rua o método das bombas a vácuo, com a instalação de ponteiras para possibilitar o rebaixamento do lençol freático e a execução da rede (Figura 16).

Lençóis freáticos, geralmente são encontrados na execução das redes mais profundas, como demonstrado neste caso. Estes foram encontrados em grande parte da execução da rede tronco ou principal, que recebe os contribuintes das outras redes.

Figura 16 - Sistema de rebaixamento instalado.



Fonte: Autores, 2019.

Mesmo após a retirada de grande parte do solo, não foi observado estabilidade e foi necessário o uso de contenções como estacas prancha e caixotes (Figura 17).

Figura 17 - Instalação de estacas prancha e caixotes.



Fonte: Autores, 2019.

Em qualquer tipo de vala, acima de 1,3 metros de profundidade, faz-se necessário o emprego de estruturas de contenção para garantir a segurança no canteiro de obras. O uso de estacas ou caixotes variam de acordo com a profundidade da vala escavada. Para profundidades menores, geralmente de 1,3 a 3,0 metros

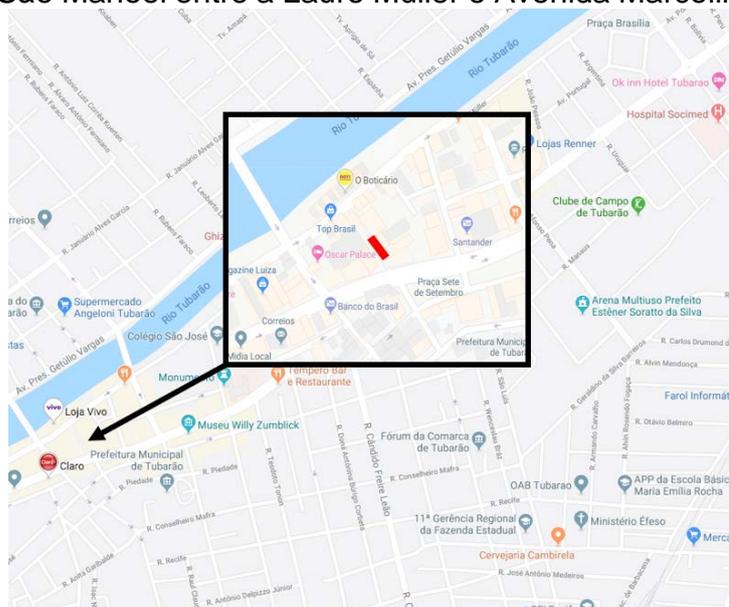
(Norma utilizada pela TBSSA), utilizam-se os caixotes e para além destas, utilizam-se as estacas pranchas.

Somente após a contenção estar devidamente instalada e o solo com um nível de saturação aceitável, pode-se iniciar os trabalhos de implantação do sistema de coleta.

#### 4.2.3 Rua São Manoel

A rua São Manoel (Figura 18), localizada no centro da cidade, mais precisamente no Calçadão, apresentou problemas de interferências em relação a drenagem urbana.

Figura 18 - Rua São Manoel entre a Lauro Muller e Avenida Marcolino Martins Cabral.



Fonte: Modificado Google Maps, 2019.

O Município de Tubarão possui uma situação anormal para a drenagem, por situar-se em uma região costeira e devido o rio Tubarão estar localizado no centro da cidade. Portanto, a região apresenta uma grande suscetibilidade a enchentes e inundações.

Além disso, conforme consulta ao departamento técnico da prefeitura, as redes de drenagem executadas na cidade são analisadas a cada rua e sem qualificação ou armazenamento destes dados. Deste modo, inexistem informações sobre as redes de drenagem da cidade. A carência desta informação acarreta em rompimentos de tubulações de drenagem pluvial, bem como de outras situações que

poderiam ser previstas ainda na fase de projeto, de forma a evitar encontros com as respectivas redes.

Nesta rua, foi encontrada a interferência da rede de drenagem passando perpendicularmente a rede de coleta de esgoto que estava sendo implantada (Figura 19). Destaca-se que esta rede não foi danificada, pois encontra-se em um trecho com calçada de grande dimensão, sem acesso de veículos. O que possibilitou a escavação manual de quase toda a rede deste trecho, reduzindo muito a probabilidade de avariar qualquer rede de terceiros. Contudo, acarretou num período maior de execução.

