



**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DA CETESB  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO “CONFORMIDADE  
AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS”**



**Evandro Faria Lins**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA  
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
DOMÉSTICOS NO MUNICÍPIO DE JACAREÍ – SP**

**São Paulo  
2023**





**Evandro Faria Lins**



**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA  
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS  
DOMÉSTICOS NO MUNICÍPIO DE JACAREÍ – SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, da Escola Superior da CETESB, como requisito para obtenção do título de especialista em Conformidade Ambiental.

Orientador: Profa. Ma. Sandra Ruri Fugita

**São Paulo  
2023**

## DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

L731e Lins, Evandro Faria  
Estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação de sistemas de tratamento de esgotos domésticos no município de Jacareí – SP / Evandro Faria  
Lins. – São Paulo, 2023.  
118 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Ma. Sandra Ruri Fugita.  
Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Conformidade Ambiental) – Pós-Graduação Lato Sensu Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais, Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2023.  
Disponível também em: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>.

1. Esgotos domésticos - tratamento 2. ETE – aspectos técnicos 3. Jacareí (SP) 4. Legislação ambiental 5. Saneamento básico – aspectos econômicos I. Fugita, Sandra Ruri, Orient. II. Escola Superior da CETESB (ESC). III. Título.

CDD (21. ed. Esp.) 628.3 816 1  
CDU (2. ed. Port.) 628.32 (815.6)

Catálogo na fonte: Margot Terada – CR8. 4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.  
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB 2024.

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345  
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

Site: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>

# FOLHA DE APROVAÇÃO



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS  
AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO



Aluno(a):	Evandro Faria Lins	
Título do trabalho:	ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS NO MUNICÍPIO DE JACARÉI – SP	Turma: 2021

Avaliadores	Nota	Assinatura
Avaliador 1 Nome: Alexandre Antonio Jacob Mendonça	10,00	
Avaliador 2 Nome: Celia Regina Buono Palis Poeta	10,00	
Orientadora Nome: Sandra Ruri Fugita	10,00	
Nota final	10,00	
Aprovado em	São Paulo, 11 de Março de 2024	

Ciência do aluno(a) nome: Evandro Faria Lins	Assinatura 
---	----------------

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todas as pessoas que lutam e trabalham de verdade pelo setor de saneamento básico do nosso País, tema tão importante e vital para saúde das pessoas, mas que ainda carece de investimentos.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou e que me guia nos caminhos da minha vida.

A toda minha família, pois sempre me apoiam em tudo que faço.

À minha noiva Giovanna, que sempre esteve ao meu lado, acreditando no meu potencial e sendo paciente nas vezes que estive ausente para fazer o curso.

À família da minha noiva Giovanna que sempre respeitaram as minhas aulas de fim de semana e principalmente as aulas *online*.

Aos meus colegas de curso que me ajudaram nas tarefas e trabalhos das aulas e foram a minha companhia nos almoços de sábado.

A toda equipe da coordenação do curso, Tania, Lina, Fátima e Bruno, que sempre nos ajudaram e foram nossos parceiros de verdade no curso.

À minha orientadora professora Sandra que aceitou de coração aberto me orientar e me ajudou demais neste trabalho.

Aos meus amigos, Éder e Rodrigo, que me dão um apoio enorme para enfrentar o dia-a-dia do SAAE e sempre continuar no objetivo de ser um profissional melhor.

Aos meus colegas do SAAE, Jean e Alice, que me ajudaram conseguindo as informações técnicas necessárias utilizadas neste trabalho.

Ao presidente do SAAE Nelson que me autorizou e me apoiou a fazer um trabalho sobre saneamento básico utilizando de dados da Autarquia.

A todos aqueles me de uma forma ou de outra me ajudaram a chegar até aqui.

Muito obrigado!



“Saneamento Básico eficiente, é o melhor cartão postal que um Município pode ter”  
(NENÊ BRONSON)



## RESUMO

As fontes de recurso disponíveis para investimento em projetos e obras de saneamento básico no Brasil ainda não são suficientes para em curto período de tempo atingirmos a universalização do saneamento básico. A partir disso é essencial principalmente para os Municípios de pequeno porte ter um melhor planejamento e entender em seus territórios quais os locais prioritários e mais indicados para se investir em obras de tratamento de esgotos sanitários. Sabe-se que obras para implantação de sistemas de tratamento de esgotos sanitários possuem custo elevado, o que muitas vezes faz com que as Prefeituras acabem por alocar recursos em outras áreas como educação, lazer e transportes. Por outro lado, saber quanto custa e qual a melhor tecnologia a ser empregada para o tratamento de esgoto em bairros ainda não atendidos facilita aos Municípios a captação e a alocação de recursos para execução dessas obras. Fatores como população a ser beneficiada, custo da obra de implantação, custo de manutenção e operação do sistema implantado, benefícios trazidos com a melhoria da qualidade ambiental, etc. podem ser utilizados como critérios para indicar os locais com melhor custo benefício e que devem ser priorizados para realização de obras de saneamento. No presente trabalho foram selecionados quatro bairros de Jacareí ainda não atendidos com tratamento de esgoto, cada um com características urbanísticas, de infraestrutura de saneamento e ambientais próprias (Chácara Guararema, Veraneio Irajá, Cepinho e Ressaca e Vila Ita) e a partir do estudo das condições ambientais e sanitárias de cada um desses bairros, obtidas em fontes disponíveis na internet, e dos aspectos técnicos e econômicos das soluções de tratamento de esgoto existentes e mais amplamente utilizadas em território nacional, indicou-se a solução para tratamento de esgoto com melhor custo-benefício para cada localidade.

**Palavras-chave:** Saneamento Básico. Tratamento de esgoto. Estudo de viabilidade.



## ABSTRACT

The sources of resources available for investment in basic sanitation projects and works in Brazil are still not sufficient to achieve the universalization of basic sanitation in a short period of time. Based on this, it is essential, especially for small municipalities, to have better planning and understand in their territories which are the priority and most suitable locations for investing in sanitary sewage treatment works. It is known that works to implement sanitary sewage treatment systems are expensive, which often means that City Halls end up allocating resources in other areas such as education, leisure and transport. On the other hand, knowing how much it costs and what is the best technology to be used for sewage treatment in neighborhoods not yet served makes it easier for Municipalities to capture and allocate resources to carry out these works. Factors such as the population to be benefited, cost of the implementation work, cost of maintenance and operation of the implemented system, benefits brought by improving environmental quality, etc. They can be used as criteria to indicate the locations with the best cost-benefit and which should be prioritized for carrying out sanitation works. In the present work, four neighborhoods of Jacareí not yet served by sewage treatment were selected, each with its own urban, sanitation infrastructure and environmental characteristics (Chácaras Guararema, Veraneio Irajá, Cepinho e Ressaca and Vila Ita) and based on the study of environmental and sanitary conditions of each of these neighborhoods, obtained from sources available on the internet, and the technical and economic aspects of the existing and most widely used sewage treatment solutions in the national territory, the solution for sewage treatment with the best cost was indicated and benefit for each location.

**Keywords:** Basic sanitation. Sewage treatment. Viability study.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 1 – Indicação do Município de Jacareí sobre a UGRHI 02 .....	29
Foto 1 – Rio Paraíba do Sul cortando a cidade de Jacareí .....	29
Mapa 2 – Hidrografia do Município de Jacareí.....	30
Figura 1 – Esquema de um sistema de esgotamento sanitário .....	33
Foto 2 – Estação elevatória de esgoto “Aliança” operada pelo SAAE Jacareí..	34
Foto 3 – Estação de tratamento de esgoto “São Silvestre” operada pelo SAAE Jacareí.....	37
Foto 4 – Reator UASB da estação de tratamento de esgoto “ETE Central” operada pelo SAAE Jacareí.....	39
Foto 5 – Tanques de aeração da estação de tratamento de esgoto “ETE Central” operada pelo SAAE Jacareí.....	41
Foto 6 – Estação de tratamento de esgoto do tipo “wetlands” no município de Santa Helena/PR.....	43
Foto 7 – Estação de tratamento de esgoto com módulos de biodisco no município de Mateus Leme/MG.....	45
Quadro 1 – Legislações sobre saneamento básico no âmbito federal .....	46
Quadro 2 – Legislações sobre saneamento básico no âmbito estadual.....	47
Quadro 3 – Legislações sobre saneamento básico no âmbito do Município de Jacareí.....	48
Quadro 4 – Lista de bairros ainda não atendidos por tratamento de esgoto na área urbana de Jacareí, com indicação da população residente.....	59
Quadro 5 – Lista de bairros ainda não atendidos por tratamento de esgoto na área urbana de Jacareí, classificados por tipo de construção predominante e infraestrutura de saneamento básico existente .....	60
Figura 2 – Imagem aérea com a demarcação do bairro Chácaras Guararema ..	62
Foto 8 – Estrada Joaquim Francisco, altura do número 334, bairro Chácaras Guararema .....	63
Mapa 3 – Mapa de hidrografia do bairro Chácaras Guararema.....	63
Figura 3 – Demarcação dos coletores sobre o terreno do Chác. Guararema....	64
Figura 4 – Perfis de elevação coletores sobre o terreno do Chác. Guararema .	64

<b>Figura 5 – Imagem aérea com a demarcação do bairro Veraneio Irajá .....</b>	<b>66</b>
<b>Foto 9 – Estrada dos Remédios, altura do número 535, bairro Veraneio Irajá..</b>	<b>66</b>
<b>Mapa 4 – Mapa de hidrografia do bairro Veraneio Irajá.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 6 – Demarcação dos coletores sobre o terreno do bairro Veraneio Irajá .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 7 – Perfis de elevação coletores sobre o terreno do bairro Veraneio Irajá .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 8 – Imagem aérea com a demarcação dos bairros Cepinho e Ressaca.</b>	<b>71</b>
<b>Foto 10 – Estrada Julio de Carvalho, altura do número 259, bairro Ressaca ...</b>	<b>71</b>
<b>Mapa 5 – Mapa de hidrografia dos bairros Cepinho e Ressaca .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 9 – Demarcação dos coletores sobre o terreno do Cepinho e Ressaca</b>	<b>73</b>
<b>Figura 10 – Perfis de elevação coletores sobre o terreno do Cepinho e Ressaca .....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 11 – Imagem aérea com a demarcação do bairro Vila Ita.....</b>	<b>74</b>
<b>Foto 11 – Rua Prof. Helio Augusto de Souza, altura do número 65, bairro Vila Ita .....</b>	<b>74</b>
<b>Mapa 6 – Mapa de hidrografia do bairro Vila Ita.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 12 – Demarcação dos coletores sobre o terreno do bairro Vila Ita .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 13 – Perfis de elevação coletores sobre o terreno do bairro Vila Ita.....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 14 – Demarcação das distâncias do Chácaras Guararema e do Veraneio Irajá em relação à infraestrutura de esgotamento mais próxima .....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 15 – Demarcação da distância do Cepinho e do Ressaca em relação à estação de tratamento de esgoto mais próxima.....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 16 – Demarcação da distância do Vila Ita em relação à infraestrutura de esgotamento mais próxima (bairros Jd. Emília e Jd. Terras da Conceição).....</b>	<b>83</b>
<b>Mapa 7 – Mapa de hidrografia do bairro Chácaras Guararema com a indicação dos cursos d’água mais próximos .....</b>	<b>85</b>
<b>Mapa 8 – Mapa de hidrografia do bairro Veraneio Irajá com a indicação dos cursos d’água mais próximos .....</b>	<b>87</b>
<b>Mapa 9 – Mapa de áreas públicas da região do Chácaras Guararema .....</b>	<b>89</b>
<b>Mapa 10 – Mapa de áreas públicas da região do Veraneio Irajá.....</b>	<b>90</b>
<b>Mapa 11 – Mapa de áreas públicas da região do Cepinho e Ressaca.....</b>	<b>90</b>
<b>Mapa 12 – Mapa de áreas públicas da região do Vila Ita.....</b>	<b>91</b>