Figura 19 - Interferência de uma rede de drenagem.

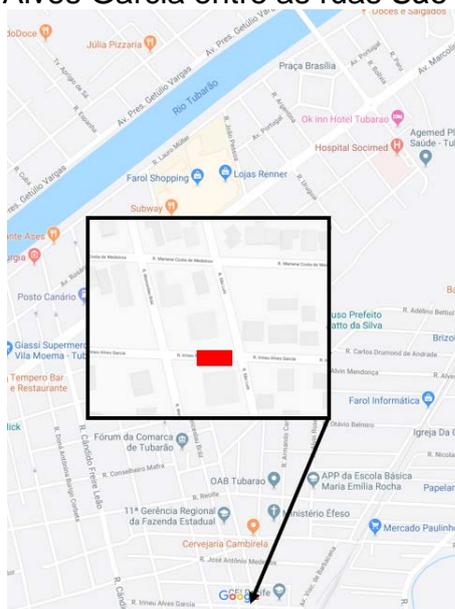


Fonte: Autores, 2019.

#### **4.2.4 Rua Irineu Alves Garcia**

A rua Irineu Alves Garcia localizada no bairro Recife (Figura 20), apresentou problemas relacionados a rede elétrica subterrânea.

Figura 20 – Rua Irineu Alves Garcia entre as ruas São Luís e Wenceslau Braz.



Fonte: Modificado Google Maps, 2019.

Nesta rua, foi encontrado uma rede elétrica subterrânea a cerca de 50cm de profundidade em relação ao nível da rua (Figura 21). Apesar disso, foi possível executar todos serviços sem prejudicar a rede. Porém, com a interferência na posição encontrada, dificultou muito a instalação tanto das contenções como da rede, por causa do cuidado necessário para que a rede elétrica existente não rompesse.

Figura 21 - Rede elétrica encontrada no trecho.



Fonte: Autores, 2019.

O Município de Tubarão possui uma quantidade considerável de ramal de alimentação de energia e fibra ótica com percurso subterrâneo. A execução dessas

redes é de responsabilidade das empresas que prestam o serviço. Portanto, não há uma padronização de uso de materiais ou métodos.

Diferente das redes de drenagem, que geralmente são construídas com diâmetros relativamente grandes, as redes elétricas e de lógicas possuem pequenas dimensões, aumentando significativamente a chance de serem atingidas e danificadas. Além disso, as redes elétricas são mais difíceis de serem localizadas por sondagens.

Quanto a profundidade, as redes elétricas também se distinguem de outros tipos de rede. Uma vez que, apresentam profundidades bem menores em relação as outras redes e não variam conforme o caminhamento da rede.

#### 4.2.5 Rua Manaus

A rua Manaus localizada nas proximidades do Farol Shopping, no bairro Vila Moema (Figura 22), apresentou problemas relacionados a rede de abastecimento de água.

Figura 22 - Rua Manaus esquina com a rua Washington Luís.



Fonte: Modificado Google Maps, 2019.

Neste trecho, foi encontrada uma rede de água potável fornecida pela Tubarão Saneamento no percurso da instalação da rede de esgoto (Figura 23). Esta tubulação estava à aproximadamente 50 cm do nível da rua e foi atingido pelo manuseio da concha da retroescavadeira durante a abertura da vala.

Figura 23 – Tubulação da rede de distribuição de água encontrado.



Fonte: Autores, 2019.

A rede danificada foi imediatamente consertada, pois em comparação com os outros tipos de rede, esta trabalha sobre pressão, possibilitando grandes perdas em questão de minutos. Apesar da concessionária dispor de um cadastro de rede de água, ainda há muitas redes antigas que não foram cadastradas.

Diferente das redes elétricas, de lógica e de gás, as redes e ramais de água são consertadas pela própria empresa executora do sistema de coleta de esgoto. Desta maneira, não foi necessário contatar terceiros para realizar o reparo.

Os ramais de água são as interferências mais comuns encontradas durante a implantação do sistema de coleta de esgoto. Geralmente, as redes de abastecimento de água são construídas antes de qualquer outro tipo de infraestrutura, pois refere-se ao saneamento básico da cidade.