<b>Quadro 6 – Análise da vazão de contribuição e da capacidade da infraestrutura de esgoto existente para o bairro Chácaras Guararema .....</b>	<b>93</b>
<b>Quadro 7 – Análise da vazão de contribuição e da capacidade da infraestrutura de esgoto existente para o bairro Veraneio Irajá.....</b>	<b>94</b>
<b>Quadro 8 – Análise da vazão de contribuição e da capacidade da infraestrutura de esgoto existente para os bairros Cepinho e Ressaca .....</b>	<b>95</b>
<b>Quadro 9 – Análise da vazão de contribuição e da capacidade da infraestrutura de esgoto existente para o bairro Vila Ita.....</b>	<b>95</b>
<b>Quadro 10 – Levantamento de quantitativo e estimativa de custo para implantação de redes de esgoto.....</b>	<b>96</b>
<b>Quadro 11 – Levantamento de quantitativo e estimativa de custo para implantação do tratamento de esgoto.....</b>	<b>97</b>
<b>Mapa 13 – Mapa do estudo de implantação de redes no Veraneio Irajá .....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 17 – Indicação dos locais necessários de se implantar elevatória de esgoto no Chác. Guararema, Veraneio Irajá e Cepinho e Ressaca .....</b>	<b>102</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Consumo Per Capita por faixa de população urbana .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabela 2 – Índices de água e esgoto de Jacareí, Estado de São Paulo e Brasil</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 3 – Classificação da declividade média do terreno.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabela 4 – Vazão de contribuição de esgoto de cada bairro.....</b>	<b>92</b>



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EEE	Estação elevatória de esgoto
ETE	Estação de tratamento de esgoto
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Anual
MND	Método não destrutivo
NBR	Norma Técnica
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PPA	Plano Plurianual
PVC	Policloreto de vinila
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jacareí
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i> (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente)

UGRHI      Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos

## LISTA DE SÍMBOLOS

hab	Número de habitantes
km	Quilômetro, unidade de comprimento
l/s	Litro por segundo, unidade de vazão
m	Metro linear, unidade de comprimento
mm	Milímetro, unidade de comprimento
s	Segundo, unidade de tempo
un	Unidade



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>27</b>
1.1	SANEAMENTO BÁSICO	27
1.2	DADOS DO MUNICÍPIO DE JACAREÍ	28
1.3	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	32
1.4	PRINCIPAIS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO	35
1.4.1	Lagoas de estabilização	36
1.4.2	Sistemas Anaeróbios	37
1.4.3	Lodos Ativados	39
1.4.4	Disposição no solo	41
1.4.5	Reatores Aeróbios com biofilmes	43
1.5	LEGISLAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	45
1.5.1	Legislação Federal	45
1.5.2	Legislação Estadual	46
1.5.3	Legislação Municipal	47
1.6	ORÇAMENTO PÚBLICO E RECURSOS DE FINANCIAMENTO	48
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>51</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	51
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	51
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>52</b>
3.1	LEVANTAMENTO DE DADOS DE SANEAMENTO BÁSICO	52
3.2	CARACTERIZAÇÃO DOS BAIRROS OBJETO DE ESTUDO	52
3.3	VIABILIDADE TÉCNICA DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO	54
3.4	VIABILIDADE FINANCEIRA DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO	55
3.5	DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA ADEQUADA PARA OS BAIRROS	57
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>59</b>
4.1	SELEÇÃO DOS BAIRROS OBJETO DE ESTUDO	59
4.2	CARACTERIZAÇÃO DOS BAIRROS OBJETO DE ESTUDO	62
4.2.1	Chácaras Guararema	62
4.2.2	Veraneio Irajá	65
4.2.3	Cepinho e Ressaca	70
4.2.4	Vila Ita	73

<b>4.3</b>	<b>ANÁLISE DOS CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA</b>	<b>77</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Condição da soleira dos imóveis</b>	<b>77</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Existência de infraestrutura de saneamento básico (redes)</b>	<b>78</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Presença de curso d`água</b>	<b>84</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Existência de áreas para desapropriação</b>	<b>87</b>
<b>4.3.5</b>	<b>Levantamento da contribuição de esgoto</b>	<b>91</b>
<b>4.3.6</b>	<b>Definição da tecnologia para tratamento de esgoto</b>	<b>92</b>
<b>4.4</b>	<b>ANÁLISE FINANCEIRA DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS</b>	<b>96</b>
<b>4.5</b>	<b>ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA TÉCNICA E FINANCEIRA</b>	<b>103</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>107</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>108</b>
	<b>APÊNDICE A – Cálculos realizados para análise financeira das alternativas técnicas</b>	<b>111</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 SANEAMENTO BÁSICO

Segundo Braga *et al.* (2005) os esgotos sanitários correspondem aos despejos líquidos resultantes do uso da água pelo homem em função dos seus hábitos higiênicos e de suas necessidades fisiológicas, compondo-se basicamente por água de banho, de vasos sanitários, restos de comida, sabões, etc.

Ainda segundo Braga *et al.* (2005) os esgotos sem tratamento podem contaminar o meio ambiente e gerar prejuízos à saúde pública. Muitas infecções podem ser transmitidas de uma pessoa doente para outra sadia em virtude do contato com excreções humanas. As substâncias presentes nos esgotos, principalmente matéria orgânica, acarretam a degradação do meio aquático com o aumento da demanda por oxigênio e o crescimento de vegetais pelo processo de eutrofização.

Nos dias atuais existe uma preocupação cada vez maior quanto à destinação e o tratamento dos esgotos, suas consequências sobre o meio ambiente, à qualidade das águas e seus usos benéficos. Tal condição fez com que tanto a sociedade civil quanto instituições governamentais e profissionais da área dessem maior importância aos estudos e projetos relativos ao tratamento de esgoto, com especial atenção ao afastamento adequado dos esgotos e da melhoria dos usos e qualidade dos corpos receptores (JORDÃO; PESSÔA, 2014).

Segundo Jacareí (2020) o consumo doméstico, consumo per capita, se vale, mas não se restringem aos seguintes parâmetros:

- Coeficiente do dia de maior consumo;
- Índices de atendimento;
- Índices de perdas dos sistemas;
- Coeficiente de retorno de esgotos;
- Vazão de infiltração.

Considerando que são diversos fatores que influenciam o consumo per capita e que se busca determinar a demanda de consumo por economias para um município que possui bairros com características fisiosocioeconômicas diversificadas, recomenda-se adotar os seguintes valores:

**Tabela 1 – Consumo Per Capita por faixa de população urbana**

Faixa de população urbana (Habitantes)	Per Capita (L/hab.dia)
0 a 10.000	165
10.000 a 50.000	196
50.000 a 100.000	211
100.000 a 200.000	221
200.000 a 1.000.000	251

Fonte: Jacareí (2020)

A partir do valor de consumo, estima-se o Coeficiente de Retorno Água/Esgoto, que é o quanto de água se transforma em esgoto sanitário, após ser utilizada (JACAREÍ, 2013). O coeficiente de retorno água/esgoto amplamente adotado é igual a 0,80. Em uma cidade como Jacareí estima-se que cada pessoa consuma em média 251 litros de água por dia, destes 200,8 litros são convertidos em esgoto doméstico.

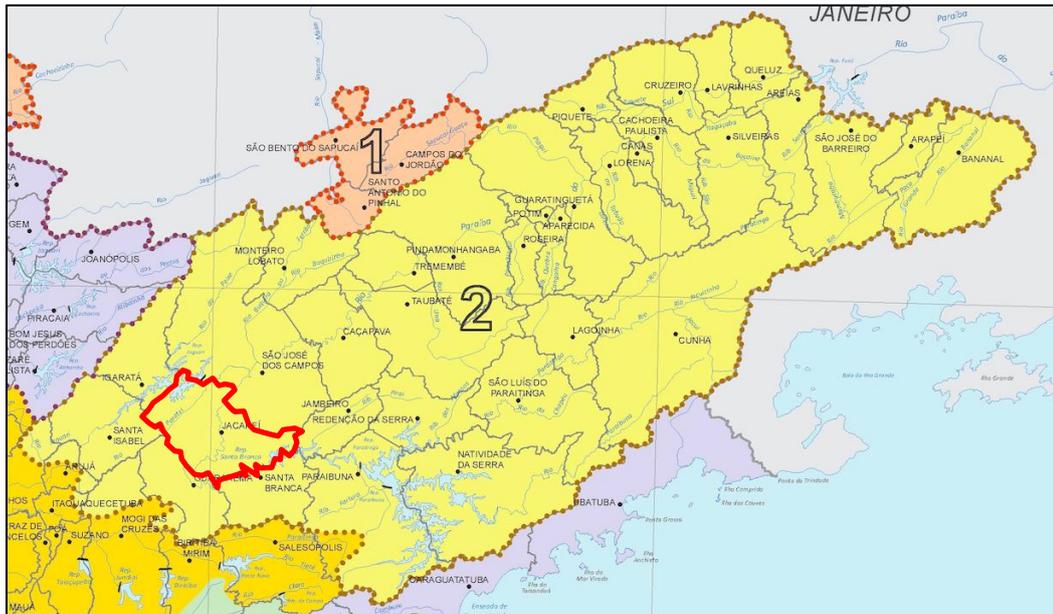
## 1.2 DADOS DO MUNICÍPIO DE JACAREÍ

Jacareí é um município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, no estado de São Paulo, no Brasil. Localiza-se a leste da capital do estado, distando desta cerca de 82 quilômetros. Em consulta ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Jacareí possui um total de 237.119 habitantes e 64.215 domicílios (3,69 habitantes por domicílio), sendo 63.315 domicílios em área urbana e 900 em área rural.

De acordo com o Portal do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo a cidade de Jacareí está situada na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, na Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) nº 02, como pode ser observado no Mapa 1. Jacareí tem como principal corpo hídrico o rio Paraíba do Sul (Foto 1), principal fonte de captação

e fornecimento de água para a cidade, cuja vazão é regulada pela represa de Santa Branca. Outros corpos hídricos que merecem destaque no território municipal são o rio Parateí, o rio Comprido, o ribeirão do Turi e a represa Jaguari. O Mapa 2 apresenta as bacias hidrográficas dos principais cursos d'água existentes no território municipal.

**Mapa 1 – Indicação do Município de Jacareí sobre a UGRHI 02**



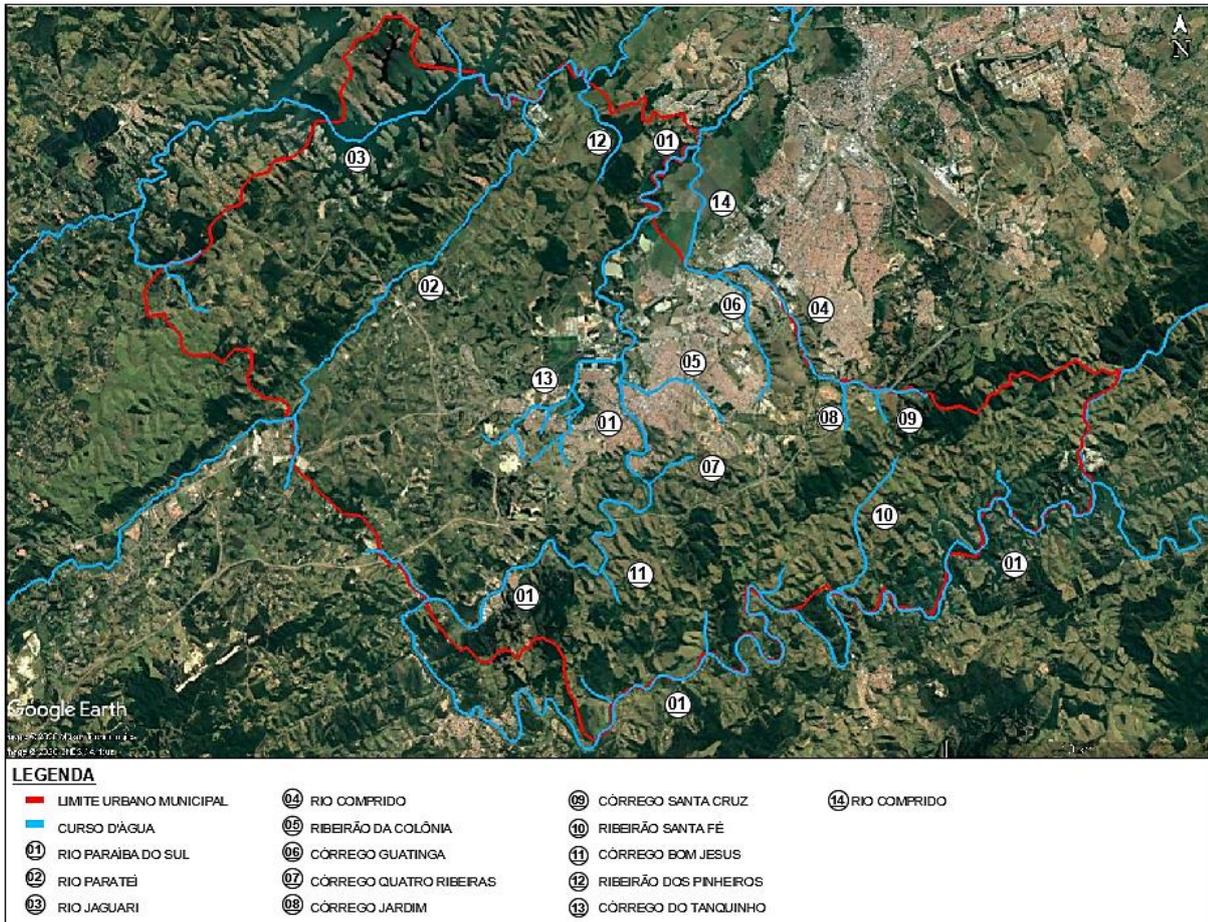
Fonte: Adaptado de São Paulo (2022).

**Foto 1 – Rio Paraíba do Sul cortando a cidade de Jacareí**



Fonte: O Vale (2022).

**Mapa 2 – Hidrografia do Município de Jacareí**



Fonte: Jacareí (2020).

Quanto aos índices de saneamento que constam no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) referentes ao ano de 2020 temos que Jacareí possui 99,50% da sua população total atendida com abastecimento com água tratada (IN55), 98,92% com coleta de esgoto (IN56) e 85,32% de tratamento de esgoto (IN016).

Na Tabela 2 são apresentados os índices de água e esgoto constantes do SNIS de Jacareí em comparação aos do estado de São Paulo e do Brasil. Observa-se que os índices de saneamento de Jacareí estão superiores aos de São Paulo e do Brasil, com exceção apenas do índice de tratamento de esgoto em relação ao estado, o que demonstra que maior investimento deve ser empregado nesta área. Lembrando que o índice de tratamento de esgoto IN16 é calculado sobre o índice de coleta de esgoto IN56, isto é, mede o quanto de esgoto coletado é posteriormente encaminhado para tratamento.

**Tabela 2 – Índices de água e esgoto de Jacareí, Estado de São Paulo e Brasil**

<b>Local</b>	<b>IN55: Abastecimento de água</b>	<b>IN56: Coleta de esgoto</b>	<b>IN16: Tratamento de esgoto</b>
Jacareí	99,50%	98,92%	85,32%
Estado de São Paulo	96,51%	90,61%	86,30%
Brasil	84,13%	54,95%	79,84%

Fonte: SNIS, 2022.

Segundo informações obtidas junto ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jacareí (SAAE), autarquia municipal responsável pela prestação de serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto no município, ainda existem aproximadamente 47.506 habitantes em área urbana ou de expansão urbana que não são atendidos com coleta e tratamento de esgoto, isto é, imóveis cujo esgoto gerado não é encaminhado para sistema de tratamento.

Dentre os 47.506 habitantes não atendidos com tratamento, 42.864 são atendidos com pelo menos coleta/afastamento do esgoto e 4.642 não são atendidos com coleta, estando estes últimos localizados majoritariamente em área de chácaras ou em área de ocupação irregular.

Importante ressaltar que os dados referidos acima não contemplam os imóveis de áreas rurais, os quais não são atendidos pelo SAAE, não sendo, portanto, o foco do presente estudo. Também é importante destacar que os dados do SAAE são obtidos por meio do número de economias cadastradas em sistema eletrônico próprio, o que justifica alguma divergência que possa haver com os dados constantes do IBGE. Além disso, os bairros situados em área urbana e que não possuem rede de esgoto foram considerados como não atendidos por sistema de tratamento de esgoto, excluindo-se apenas aqueles atendidos por sistema tanque séptico e filtro anaeróbico cuja implantação é mais recente e onde o SAAE passou a condicionar a ligação de água a partir da construção do sistema individual de tratamento.

### 1.3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, os sistemas de esgotos sanitários são definidos pela coleta, inclusive ligação predial, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários.

Segundo Nuvolari (2011) as unidades que compõem um sistema de esgotamento sanitário, em síntese, são:

- a) Redes coletoras: redes que recebem os esgotos das residências;
- b) Interceptores e coletores-tronco: redes de maior diâmetro que recebem os esgotos das redes coletoras e transportam até as estações de tratamento;
- c) Estações de tratamento: local para onde são destinados os esgotos sanitários e que possui um conjunto de equipamentos e processos responsáveis pela redução do potencial poluidor dos esgotos.

Na Figura 1 é apresentado um esquema ilustrativo com as unidades que compõem um sistema de tratamento de esgotos.

A caracterização de um sistema de esgotamento sanitário a ser projetado, incluindo a avaliação quantitativa e qualitativa dos esgotos que contribuem para o sistema, como também a análise técnico-econômica dos diversos processos e sistemas de tratamento e coleta passíveis de aplicação, são imprescindíveis para o êxito de sua implantação futura (VON SPERLING, 2014).

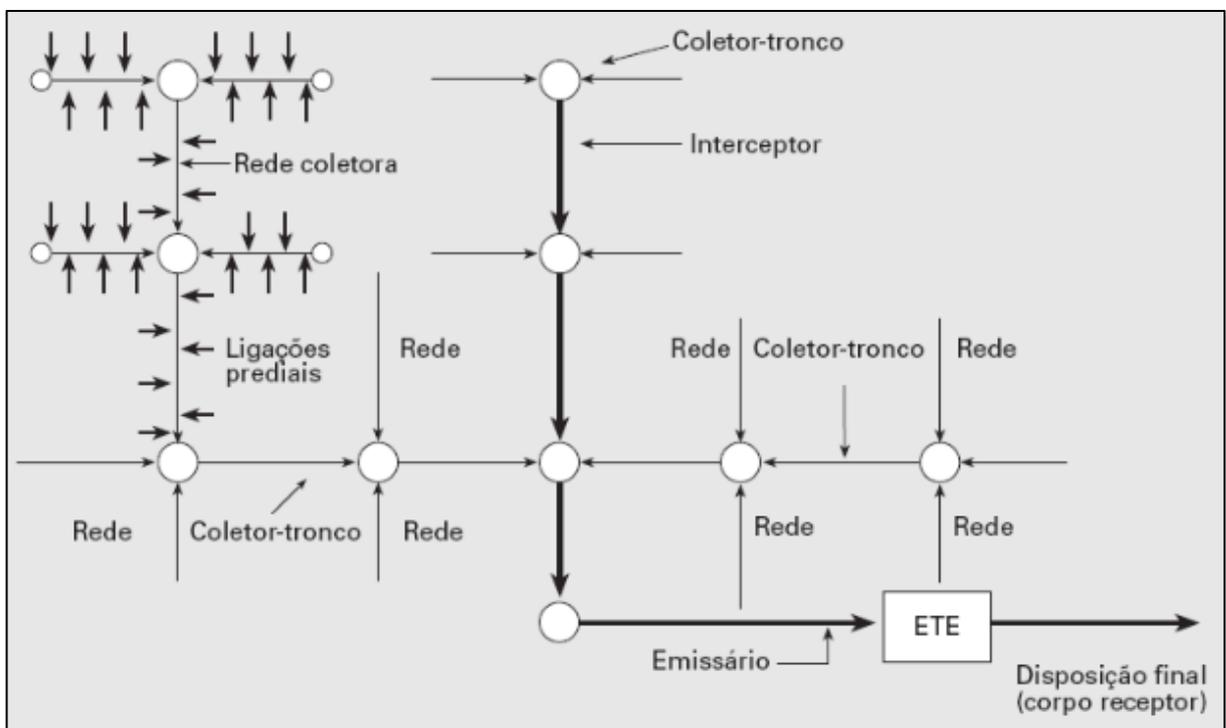
Von Sperling (2014) define alguns elementos fundamentais para compor um estudo preliminar de sistema de esgoto, dos quais pode-se elencar:

- Caracterização quantitativa dos esgotos (vazões);
- Caracterização qualitativa dos esgotos (atributos físicos, químicos e biológicos);
- Requisitos de qualidade do efluente e nível de tratamento desejado;
- Estudos populacionais;

- Determinação do período de projeto e das etapas de implantação;
- Estudo das alternativas de tratamento e coleta existentes.

Quando bem elaborado o estudo preliminar de viabilidade técnica e econômica tomando com base os elementos citados acima garantirá ao gestor público ou empresa responsável pela implantação de um sistema de esgotamento sanitário a escolha pelo sistema mais eficiente, que atenda às demandas da população e que seja ambientalmente adequado.

**Figura 1 – Esquema de um sistema de esgotamento sanitário**



Fonte: Nuvolari (2011).

Por habitual os imóveis a serem atendidos com redes coletoras de esgoto devem possuir suas redes internas em nível (cota topográfica) acima ao da rede coletora de esgoto situada na via pública, essa condição, denominada de “soleira positiva”, possibilita que o imóvel seja ligado à rede pública de maneira direta, por meio de um ramal predial que atua por gravidade. Em casos em que isso não é possível, isto é, quando as redes internas do imóvel estão abaixo do nível da rede pública de esgotos, faz-se necessário a elevação do esgoto por meio de bombeamento para que o imóvel seja ligado à rede, condição esta denominada “soleira negativa”.

Para novos empreendimentos imobiliários (exemplo: loteamentos e condomínios horizontais) as soluções de engenharia preconizam em seus projetos que as redes coletoras de esgoto sejam implantadas em soleira positiva, pois auxilia que imóveis sejam ligados à rede de maneira mais simples, sem o custo adicional de instalação, funcionamento e manutenção de bombas, além de ser mais atrativo para imóveis que possuem sistema tanque séptico e filtro anaeróbio solicitarem ligação à rede, pois elimina os custos de limpeza do tratamento individual e problemas de extravasamento.

Considerando que as redes públicas de esgoto também atuam por gravidade são comuns situações que em razão da topografia do terreno, como quando a rede coletora chega a um fundo de vale onde precisa fazer a travessia de cursos d'água ou quando a declividade (sentido de caída) da rede coletora está contrária ao sentido do coletor tronco que receberá sua contribuição, é necessária a instalação de estações para elevação desse esgoto, chamadas “estações elevatórias de esgotos (EEE)”. Na Foto 2 é apresentada a vista superior de uma estação elevatória de esgoto do SAAE Jacareí.

**Foto 2 – Estação elevatória de esgoto “Aliança” operada pelo SAAE Jacareí**



Fonte: SAAE Jacareí.

As estações elevatórias compreendem basicamente um poço contendo um conjunto de bombas onde chega a contribuição de esgoto. Quando esse poço atinge um determinado nível estabelecido em projeto o conjunto de bombas é acionado para que o esgoto seja bombeado através de uma linha de recalque até uma cota mais elevada em ponto à jusante da rede coletora.

#### **1.4 PRINCIPAIS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

Atualmente existem diversos tipos de sistemas para tratamento de esgoto doméstico, que vão desde sistemas mais simples de baixo custo operacional, como é o caso do sistema tanque séptico e filtro anaeróbio e as lagoas de estabilização, até sistemas mais complexos, como, por exemplo, o sistema de lodos ativados.