#### 4.3 POSSÍVEIS SOLUÇÕES

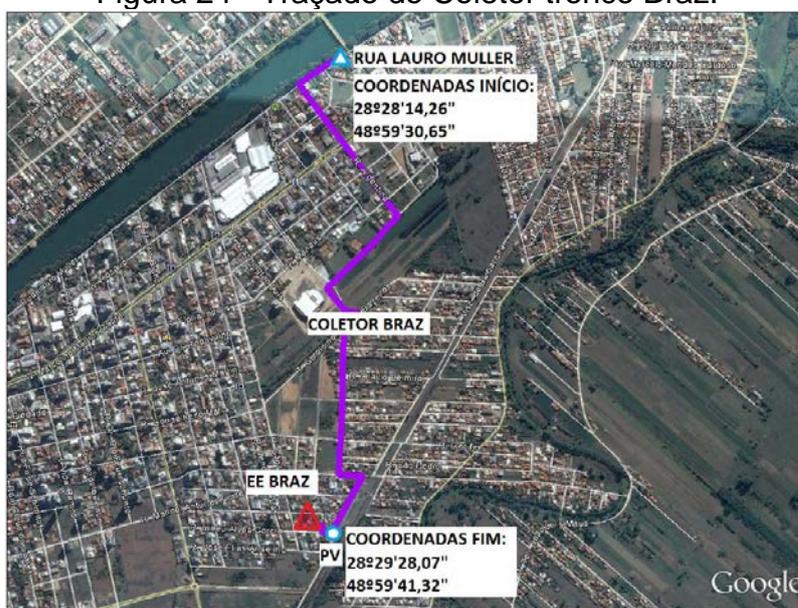
Nesta sessão são abordadas as medidas que poderiam ser tomadas na fase de planejamento e de projeto da obra, bem como as medidas ou soluções adotadas para as interferências encontradas nas ruas analisadas.

### 4.3.1 Medidas preventivas

Uma das técnicas mais utilizadas atualmente é o radar de penetração do solo ou Georadar. Este equipamento emite ondas que penetram no solo e ricocheteiam assim que atingem uma interferência, facilitando a identificação das interferências. No entanto, este aparelho possui algumas limitações relacionadas ao modelo utilizado e as características de profundidade, condutividade do terreno, diâmetro e material da tubulação. Esses fatores podem comprometer o resultado da análise.

No levantamento realizado em todo o coletor Braz (Figura 24), foi utilizado o equipamento IDS Detector Duo para o mapeamento das interferências ao longo do percurso, identificando as interferências antes da execução dos serviços. O ideal seria o mapeamento com este equipamento em toda a bacia, mas devido ao elevado custo deste tipo de sondagem, fez-se apenas na rede principal.

Figura 24 - Traçado do Coletor tronco Braz.