Segundo Reami (2011) o tratamento de esgotos é desenvolvido, essencialmente, por processos biológicos, associados às operações unitárias físicas de concentração e separação de sólidos. O tratamento biológico pode ser subdividido em dois grandes grupos, processos aeróbios (com presença de oxigênio) e anaeróbios (ausência de oxigênio), sendo também muito comum sistemas que combinam essas duas formas de tratamento.

Ainda segundo Reami (2011) os processos biológicos podem ser classificados também em função da retenção ou não de biomassa, entendendo-se por biomassa os microrganismos responsáveis pela degradação de matéria orgânica dos esgotos. Nos sistemas onde não se pratica a retenção da biomassa, o tempo de detenção hidráulica, isto é, o tempo que um determinado volume de esgoto permanece dentro do sistema corresponde ao mesmo tempo para degradação da matéria orgânica pelos microrganismos. Já nos casos em que há retenção de biomassa, com o objetivo de aprimorar o tratamento, é necessário incorporar ao sistema mecanismos para que isso aconteça, podendo ser utilizados reatores de crescimento em suspensão na massa líquida, como é o caso dos lodos ativados, onde a retenção de biomassa é feita por recirculação do lodo sedimentado do próprio sistema; como também podem ser utilizados reatores de biomassa aderida, onde a retenção de biomassa é garantida pela própria aderência dos microrganismos ao meio suporte formando os biofilmes.

No presente estudo abordaremos os sistemas mais comumente empregados no tratamento de esgoto no Brasil, sendo eles:

- Lagoas de estabilização;
- Sistemas Anaeróbios;
- Lodos Ativados;
- Disposição no solo;
- Reatores Aeróbios com biofilmes.

#### **1.4.1 Lagoas de estabilização**

Segundo Jordão e Pessôa (2014) e Von Sperling (2014) as lagoas de estabilização são um método de tratamento de efluentes que se baseia em processos biológicos naturais para remover poluentes da água antes de serem reintroduzidas no meio ambiente. Este sistema consiste em uma série de lagoas em sequência, cada uma projetada para promover diferentes etapas de tratamento. Geralmente, o sistema inclui lagoas anaeróbias, facultativas e de polimento:

- a) Lagoa Anaeróbia: O efluente entra na primeira lagoa, chamada de lagoa anaeróbia. Nessa fase, ocorre a decomposição inicial dos sólidos orgânicos por bactérias anaeróbias, que atuam na ausência de oxigênio. Durante esse processo, os sólidos sedimentam no fundo da lagoa, enquanto o gás metano é produzido como subproduto.
- b) Lagoa Facultativa: O efluente pré-tratado na lagoa anaeróbia flui para a lagoa facultativa, onde há uma combinação de processos aeróbios (com oxigênio) e anaeróbios. Aqui, bactérias facultativas continuam a decompor a matéria orgânica, utilizando oxigênio disponível da atmosfera ou do próprio sistema. Parte dos sólidos é transformada em gás e líquido, enquanto os sólidos sedimentam e os microrganismos são removidos.
- c) Lagoa de Polimento: O efluente passa para a lagoa de polimento, que é uma etapa de maturação avançada. Nesta fase, ocorre uma redução adicional de poluentes e uma melhoria na qualidade da água. Sólidos finos sedimentam, e

microrganismos remanescentes continuam a remover substâncias orgânicas e nutrientes.

Após passar por essas etapas, o efluente tratado está pronto para ser descartado no meio ambiente ou, em algumas situações, reutilizado para fins não potáveis, como irrigação agrícola.

Na Foto 3 é apresentada uma imagem de uma ETE composta por “lagoa facultativa” operada pelo SAAE Jacareí, localizada no distrito de São Silvestre.

**Foto 3 – Estação de tratamento de esgoto “São Silvestre” operada pelo SAAE Jacareí**



Fonte: SAAE Jacareí.

#### **1.4.2 Sistemas Anaeróbios**

Os sistemas de tratamento de esgoto anaeróbios são projetados para remover poluentes de efluentes domésticos usando processos biológicos que ocorrem na ausência de oxigênio (JORDÃO; PESSÔA, 2014; VON SPERLING, 2014). Esses sistemas aproveitam bactérias anaeróbias para decompor a matéria orgânica,

resultando em gases como metano e dióxido de carbono, além de produzir um efluente tratado com uma redução significativa da carga orgânica.

O coração do sistema é o reator anaeróbio, onde o efluente é tratado. Existem diferentes tipos de reatores anaeróbios, como reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*). O efluente entra no reator, onde as bactérias anaeróbias degradam a matéria orgânica, produzindo gás metano e um efluente mais limpo. Parte dos sólidos presentes no efluente sedimenta no fundo do reator, formando o lodo anaeróbio. Esse lodo deve ser periodicamente removido e tratado, podendo ser utilizado como fertilizante ou processado de forma adequada.

O efluente do reator anaeróbio pode passar por etapas adicionais de tratamento, como lagoas de polimento ou filtros percoladores, para remover ainda mais sólidos e poluentes remanescentes, a fim de se atender o padrão de emissão do efluente (lançamento em cursos d'água).

Os sistemas anaeróbios são amplamente utilizados no Brasil por conta da sua elevada eficiência, pois podem alcançar uma boa remoção de matéria orgânica e redução de carga de poluentes. Ademais, como os processos anaeróbios não exigem fornecimento de oxigênio, os custos de energia são geralmente mais baixos em comparação com sistemas aeróbios. E ainda é possível a produção de biogás, onde o gás metano produzido durante a decomposição anaeróbia pode ser capturado e usado como fonte de energia renovável.

Por outro lado, os processos anaeróbios podem ser sensíveis a flutuações de carga e temperatura, o que pode afetar sua eficiência, e é necessário um tempo de retenção hidráulica do efluente no processo de tratamento, isto é, o tempo de permanência do efluente no reator deve ser adequado para permitir a degradação completa da matéria orgânica.

Na Foto 4 é apresentada uma imagem do reator UASB de uma ETE operada pelo SAAE Jacareí (denominada "ETE Central"), localizada no bairro Parque dos Sinos.

**Foto 4 – Reator UASB da estação de tratamento de esgoto “ETE Central”  
operada pelo SAAE Jacareí**



Fonte: SAAE Jacareí.

### **1.4.3 Lodos Ativados**

O sistema de tratamento de esgoto por lodos ativados, segundo Jordão e Pessôa (2014) e Von Sperling (2014), é um processo biológico amplamente utilizado para remover poluentes e matéria orgânica do efluente. O sistema envolve a aeração do efluente com a introdução de oxigênio por equipamentos mecanizados e a presença de microrganismos aeróbios (bactérias) em um reator de lodos ativados. Esses microrganismos consomem a matéria orgânica presente no efluente, promovendo sua decomposição em compostos mais simples. Esse processo recebe a denominação de “lodos ativados” justamente por conta dessas bactérias presentes no próprio lodo dos esgotos (massa sólida) que são recirculados para tratar o efluente. Abaixo a descrição dos componentes básicos de um sistema de tratamento por lodos ativados:

- a) Tanque de Aeração ou Biorreator: O efluente entra no tanque de aeração, onde ocorre a mistura de oxigênio e a interação entre os microrganismos e a matéria orgânica. Isso permite que os microrganismos aeróbios presentes no sistema cresçam e consumam a matéria orgânica dissolvida na água. Os microrganismos

aderem aos flocos biológicos, formando aglomerados chamados flocos de lodo ativado.

- b) Decantação Secundária: Após o processo de aeração, a mistura de líquido e flocos de lodo ativado passa para um tanque de decantação secundária. Nesse tanque, os flocos biológicos, que agora estão aglutinados com a matéria orgânica, se sedimentam, formando lodo.
- c) Reciclagem de Lodo: Uma parte do lodo sedimentado é reciclada de volta para o tanque de aeração. Isso ajuda a manter uma população saudável de microrganismos no sistema e melhora a eficiência do processo.
- d) Descarte do Efluente Tratado: O efluente tratado, após passar pelo processo de lodos ativados e decantação, é geralmente mais limpo e com menor concentração de matéria orgânica. Ele pode ser descartado no meio ambiente ou passar por etapas adicionais de tratamento, se necessário.

Os sistemas de lodos ativados também possuem elevada eficiência no tratamento de esgoto, sendo eficaz na remoção de matéria orgânica, nutrientes e poluentes do esgoto. Esse tipo de tratamento pode ser adaptado para atender a diferentes níveis de carga e características do esgoto e requer menos espaço comparado com alguns outros sistemas de tratamento.

Alguns aspectos que precisam ser observados para escolha de sistemas de tratamento por lodos ativados é que o processo de aeração requer energia para fornecer oxigênio constante ao reator. Uma deficiência na oxigenação acarretará a formação de zonas anaeróbias na massa líquida o que por consequência pode gerar mau cheiro e queda na eficiência da degradação na matéria orgânica no tanque. Além disso, a operação exige monitoramento cuidadoso e manutenção regular para evitar problemas como a formação de lodo em excesso.

Na Foto 5 é apresentada uma imagem dos tanques de aeração de uma ETE operada pelo SAAE Jacareí (denominada “ETE Central”), localizada no bairro Parque dos Sinos.

**Foto 5 – Tanques de aeração da estação de tratamento de esgoto “ETE Central” operada pelo SAAE Jacareí**



Fonte: SAAE Jacareí.

#### **1.4.4 Disposição no solo**

A disposição no solo é um método de tratamento de esgoto que envolve a aplicação direta do esgoto tratado no solo, permitindo que o solo atue como um filtro natural para remover poluentes e microrganismos patogênicos. Esse sistema é comumente usado em áreas rurais ou em locais onde outras opções de tratamento podem não ser viáveis devido a restrições de espaço ou infraestrutura (JORDÃO; PESSÔA, 2014; VON SPERLING, 2014).

Segundo Reis (2018, p. 32):

As principais variações de disposição de efluentes no solo são os sistemas com base no solo (infiltração lenta, infiltração rápida, infiltração subsuperficial e escoamento superficial) e os sistemas com base na água (terras úmidas construídas, também conhecidas como banhados artificiais ou *wetlands*). A seleção do método de disposição depende do clima, do nível do lençol subterrâneo, da permeabilidade

do solo, além da eficiência requerida para o tratamento dos efluentes (VON SPERLING, 2005).

Abaixo a descrição dos componentes básicos de um sistema de tratamento por disposição no solo:

- a) Tratamento Prévio: Antes da disposição no solo, o esgoto passa por um tratamento primário e, em alguns casos, tratamento secundário para remover sólidos grosseiros e materiais suspensos, reduzir a carga orgânica e minimizar a presença de patógenos.
- b) Campos de Disposição: Os campos de disposição consistem em uma série de valas ou trincheiras escavadas no solo, preenchidas com cascalho ou material similar para promover a distribuição uniforme do esgoto tratado. A água tratada é liberada nessas valas, onde o solo atua como um meio de filtração e tratamento adicional.
- c) Tratamento no Solo: À medida que o esgoto tratado percola pelo solo, os processos de filtração, adsorção, sedimentação e decomposição biológica ocorrem. Os microrganismos presentes no solo ajudam a decompor ainda mais os poluentes, reduzindo a carga orgânica e a presença de patógenos.
- d) Proteção da Água Subterrânea: O sistema de disposição no solo deve ser projetado de maneira apropriada para proteger as águas subterrâneas contra a contaminação. Camadas de solo adequadas, distâncias de segurança e medidas de prevenção devem ser implementadas para minimizar os riscos.

O processo por disposição no solo é um tratamento natural, onde o solo atua como um filtro natural, removendo poluentes e reduzindo a carga orgânica. Esse tipo de tratamento possui baixo custo de operação e uma vez instalado, o sistema de disposição no solo requer menos manutenção e energia em comparação com outros sistemas mais complexos.

Em contrapartida, o sistema de disposição no solo requer espaço suficiente para a instalação dos campos de disposição. A eficiência do sistema pode ser afetada por características do solo, como permeabilidade e capacidade de tratamento. E é

necessário um monitoramento regular para garantir que o sistema esteja funcionando corretamente e não represente riscos ambientais ou de saúde.

Na Foto 6 é apresentada uma imagem de uma ETE do tipo “wetlands” no município de Santa Helena, Estado do Paraná.

**Foto 6 – Estação de tratamento de esgoto do tipo “wetlands” no município de Santa Helena/PR**



Fonte: Paraná (2023).

#### **1.4.5 Reatores Aeróbios com biofilmes**

Segundo Jordão e Pessôa (2014) e Von Sperling (2014) os reatores aeróbios com biofilmes são sistemas de tratamento de esgoto que utilizam uma combinação de processos biológicos aeróbios e o crescimento de biofilmes (camadas de microrganismos aderidos a um substrato sólido) para remover poluentes de efluentes domésticos. Esses sistemas podem ser aplicados em diferentes configurações, como reatores de leito fixo, reatores de leito móvel e reatores de membrana aerada

submersa. Abaixo a descrição dos componentes básicos de um sistema de tratamento por reatores aeróbios com biofilmes:

- a) Suporte para Biofilmes: No reator é fornecido um suporte ou meio poroso no qual os biofilmes podem se desenvolver. Esse suporte pode ser material plástico, pedras, discos rotativos ou membranas, dependendo do tipo de reator.
- b) Oxigenação: O oxigênio é introduzido no sistema para manter condições aeróbias, promovendo o crescimento de microrganismos aeróbios que se aderem ao material suporte do biofilme.
- c) Filtração Biológica: À medida que o efluente entra em contato com o material suporte, os poluentes são adsorvidos, degradados e removidos pelos microrganismos presentes no biofilme. O meio suporte fornece uma superfície de fixação para os microrganismos, permitindo uma área maior para formação do biofilme e conseqüentemente uma maior eficiência para o tratamento biológico.
- d) Separação de Sólidos: Após o processo de tratamento, o efluente tratado passa por etapas de decantação ou membranas para separar os sólidos e microrganismos remanescentes do efluente tratado.

O processo de tratamento por biofilmes aumenta a eficiência do processo devido à alta concentração de microrganismos aeróbios no sistema, ocupando-se menos espaço em comparação com sistemas convencionais como lodos ativados. Ademais, esses sistemas são mais resistentes a flutuações de carga orgânica e variações de temperatura.

Por outro lado, alguns aspectos precisam ser observados para que um sistema por biofilmes funcione: Os biofilmes exigem manutenção regular em virtude do seu desprendimento e os custos iniciais de instalação podem ser mais elevados devido à necessidade de materiais de suporte para biofilmes.

Na Foto 7 é apresentada uma imagem de uma ETE com módulos de biodisco no município de Mateus Leme, Estado de Minas Gerais.

**Foto 7 – Estação de tratamento de esgoto com módulos de biodisco no município de Mateus Leme/MG**



Fonte: Paques (2023).

## **1.5 LEGISLAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

São muitos os diplomas legais que versam sobre recursos hídricos no Brasil, visto que tamanha é a importância desse bem natural que é único e essencial para as atividades humanas. Essa coleção de leis, decretos, resoluções, etc. tratam desde a necessidade de conservação dos recursos hídricos aos níveis admissíveis de lançamento de substâncias nos cursos d'água sem alterar sua qualidade.

Como o tema é muito amplo, serão apresentadas a seguir as principais legislações que tratam sobre a questão de tratamento de esgotos em relação aos recursos hídricos nas esferas municipal, estadual e federal.

### **1.5.1 Legislação Federal**

As principais legislações de âmbito federal acerca de saneamento básico e recursos hídricos são apresentadas no Quadro 1.

### Quadro 1 – Legislações sobre saneamento básico no âmbito federal

Legislação federal	Descrição
Lei nº 9.433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.
Decreto nº 7.217/2010	Regulamenta a Lei nº 11.445/2007.
Lei nº 14.026/2020	Atualiza o Marco Legal do saneamento básico. Incluído o artigo 11-B que estabelece a meta de universalização do saneamento até 2033 (99% de atendimento com abastecimento e 90% coleta e tratamento de esgoto).
Resolução CONAMA nº 357/2005	Estabelece as condições e padrões de qualidade dos corpos d'água superficiais bem como sua classificação de acordo com o uso pretendido. Os padrões de qualidade para águas doces estão indicados nos artigos 14, 15, 16 e 17, para as águas salinas nos artigos 18, 19 e 20 e para as águas salobras nos artigos 21, 22 e 23.
Resolução CONAMA nº 430/2011	Complementa as condições e padrões de lançamento de efluentes líquidos da Resolução CONAMA nº 357/2005. No artigo 16 são apresentados os padrões de emissão para lançamento em corpo receptor de qualquer fonte poluidora, exceto efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, cujos padrões estão indicados no artigo 21 para lançamento em corpo receptor e no artigo 22 para lançamento em emissário submarino.

Fonte: Adaptado de São Paulo (2021).

#### 1.5.2 Legislação Estadual

As principais legislações de âmbito estadual acerca de saneamento básico e recursos hídricos são apresentadas no Quadro 2.

## Quadro 2 – Legislações sobre saneamento básico no âmbito estadual

Legislação estadual	Descrição
Lei nº 997/1976	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.
Decreto nº 8468/1976	Regulamenta a Lei nº 997/1976 que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente e proíbe o lançamento ou liberação de poluentes nas águas, ar ou solo e apresenta a classificação das águas interiores de acordo com os seus usos preponderantes, estabelecendo seus padrões de qualidade (artigos 11, 12 e 13) para os corpos d'água e os padrões de emissão para efluentes a serem lançados nas águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas (artigo 18) ou em sistema de esgoto provido de tratamento (artigo 19-A).
Lei nº 7.663/1991	Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Principal de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei nº 7.750/1992	Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento.
Lei nº 16.337/2016	Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH.
Decreto nº 10.755/1977	Enquadra os principais corpos d'água do estado e seus afluentes de acordo com os usos preponderantes.
Resolução SMA nº 3/2000	Implementa o controle ecotoxicológico de efluentes líquidos no estado, não sendo permitido o lançamento de efluente que possa causar ou possua potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos de acordo com as relações que fixam a toxicidade permissível.

Fonte: Adaptado de São Paulo (2021).

### 1.5.3 Legislação Municipal

As principais legislações no âmbito do Município de Jacareí acerca de saneamento básico e recursos hídricos são apresentadas no Quadro 3.

### Quadro 3 – Legislações sobre saneamento básico no âmbito do Município de Jacareí

Legislação municipal	Descrição
Lei nº 5.867/2014	Dispõe sobre Uso, Ocupação e Urbanização do Solo do Município de Jacareí. Estabelece que empreendimentos deverão possuir infraestrutura de saneamento (água e esgoto) para serem aprovados no território municipal.
Lei Complementar nº 68/2008	Dispõe sobre o Código de Normas, Posturas e Instalações Municipais. Em seu artigo 42 proíbe o lançamento de águas pluviais na rede coletora de esgoto.
Lei Complementar nº 49/2003	Institui o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Município de Jacareí, nos termos do Estatuto da Cidade. Estabelece diretrizes para saneamento para o território municipal.
Decreto nº 2.685/2013	Dispõe sobre aprovação do Plano Municipal de Saneamento Integrado do Município de Jacareí. No plano são estabelecidas as metas e investimentos a serem realizados no território municipal na área de saneamento ambiental.

Fonte: Adaptado de Jacareí (2020).

## 1.6 ORÇAMENTO PÚBLICO E RECURSOS DE FINANCIAMENTO

O investimento em obras para implantação de sistemas de esgotamento sanitário poderá se dar com a utilização de recursos de empresas privadas quando é o caso de novos empreendimentos imobiliários ou por investimento de recursos públicos, caso de localidades com pessoas já instaladas em que se necessita realizar a instalação de alguma infraestrutura nova de saneamento ou melhoria na existente a fim de atender demandas da população.

Diferentemente da realidade das empresas privadas, o Poder Público não pode realizar despesa, tal como a implantação de obras de tratamento de esgoto, sem que esta esteja prevista no orçamento público. Para isso a Constituição Federal estabeleceu em seu artigo 165 as seguintes peças orçamentárias para o gestor público (SÃO PAULO, 2021):

- a) Plano Plurianual (PPA): Instrumento de planejamento de médio prazo (4 anos) que estabelece, de forma regionalizada, as diretrizes, objetivos e metas da Administração Pública para as despesas de capital e outras delas decorrentes e para as relativas aos programas de duração continuada;
- b) Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO): Instrumento de planejamento que norteia a elaboração do orçamento, estabelecendo os programas do PPA que serão contemplados com dotações no escopo de cada lei orçamentária anual;
- c) Lei Orçamentária Anual (LOA): Instrumento que determina as ações a serem executadas, ano a ano, em harmonia com as metas e prioridades previstas na LDO e seguindo as diretrizes, objetivos e metas do PPA. Trata-se do orçamento propriamente dito.

Para que os recursos sejam bem empregados e para que o gestor público não incorra nos crimes impostos pela Lei de Responsabilidade Fiscal – Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, deverá o gestor do Poder Executivo previamente à apresentação da proposta de lei orçamentária ao Parlamento (Poder Legislativo) realizar o planejamento e os estudos necessários para o levantamento de custos de novas obras e projetos.

Ademais, com o objetivo de incentivar a universalização órgãos públicos e instituições brasileiras e internacionais possuem programas de financiamento de obras de saneamento.

A título de exemplo temos duas fontes de recursos que periodicamente abrem editais para financiamento de obras, uma a nível estadual – o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) – e outra a nível federal – recursos da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP).

De acordo com São Paulo (2022) o FEHIDRO é a instância econômico-financeira de apoio à implantação da Política Estadual de Recursos Hídricos por meio do financiamento de programas e ações na área de recursos hídricos, de modo a promover a melhoria e a proteção dos corpos d'água e de suas bacias hidrográficas. Foi criado pela Lei 7.663 de 30 de dezembro de 1991 e regulamentado pelo Decreto

nº 37.300, de 25 de agosto de 1993, posteriormente substituído pelo Decreto nº 48.896 de 26 de agosto de 2004. Esses programas e ações devem estar em conformidade com as metas estabelecidas pelos Planos de Bacia Hidrográfica e em consonância com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (API).

De acordo com Brasil (2022) a AGEVAP, criada em 20 de junho de 2002, tem personalidade jurídica de uma associação de direito privado, com fins não econômicos. Foi constituída, inicialmente, para o exercício das funções de Secretaria Executiva, atualmente exerce as funções definidas no Art. 44 da Lei Federal nº 9.433/97, que trata das competências das chamadas Agências de Água, ou Agências de Bacia, sendo uma de suas responsabilidades administrar recursos gerados pela cobrança pelo uso de Recursos Hídricos para financiamento de projetos e obras.

O gestor público deve estar atento aos editais que são lançados, tal como da FEHIDRO e da AGEVAP, para que possa captar recursos oriundos dessas fontes, bem como incluí-los em seu orçamento, auxiliando-o na realização de novas obras de saneamento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Estudar alternativas para implantação de sistemas de tratamento de esgotos sanitários para 4 (quatro) bairros de Jacareí – SP propondo a alternativa com melhor custo-benefício para cada localidade.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Selecionar 4 (quatro) bairros de Jacareí que ainda não possuem tratamento de esgoto e a partir disso:

- a) Avaliar as condições ambientais e sanitárias dessas localidades, tais como: declividade do terreno, tipo de solo, proximidade de cursos d`água, presença de infraestrutura de saneamento básico, população a ser atendida;
- b) Avaliar as melhores alternativas e tecnologias existentes para solução do tratamento, indicando pontos positivos e negativos para cada uma delas;
- c) Levantar os custos de implantação de infraestrutura adequada de saneamento básico (redes coletoras, estações elevatórias, estações de tratamento etc.) para essas localidades.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS DE SANEAMENTO BÁSICO

Foi realizada uma consulta junto ao SAAE dos bairros localizados em área urbana ou de expansão urbana em Jacareí que ainda não são atendidos por tratamento de esgoto, juntamente com o dado da população residente e se são atendidos ou não por alguma infraestrutura de saneamento básico (rede pública). Foi excluída deste estudo a zona rural em virtude de sua baixa densidade demográfica, sendo o foco as áreas mais adensadas do território com o objetivo de se atingir a meta de universalização de saneamento de 90% de tratamento de esgoto até 2033 estabelecida no Novo Marco Legal do Saneamento.