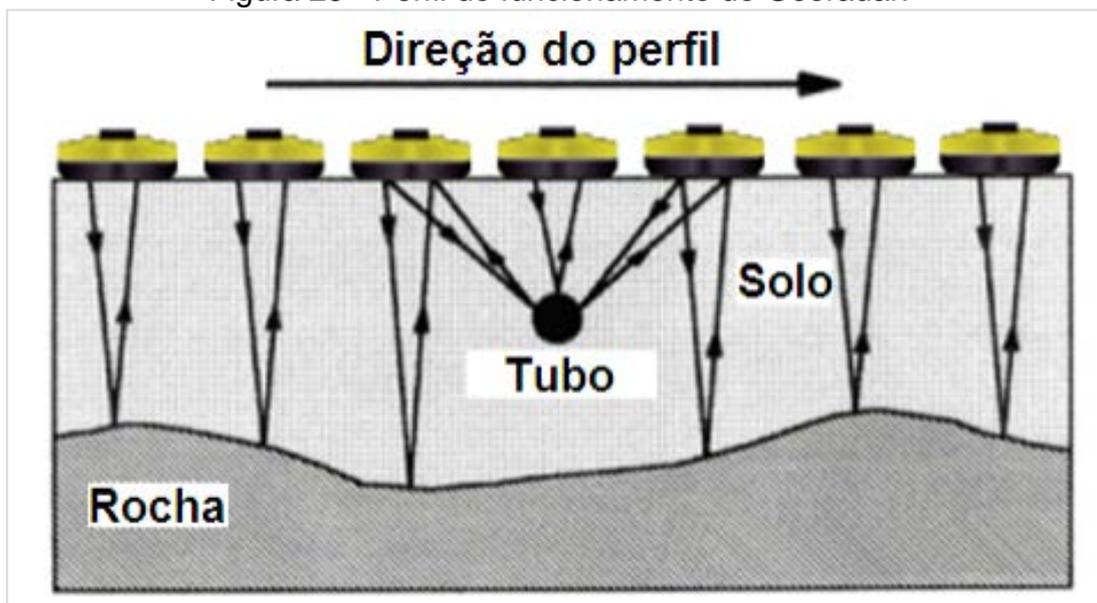


Fonte: CISM, 2017.

O coletor Braz inicia na Rua Lauro Muller, próximo ao rio Tubarão, passando pelas ruas Argentina, João Souza Orlandi, Afonso Pena, Geraldino da Silva Barreiros, Alvin Rosendo Fogaça, João Praxedes Teixeira, Avenida Visconde de Barbacena e rua Irineu Alves Garcia, chegando no poço de visita (PV) antes da entrada da EE Braz. (CISM, 2017).

O IDS Detector Duo determina as posições e marca as interferências automaticamente, podendo exportar todos os dados obtidos para ferramentas como CAD e GIS. Com o Georadar é possível identificar materiais metálicos, rochosos, tubulações, tanques, cabos, cavidades, lençóis freáticos, entre outros dependendo do objeto a ser investigado (Figura 25).

Figura 25 - Perfil do funcionamento do Georadar.



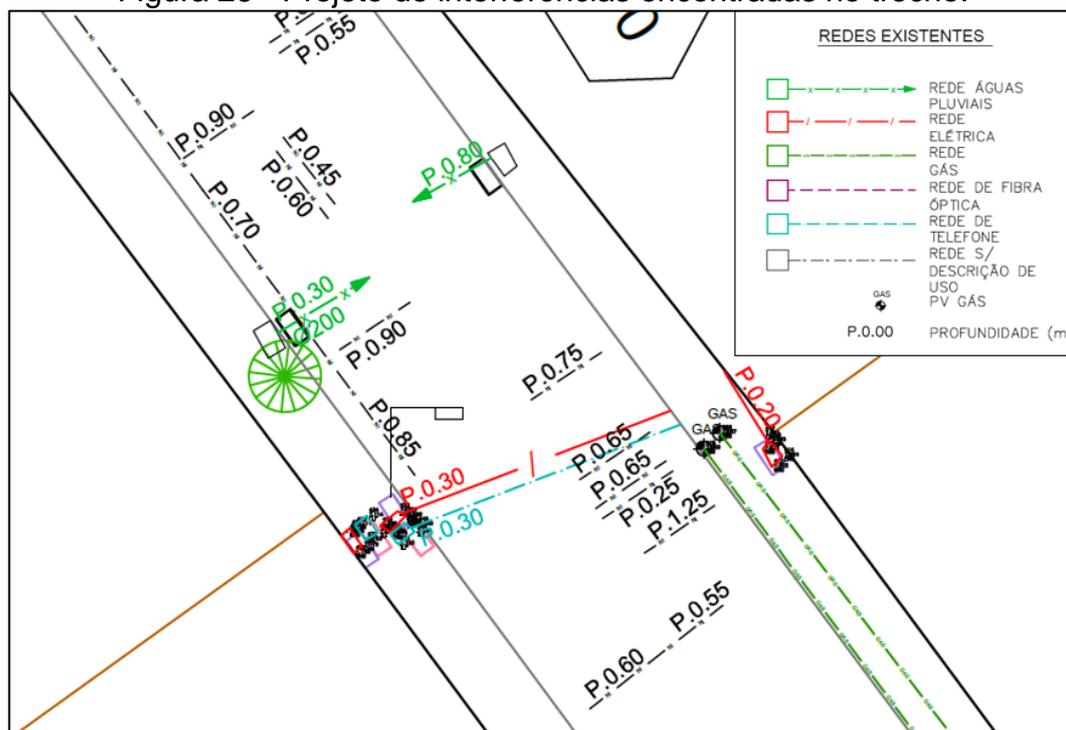
Fonte: Pinto, 2010.