Como alternativa à consulta dos dados referentes aos bairros fornecidos pelo SAAE (empresa responsável pelo fornecimento de água e coleta de esgoto que possui dados de todas as ligações prediais existentes), quando estes não estavam disponíveis, também foi realizada consulta à base de dados da Prefeitura e ao Plano de Saneamento Básico do Município.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS BAIROS OBJETO DE ESTUDO

A partir dos dados fornecidos pelo SAAE, foram elegidos 4 (quatro) bairros para realização do estudo. O autor tomou como critério de escolha bairros que detivessem características urbanísticas e ambientais distintas um dos outros, para que assim fosse possível uma análise diversificada. Exemplo: ao mesmo tempo que se escolhe uma localidade de chácaras atendida por fossas rudimentares (“fossas negras”) também se escolhe uma localidade com características mais urbanas com rede pública de coleta de esgoto existente. Para tanto os bairros foram classificados quanto:

- a) Ao tipo de construção predominante: chácaras ou bairro consolidado (casas);
- b) À infraestrutura de saneamento básico existente: com rede pública sem tratamento ou sem rede pública.

Escolhidos os bairros a serem objeto do presente estudo, foi realizada a caracterização de cada um deles quanto à:

- a) Distância até o centro da cidade;
- b) Forma de abastecimento de água;
- c) Forma de coleta de esgoto;
- d) População estimada.

Foi realizado levantamento das características ambientais básicas dos bairros no DataGEO – Sistema Ambiental Paulista, sendo elas:

- a) Tipo de solo<sup>1</sup>;
- b) Condição geotécnica conforme Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)<sup>2</sup>
- c) Hidrografia conforme classificação pelo Decreto Estadual 10.755/1977<sup>3</sup>.

Por meio do *software Google Earth*, os bairros também foram caracterizados quanto a geomorfologia do terreno, utilizando-se da classificação da EMBRAPA (1979) para sua declividade média, conforme Tabela 3. Para tanto foi realizada uma proposta de traçado dos coletores, isto é, redes de coleta de esgoto, acompanhando a inclinação das vias/ruas de cada bairro e em sequência uma composição contendo os perfis de elevação de todos os coletores propostos.

Importante destacar que, diferentemente das redes de água que são pressurizadas e não são afetadas diretamente pela declividade do terreno, as redes de esgoto atuam por gravidade e são na maioria dos casos implantadas em vias públicas. Tal característica das redes de esgoto acarreta a necessidade de análise mais apurada

---

<sup>1</sup> Para verificação do tipo do solo no DataGEO foi selecionada a camada: Base Temática > Físico > Solos do Estado de São Paulo.

<sup>2</sup> Para verificação da característica geotécnica no DataGEO foi selecionada a camada: Base Temática > Físico > IPT – Carta Geotécnica do Estado de São Paulo 1:500.000.

<sup>3</sup> Para geração do mapa de hidrografia no DataGEO foram selecionadas as camadas: Legislação Ambiental > Enquadramento dos corpos d'água – Decreto nº 10.755/77 > Hidrografia do Estado de São Paulo – UGRHI 02 e Base Temática > Físico > Relevo > Limite das Sub-Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo.

quanto à locação e método de implantação das redes. É muito comum a implantação de estações elevatórias a fim de atender locais cuja declividade do terreno está invertida em relação ao restante da rede ou quando a rede chega a um fundo de vale. Por conta disso a análise da geomorfologia do terreno é imprescindível.

**Tabela 3 – Classificação da declividade média do terreno**

Declividade (%)	Discriminação
0 – 3	Relevo plano
3 – 8	Relevo suave ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20 – 45	Relevo forte ondulado
45 – 75	Relevo montanhoso
> 75	Relevo forte montanhoso

Fonte: EMBRAPA (1979).

### 3.3 VIABILIDADE TÉCNICA DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO

Finalizado o levantamento das características básicas dos bairros em estudo, segue-se para a análise específica de cada um para definição da viabilidade técnica para implantação de sistema de esgotamento sanitário. Os aspectos analisados foram:

- a) Condição da soleira dos imóveis: Verificação da declividade dos imóveis em relação à rua;
- b) Existência de infraestrutura de saneamento básico (redes): Verificação quanto à existência de redes de coleta e tratamento de esgoto nas proximidades;
- c) Presença de curso d'água: Verificação da existência de corpo hídrico capaz de receber a contribuição do efluentes tratado do bairro nas proximidades<sup>4</sup>;
- d) Existência de áreas para desapropriação: Verificação quanto à existência de terrenos vazios capazes de receber os equipamentos de saneamento básico (estações de tratamento);

<sup>4</sup> Os parâmetros a serem atendidos para lançamento e disposição final do efluente tratado na natureza tomarão como base a legislação ambiental inerente ao tema, principalmente a Lei Estadual nº 997, de 31/05/1976 e seu regulamento, o Decreto Estadual nº 8.468, de 08/09/1976, e as Resoluções do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, e nº 430, de 13 de maio de 2011.

- e) Levantamento da contribuição de esgoto: Cálculo da vazão estimada de esgoto que é gerado em cada localidade para dimensionamento estimado de cada sistema proposto.
- f) Definição da tecnologia para tratamento de esgoto: Cruzamento das informações das condições levantadas para cada bairro com as tecnologias para coleta e tratamento de esgoto disponíveis a fim de se definir as que atendem cada localidade<sup>5</sup>.

### 3.4 VIABILIDADE FINANCEIRA DOS SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO

Superada o estudo de viabilidade técnica, segue-se para o estudo da viabilidade financeira de cada alternativa indicada na etapa anterior. Em resumo, é realizado o levantamento de custo de implantação dos sistemas de esgotamento sanitário composto por redes e estações de tratamento, para cada bairro estudado. A seguir é apresentando como foram feitos os referidos levantamentos para este trabalho:

#### Custo de implantação de redes

Para o estudo de custo de implantação de redes é necessário primeiramente estimar a necessidade de implantação de estações elevatórias e os diâmetros das redes projetadas e seus quantitativos. Sabe-se que alguns bairros, por suas características topográficas, possuem alta probabilidade de instalação de elevatórias para superar os pontos baixos, mas uma análise um pouco mais aprofundada é possível de ser feita a partir dos traçados dos coletores e perfis de elevação de cada bairro por meio do *Google Earth*, os quais serão apresentados na seção 4.2. O passo-a-passo para essa definição empregado no presente estudo foi o seguinte:

Passo 1: Para cada coletor são definidos os pontos baixos (vale) e os pontos altos (pico), sendo considerado como “picos” as elevações acima de 3,5 metros<sup>6</sup>, e também são definidos os sentidos de fluxo das redes;

---

<sup>5</sup> A definição das tecnologias de coleta e tratamento de esgoto baseou-se nos sistemas de tratamento mais utilizados no território brasileiro descritos nas obras dos autores Eduardo Pacheco Jordão e Marcos Von Sperling, constantes da referências bibliográficas do presente trabalho.

<sup>6</sup> Conforme SABESP (2016) o valor de 3,5 metros refere-se ao limite de escavação mecânica de valas que pode ser realizada com escoramento. A partir dessa profundidade é recomendado o emprego de

Passo 2: Para cada “vale” verifica-se a existência de rede próxima que respeitando-se o sentido do fluxo possa receber a contribuição dessa rede; caso não exista verifica-se se é possível implantar uma faixa de servidão<sup>7</sup>; caso não seja possível se conclui que ali é necessária uma elevatória;

Passo 3: Definição se o coletor é caracterizado como “rede coletora” ou “coletor tronco”, sendo considerado como “rede coletora” os coletores que não recebem contribuição de outros coletores e como “coletor tronco” os que recebem de um ou mais coletores<sup>8</sup>, e o levantamento de sua extensão;

Passo 4: Dimensionamento das estações elevatórias (quando necessárias) e das redes de esgoto utilizando-se da estimativa da vazão de esgoto realizada no estudo de viabilidade técnica;

Passo 5: Compilação dos quantitativos elencados nos passos anteriores e multiplicação pelos preços unitários conforme SABESP (2016)<sup>9</sup>, com atualização do preço no site do Banco Central do Brasil<sup>10</sup>.

### Custo de implantação do tratamento

Os custos de tratamento consideraram os valores para implantação das ETEs propriamente ditas, analisando as principais técnicas empregadas no território nacional (lagoas de estabilização, sistemas anaeróbios, lodos ativados, disposição no solo e reatores aeróbios com biofilmes), como também as obras complementares necessárias para que o esgoto coletado pelas redes chegue até uma ETE, como, por exemplo, a construção de uma linha de recalque. Também é objeto de análise o custo estimado de implantação de soluções individuais por meio de sistema tanque séptico

---

outros métodos de escavação, como por exemplo o método não destrutivo (MND), cuja técnica não é objeto de análise deste trabalho.

<sup>7</sup> A instituição de faixas de servidão para esgoto é viável quando a travessia entre as redes não é extensa e nem situada em área imprópria para construção (exemplo: área alagada, área de declividade acentuada ou que já possua edificações), o que por sua vez pode comprometer o uso da rede no longo prazo.

<sup>8</sup> Essa definição realizada pelo autor desconsiderou como coletores tronco aqueles coletores que recebem contribuições de coletores pouco extensos.

<sup>9</sup> Foi utilizada a referência de preços da SABESP (2016), pois esta já possui os valores unitários por metro de rede implantada, todavia, é possível serem realizadas novas composições de custos unitários a partir da utilização de outras tabelas de referências, como a tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), que é gratuita e disponível para consulta no site da Caixa Econômica Federal.

<sup>10</sup> Utilizado o índice de correção “IPCA-E (IBGE)” na calculadora do Banco Central disponível no site: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores&aba=1>.

e filtro anaeróbio quando a característica predominante dos imóveis de um bairro assim permite (exemplo: chácaras de recreio).

Os custos de implantação das diferentes tecnologias de ETEs foram obtidos em consulta a Von Sperling (2014, p. 358), multiplicando-se o valor de cada sistema de tratamento pelo número de habitantes a serem atendidos, com atualização do preço no site do Banco Central do Brasil (idem a metodologia do Passo 5 referente ao custo de implantação de redes). Já quanto aos custos de ampliação de ETEs existentes foi considerado, a critério do autor, o valor correspondente a um 1/3 do custo de implantação da ETE.

O custo de implantação de sistemas individuais composto por tanque séptico e filtro anaeróbio foi obtido junto ao SAAE Jacareí, em valores atuais, considerando fornecimento do material e mão de obra. O valor obtido foi de R\$16.408,15, considerando um sistema tanque séptico-filtro anaeróbio que atenda a um imóvel residencial de até 6 pessoas. Para se chegar à quantidade de sistemas individuais de tratamento necessária para atendimento de cada localidade divide-se o número total de população por 3,69 que é a média de habitantes por domicílio conforme IBGE (seção 1.2).

Por fim, tal como foi feito para o custo de implantação das redes, para o custo de implantação das obras complementares necessárias para se destinar os esgotos até uma ETE realiza-se o levantamento dos quantitativos e multiplica-se pelos preços unitários conforme SABESP (2016), com atualização do preço no site do Banco Central do Brasil.

### **3.5 DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA ADEQUADA PARA OS BAIRROS**

Para se definir a tecnologia adequada para o tratamento de esgoto de cada bairro foi realizada uma correlação entre todas alternativas elencadas na etapa de viabilidade técnica versus o estudo de custo estimado de cada uma delas, indicando aquela que apresenta o menor valor de investimento.

Por meio do estudo da melhor alternativa técnica e financeira, também se realiza uma estimativa do custo *per capita* para implantação do sistema de tratamento de esgoto (valor do investimento por habitante a ser beneficiado).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 SELEÇÃO DOS BAIRROS OBJETO DE ESTUDO

Foi fornecido pelo SAAE a lista de bairros localizados em área urbana ou de expansão urbana de Jacareí ainda não atendidos por tratamento de esgoto, bem como o número de habitantes que residem em cada localidade. O Quadro 4 apresenta a listagem completa, divididos por bacia de esgotamento sanitário<sup>11</sup>.

**Quadro 4 – Lista de bairros ainda não atendidos por tratamento de esgoto na área urbana de Jacareí, com indicação da população residente**

Bairros não atendidos com tratamento de esgoto	População (nº habitantes)
Centro (Av. Santos Dumont)	174
Centro (Rua Lili Dávila, Rua Nove de Julho, Rua Regina, Rua Kalil, Rua Alzira Sales de Siqueira, Rua Moisés Ruston, Av. Siqueira Campos e Rua Odete)	338
Cepinho, Ressaca	339
Chácaras Guararema	448
Chácaras Reunidas Ygarapés Bacia 2	1.177
Chácaras Reunidas Ygarapés, Bela Vista I, Bela Vista II, Conjunto 1º de Maio, Jd. Alvorada	7.811
Cidade Jardim	5.012
Cidade Salvador (parte baixa)	1.800
Estancia Porto Velho	480
Jardim Flórida	13.123
Jardim Marister (Rua Chiquinha Schurig e Rua Missouri)	609
Jardim Olympia	200
Jd. Emília, Jd. Arice	1.784
Jd. Panorama (Rua Serra Negra, Rua do Lago)	557
Pagador Andrade	469
Rio Comprido	590

<sup>11</sup> De acordo com Jacareí (2020) o sistema de esgotamento sanitário do Município de Jacareí é dividido por Bacias de Esgotamento Sanitário, estas bacias de esgotamento seguem as bacias hidrográficas dos cursos d'água existentes no território municipal.

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 4	
Bairros não atendidos com tratamento de esgoto	População (nº habitantes)
Santa Cruz dos Lázarus, Jd. São Luiz, Jd. Esperança, Jd. do Portal, Vila São Judas Tadeu, Jd. Nova Esperança, Jd. Terras São João, Cid. Nova Jacareí	10.172
Veraneio Ijal Bacia 1	649
Veraneio Ijal Bacia 2	538
Veraneio Irajá Bacia 1	147
Veraneio Irajá Bacia 2	147
Vila Ita	266
Total >>>	<b>47.506</b>

Fonte: SAAE Jacareí.

O Quadro 5 apresenta a classificação dos bairros conforme tipo de construção predominante (chácaras ou bairro consolidado) e infraestrutura de saneamento básico existente (com ou sem rede de esgoto).

**Quadro 5 – Lista de bairros ainda não atendidos por tratamento de esgoto na área urbana de Jacareí, classificados por tipo de construção predominante e infraestrutura de saneamento básico existente**

Bairros não atendidos com tratamento de esgoto	Tipo de construção	Infraestrutura de saneamento básico
Centro (Av. Santos Dumont)	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Centro (Rua Lili Dávila, Rua Nove de Julho, Rua Regina, Rua Kalil, Rua Alzira Sales de Siqueira, Rua Moisés Ruston, Av. Siqueira Campos e Rua Odete)	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Cepinho, Ressaca (Ocupação irregular)	Bairro consolidado (casas)	Sem rede pública
Chácaras Reunidas Ygarapés, Bela Vista I, Bela Vista II, Conjunto 1º de Maio, Jd. Alvorada	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Cidade Jardim	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Cidade Salvador (parte baixa)	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Jardim Flórida	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Jardim Marister (Rua Chiquinha Schurig e Rua Missouri)	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 5		
Bairros não atendidos com tratamento de esgoto	Tipo de construção	Infraestrutura de saneamento básico
Jd. Emília, Jd. Arice	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Jd. Panorama (Rua Serra Negra, Rua do Lago)	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Pagador Andrade	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Rio Comprido (Ocupação irregular)	Bairro consolidado (casas)	Sem rede pública
Santa Cruz dos Lázarus, Jd. São Luiz, Jd. Esperança, Jd. do Portal, Vila São Judas Tadeu, Jd. Nova Esperança, Jd. Terras São João, Cid. Nova Jacareí	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Vila Ita	Bairro consolidado (casas)	Com rede pública sem tratamento
Chácaras Guararema	Chácaras	Sem rede pública
Chácaras Reunidas Ygarapés Bacia 2	Chácaras	Sem rede pública
Estancia Porto Velho	Chácaras	Sem rede pública
Jardim Olympia	Chácaras	Sem rede pública
Veraneio Ijal Bacia 1	Chácaras	Sem rede pública
Veraneio Ijal Bacia 2	Chácaras	Sem rede pública
Veraneio Irajá Bacia 1	Chácaras	Sem rede pública
Veraneio Irajá Bacia 2	Chácaras	Sem rede pública

Fonte: SAAE Jacareí.

A partir das listas encaminhadas pelo SAAE (Quadro 4 e Quadro 5) e conforme critério exposto na seção 3.2, selecionando-se pelo menos um bairro de cada condição (tipo de construção e infraestrutura de saneamento), foram selecionados para a realização dos estudos os bairros:

- a) Chácaras Guararema (condição: chácaras e sem rede pública);
- b) Veraneio Irajá (Bacia 1 e Bacia 2) (condição: chácaras e sem rede pública);
- c) Vila Ita (condição: bairro consolidado e com rede pública);
- d) Cepinho/Ressaca (condição: bairro consolidado e sem rede pública).

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS BAIRROS OBJETO DE ESTUDO

### 4.2.1 Chácaras Guararema

O primeiro bairro escolhido para estudo foi o bairro Chácaras Guararema, localizado na região Oeste do Município de Jacareí, distante a 10,7 quilômetros do centro da cidade. Esse bairro foi inicialmente concebido para ser abastecido por poços profundos e o esgotamento sanitário feito por fossas rudimentares, considerando tratar-se de um bairro de chácaras. Hoje o bairro Chácaras Guararema já conta com rede pública de água, mas ainda sem rede pública de esgoto. Sua população estimada é de 448 habitantes. A Figura 2 apresenta a demarcação do bairro Chácaras Guararema sobre a imagem de satélite e a Foto 8 a vista de uma via do bairro.

O bairro Chácaras Guararema está situado em terreno com solo classificado como “Argissolos” e com “Baixa susceptibilidade aos diversos processos do meio físico” e possui 2 (dois) cursos d’água de classe 2 que dividem o bairro em duas bacias conforme mapa de hidrografia (Mapa 3).

**Figura 2 – Imagem aérea com a demarcação do bairro Chácaras Guararema**



Fonte: *Google Earth*.

**Foto 8 – Estrada Joaquim Francisco, altura do número 334, bairro Chácaras Guararema**



Fonte: *Google Earth*.

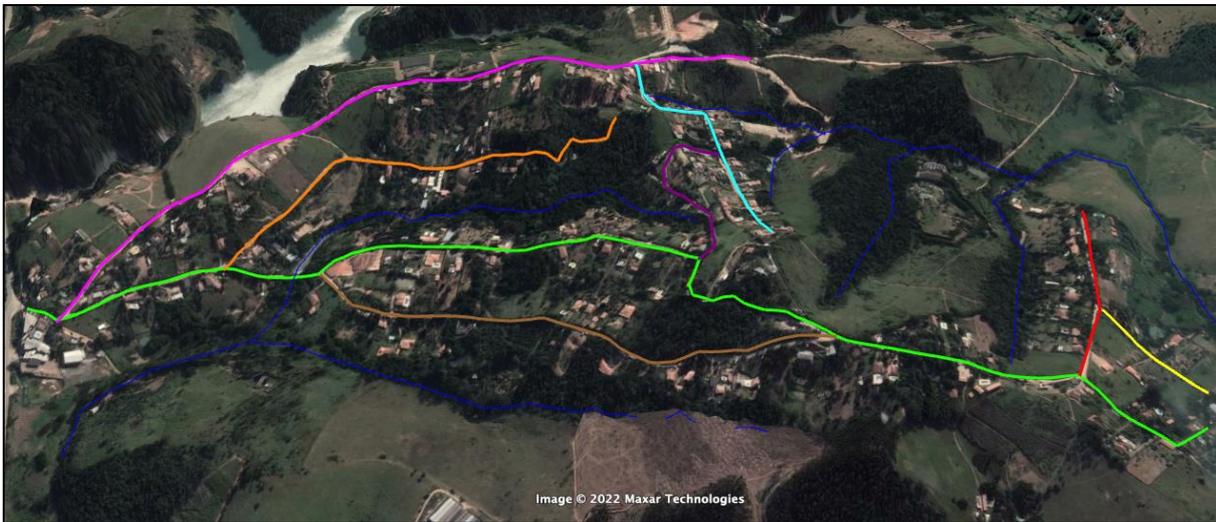
**Mapa 3 – Mapa de hidrografia do bairro Chácaras Guararema**



Fonte: Sistema DataGEO.

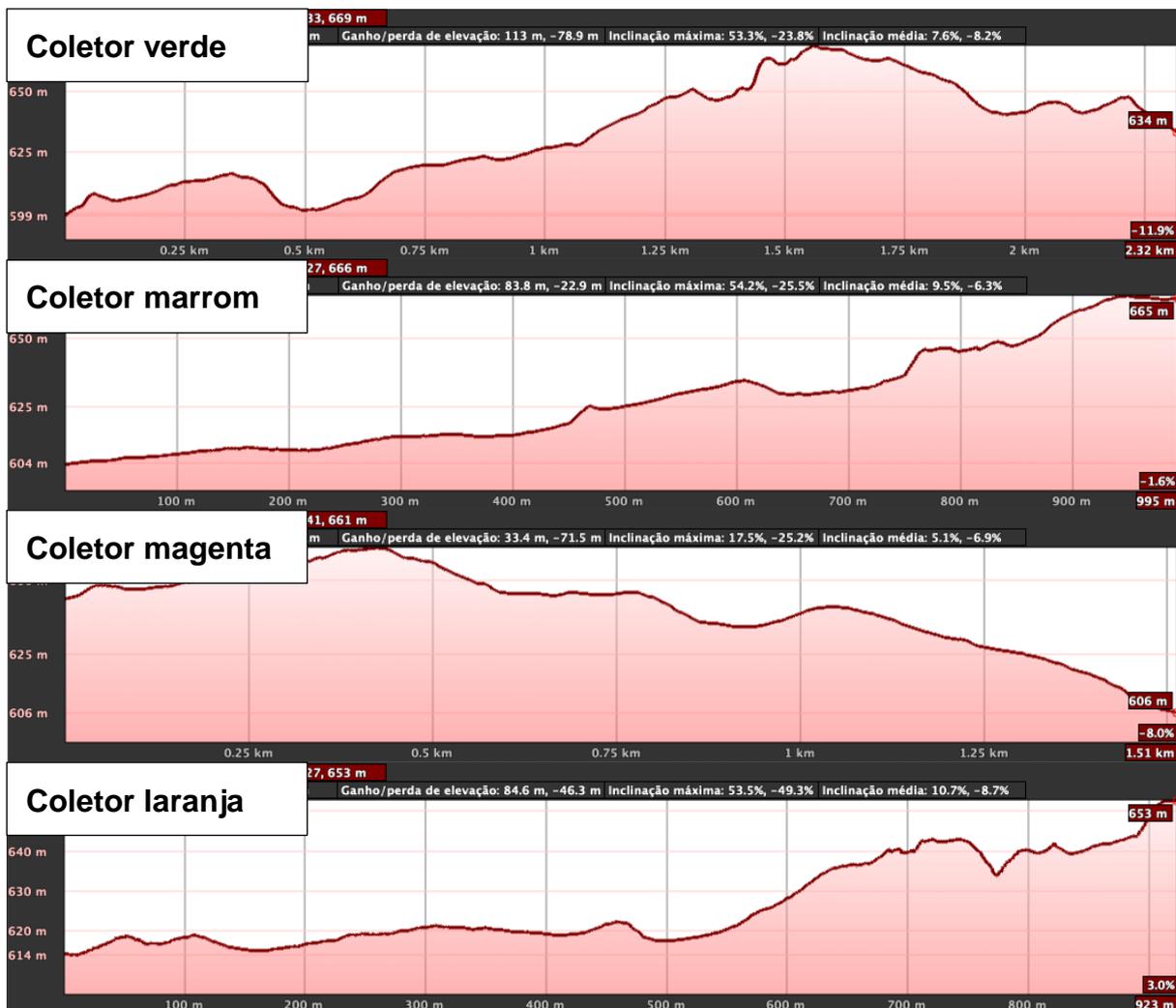
Quanto à geomorfologia do bairro Chácaras Guararema, observa-se um terreno ondulado, com declividade média entre 8-20%. Na Figura 3 é apresentada uma imagem do terreno contendo uma proposta de traçado dos coletores, isto é, redes de coleta de esgoto, acompanhando a inclinação das vias/ruas do bairro. Na sequência é apresentada uma composição contendo os perfis de elevação de todos os coletores (Figura 4), divididos pelas cores que aparecem na Figura 3.