O Georadar consegue penetrar aproximadamente 30 metros de profundidade, mas neste estudo pretendeu-se a realização do mapeamento somente até 5 metros, pois esta seria a profundidade máxima da rede. Com base na quantidade de água presente do solo e devido as suas condições, o mapeamento foi reduzido para 1 a 2 metros de profundidade.

No mapeamento realizado em todo o percurso da rede do coletor tronco Braz, foram encontradas várias redes subterrâneas existentes como a rede elétrica e de lógica posicionadas perpendicularmente ao sentido da rua e as redes de gás localizadas na calçada (Figura 26).

Portanto, o projeto de interferências é um recurso importante antes da realização dos serviços, pois indica o local por onde está passando as redes e a profundidade em relação ao nível da rua.

Figura 26 - Projeto de interferências encontradas no trecho.



Fonte: Cedido por apoiadores da pesquisa, 2019.

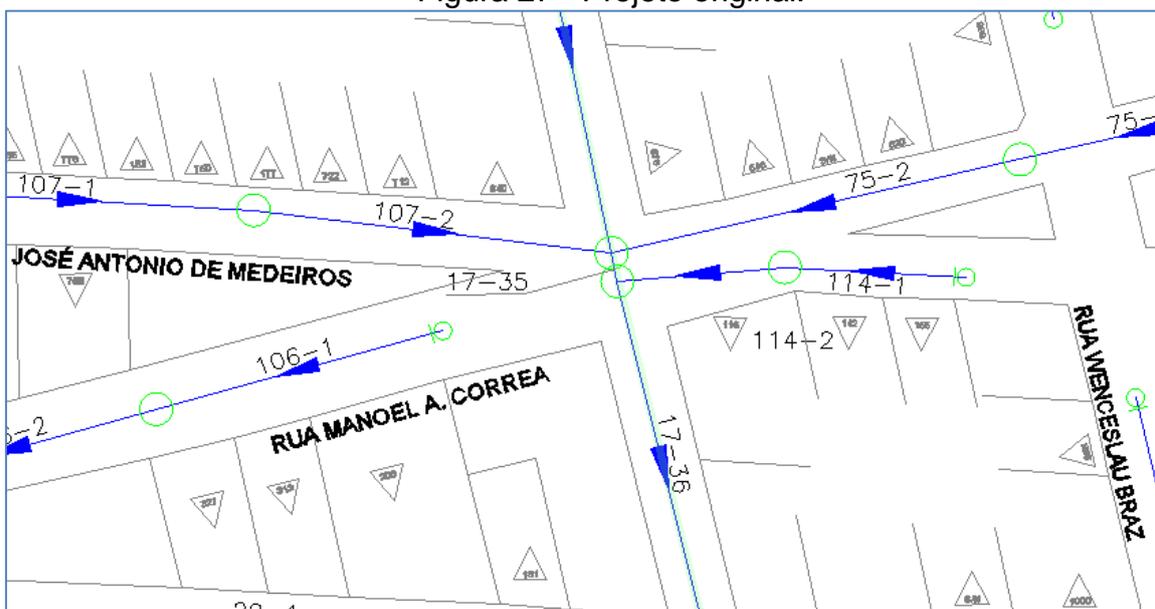
#### 4.3.2 Medidas corretivas

Geralmente, ao se deparar com algum tipo de interferência em grande escala, onde não é possível mover a rede coletora, ou quando há mudança de direção faz-se necessário o acréscimo de PVs. Essas mudanças elevam o custo da obra, por este motivo, busca-se reduzir a quantidade de Pvs ao mínimo para funcionamento da rede.

A figura 27 apresenta o projeto original desenvolvido antes do início da implantação da rede na rua José Evaristo Fogaça, esquina com a rua José Antônio de Medeiros. Neste trecho existem apenas dois PVs, que neste caso, seria o mínimo para funcionamento da rede.

Sem um relatório detalhado do subsolo, ao projetar esta rede não era possível esperar que exatamente no trecho 17-35 haveria uma interferência de grandes dimensões, sendo necessário e inevitável o acréscimo de Pvs extras para fazer o desvio.

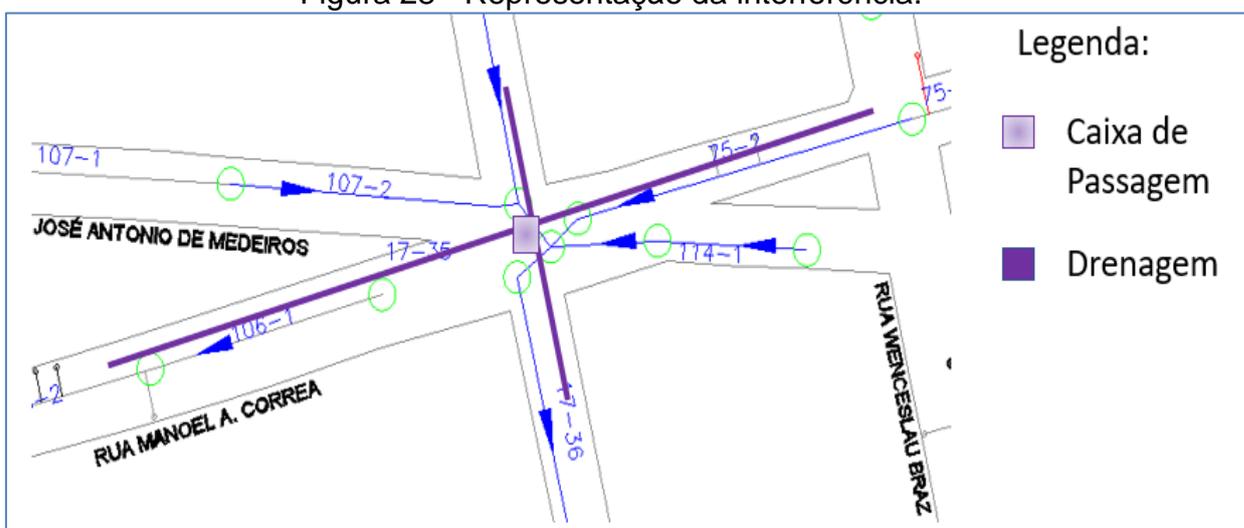
Figura 27 - Projeto original.



Fonte: Cedido por apoiadores da pesquisa, 2019.

A interferência identificada trata-se de uma rede de drenagem urbana de 75 cm de diâmetro, localizada no centro das ruas José Evaristo Fogaça e Manoel Antunes Corrêa. Estas redes estão ligadas em uma caixa de passagem situada no encontro de ambas as ruas (Figura 28).

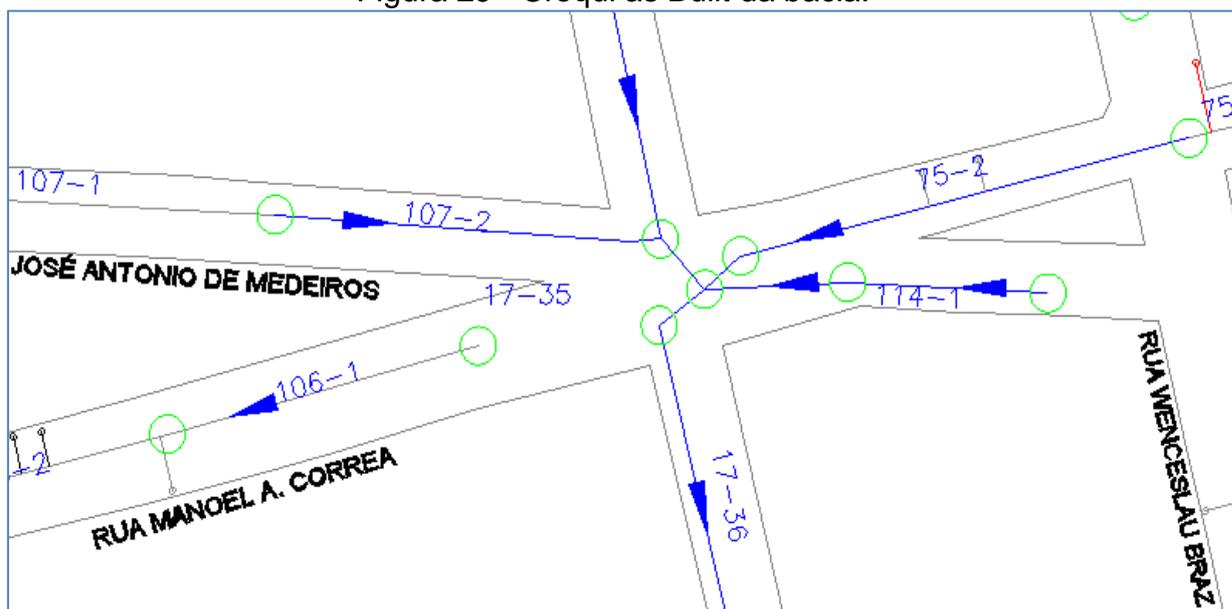
Figura 28 - Representação da interferência.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

A figura 29 apresenta o acréscimo de PVs, necessários para realizar o desvio da interferência.

Figura 29 - Croqui as Built da bacia.



Fonte: Cedido por apoiadores da pesquisa, 2019.

De posse desta informação ainda na fase de planejamento, provavelmente outras formas resolutivas poderiam ter sido tomadas para este problema, levando em consideração todos os fatores econômicos e construtivos.

## 5 CONCLUSÃO

A implantação da rede de coleta de esgoto no Município de Tubarão é algo indispensável para o avanço da qualidade de vida dos habitantes. Entretanto, pelo tamanho e impacto da obra, as infraestruturas existentes na cidade acabam por ser atingidas. Métodos que diminuam esses impactos e possibilitem melhorias no fluxo construtivo, diminuindo as interferências são sempre de grande valia.

Para a realização deste trabalho, foram realizadas várias visitas a campo, onde foi possível observar os trabalhos sendo realizados in loco e perceber as interferências com as infraestruturas existentes. Obteve-se dados precisos em artigos, livros e revistas sobre o assunto, além de outros materiais disponíveis e pertinentes a este tema.

Os resultados demonstram que as interferências encontradas, poderiam ser diminuídas, com um melhor planejamento das obras. Entretanto, não se dispõe de dados de localização precisos das redes de saneamento, redes elétricas e de lógica implantadas na cidade Assim, torna-se complexo que ainda na fase de projeto possa ser alterado o trajeto de forma a não encontrar as redes existentes.

Como solução, pode-se realizar sondagens não destrutivas com auxílio do aparelho Georadar, que possibilita a identificação de redes no subsolo, evitando-se rompimentos desnecessários. Este aparelho está disponível no Brasil e estudos comprovam sua eficiência na identificação de redes subterrâneas.

Neste trabalho, foi possível ver na prática os métodos utilizados nas implantações de redes de coleta de esgoto. Além da possibilidade de verificar as situações adversas que ocorrem durante a identificação das interferências no canteiro de obras que não estão previstas no planejamento da obra.

Ressalta-se, que tão necessário quanto a execução das redes de coleta é a utilização de recursos para otimização das implantações, de forma a evitar as interferências com as redes existentes, ou no caso de intransponíveis, possam ser minimizadas e não ocasionar tantos desconfortos na população, bem como custo de implantação das obras.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Aneide Oliveira; OLIVEIRA, Marcelle Colares. **Tipos de pesquisa.** Trabalho de Conclusão da disciplina Metodologia de Pesquisa Aplicada a Contabilidade. Departamento de Controladoria e Contabilidade da USP. São Paulo, 1997. p. 11.
- BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento, 2019. 226 p.
- BRUNEROTTO, Plácido Antônio; OLIVEIRA, João José dos Santos. Redes subterrâneas no mundo: história e números. **O Setor Elétrico**, São Paulo, v. 84, p. 36-39, 2013.
- CAEMA. **Esgotamento: Rebaixamento do lençol freático.** Maranhão: Aaa, 2002. 8 p.
- CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302 p.
- CATERPILLAR. **Martelo Hidráulico: H95Es.** 2018. Disponível em: [https://www.cat.com/pt\\_BR/products/new/attachments/hammers/hammers/2791443882272917.html](https://www.cat.com/pt_BR/products/new/attachments/hammers/hammers/2791443882272917.html). Acesso em: 16 mai. 2019.
- CISM. **Memorial Descritivo e de Cálculo: Rede Coletora de Esgoto Coletores.** Município de Tubarão: 2017. 146 p.
- DACACH, Nelson Gandur. **Sistemas urbanos de esgoto.** Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. 257 p.
- DELLA NINA, Eduardo. **Construção de redes urbanas de esgotos.** Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1966. 228 p.
- FERREIRA, Romário. **Detalhes da execução do serviço de desmonte de rochas a frio. 2018.** Disponível em: <https://desmontederochas.com.br/quem-somos/14-desmonte-de-rochas/107-detalhes-de-execucao-do-servico-de-desmonte-de-rocha-a-frio>. Acesso em: 15 mai2019.
- INSTITUTO DE ENGENHARIA. **14ª Edição do Redes Subterrâneas de Energia Elétrica 2018.** 2019. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/events/14a-edicao-do-redes-subterraneas-de-energia-eletrica2018/>. Acesso em: 15 mai. 2019.
- INTEGEO. **Georadar-GPR.** [s.d]. Disponível em: <http://intergeo.org/servicos/georadar-gpr/>. Acesso em: 24 mai. 2019.
- LOBO, Luiz. **Saneamento Básico: em busca da universalização.** Brasília: Ed. do Autor, 2003. 228 p.

MAGALHÃES, Carlos Augusto de Carvalho. **Dimensionamento dos sistemas de esgotos sanitários de grande porte via redução de custos**. 1995. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

MENDONÇA, Sérgio Rolim; MENDONÇA, Luciana Coêlho. **Sistemas sustentáveis de esgotos**. São Paulo: Blucher, 2016. 348 p.

NETTO, José M. de Azevedo et al. **Sistemas de esgotos sanitários**. 2. ed. São Paulo: Cetesb, 1977.

NISBET, J.; WATT, J. **Case Study**. Readguide 26: Guides in Educational Research. University of Nottingham School of Education, 1978.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011. 565 p.

PONTES, Julio Cesar de et al. **Impactos ambientais decorrentes do uso de substâncias explosivas em pedra de granito de Caicó-RN**. Foz do Iguaçu, 2016. 5 p.

PINTO, Gerson Pompeu. **O método GPR aplicado à localização de tubulações utilizadas no abastecimento de água na região urbana do município de Belém - Pará**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geofísica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

PITTA, Cairbar Azzi; ZIRLIS, Alberto Casati; SOUZA, George J. Teles de. **Manual de serviços geotécnicos solotrat**. 6. ed. São Paulo, 2018. 122 p.

QUANTUM ENGENHARIA. **Redes Subterrâneas**. [s.d]. Disponível em: <http://www.quantumengenharia.net.br/quantum-engenharia/redes-subterraneas/>. Acesso em: 24 mai. 2019.

RODRIGUES, Sérgio. **Análise espectral de uma série histórica de danos sobre uma rede subterrânea de distribuição de gás natural em regiões metropolitanas no estado de São Paulo**. 2012. 117 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

SAMAE. **Samae substitui 5,8 mil metros de redes de água antigas em 2018**. 2019. Disponível em: <https://www.samaecaxias.com.br/Noticia/Exibir/43660/samae-substitui-58-mil-metros-de-redes-de-agua-antigas-em-2018>. Acesso em: 24 mai. 2019.

SCANGEO. **Georadar-GPR**. [s.d]. Disponível em: <https://www.scangeo.com.br/>. Acesso em: 24 mai. 2019.

SINTRA. **Redes distribuidoras de gás do estado do RS**. [s.d]. Disponível em: <http://sintra.eng.br/portfolio/sulgas/>. Acesso em: 24 mai. 2019.

TIGRE. **Drenagem Pluvial**. [s.d]. Disponível em:  
<http://www.tigreads.com/brasil/pt/aplicacoes/drenagem-pluvial>. Acesso em: 24 mai. 2019.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Pedro Além. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011. 547 p.

TUBARÃO SANEAMENTO. **Ligação de Esgoto**. [s.d]. Disponível em:  
<http://www.tubaraosaneamento.com.br/atendimento-ao-publico/ligacao-de-esgoto>. Acesso em: 19 mai. 2019.

VENTURA, Magda Maria. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Rev SOCERJ**, v. 20, n. 5, 2007.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.