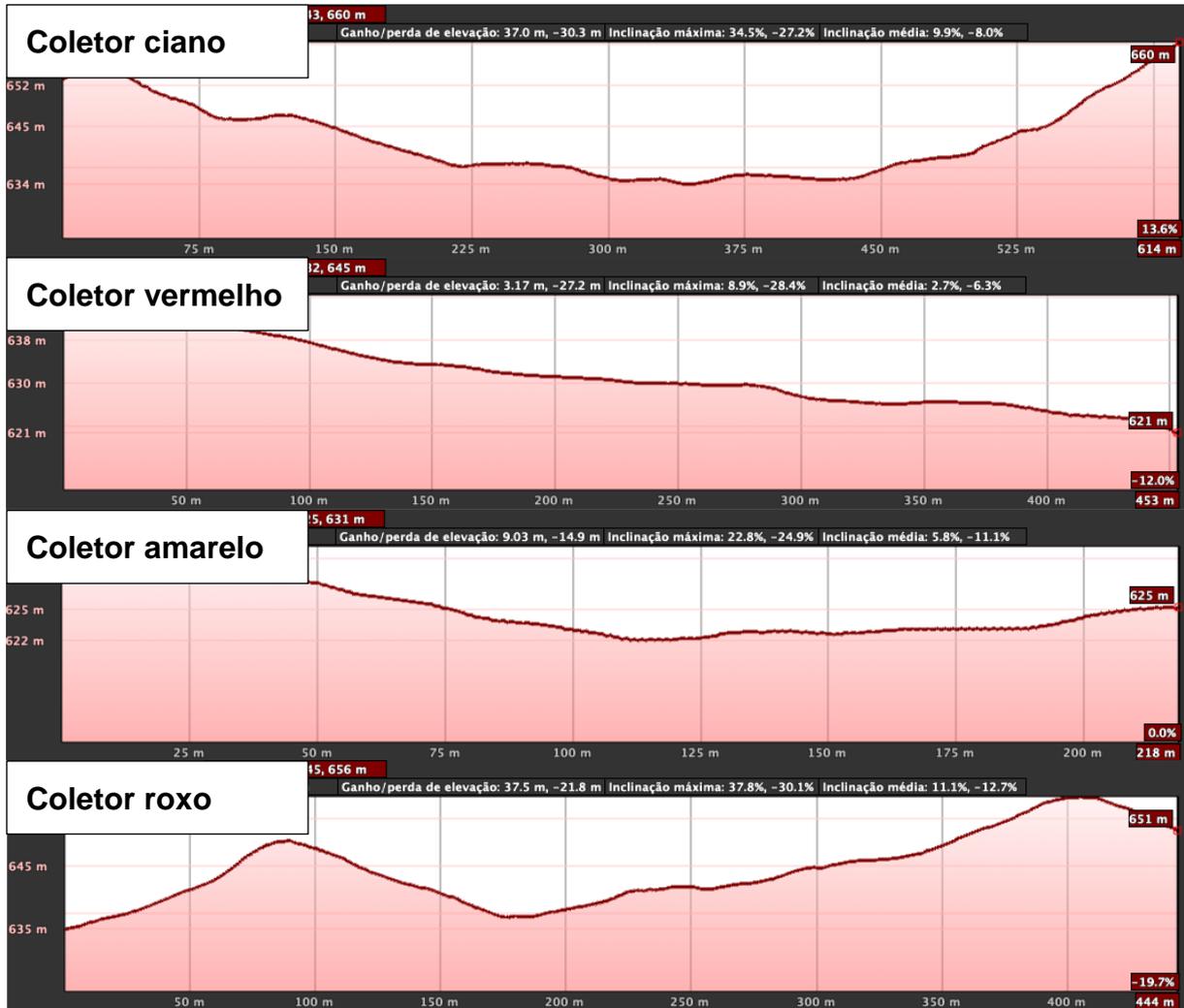
Figura 3 – Demarcação dos coletores sobre o terreno do Chác. Guararema



Fonte: Google Earth.

Figura 4 – Perfis de elevação coletores sobre o terreno do Chác. Guararema





Fonte: Google Earth.

#### 4.2.2 Veraneio Irajá

O segundo bairro escolhido para estudo foi o bairro Veraneio Irajá, localizado também na região Oeste do Município de Jacareí, distante a 10,2 quilômetros do centro da cidade. Esse bairro também foi inicialmente concebido para ser abastecido por poços profundos e o esgotamento sanitário feito por fossas rudimentares, considerando tratar-se de um bairro de chácaras, estando atendido dessa forma até o presente. Sua população estimada é de 294 habitantes. A Figura 5 apresenta a demarcação do bairro Veraneio Irajá sobre a imagem de satélite e a Foto 9 a vista de uma via do bairro.

**Figura 5 – Imagem aérea com a demarcação do bairro Veraneio Irajá**



Fonte: *Google Earth*.

**Foto 9 – Estrada dos Remédios, altura do número 535, bairro Veraneio Irajá**

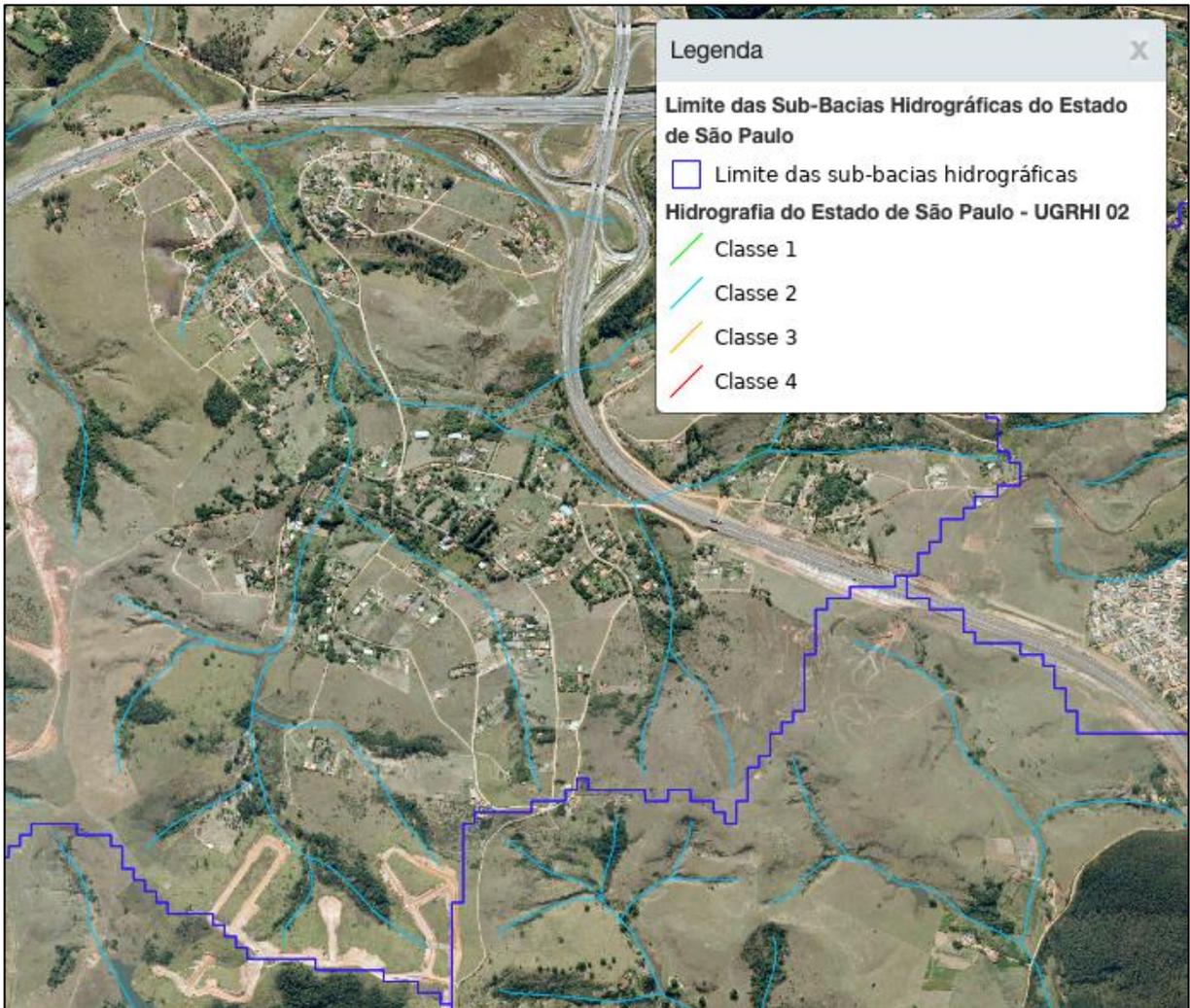


Fonte: *Google Earth*.

O bairro Veraneio Irajá está situado em terreno com solo classificado como “Argissolos” e com “Alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios” nos fundos de vale e com “Baixas susceptibilidades aos diversos processos do meio físico analisados” nas áreas mais

altas e possui 1 (um) curso d'água de classe 2 com diversos afluentes menores que cortam o bairro no sentido Norte-Sul conforme mapa de hidrografia (Mapa 4).

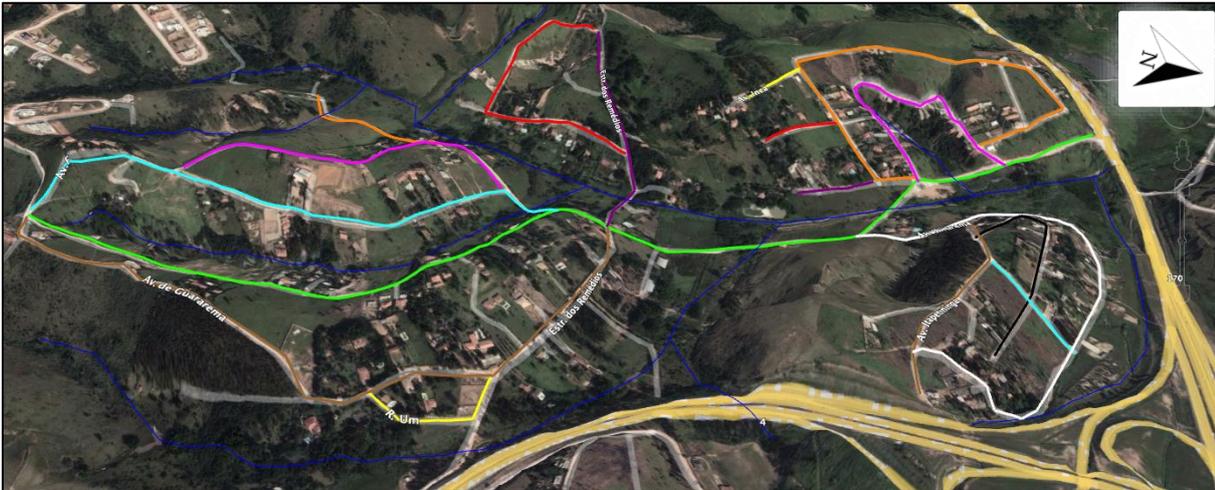
**Mapa 4 – Mapa de hidrografia do bairro Veraneio Irajá**



Fonte: Sistema DataGEO.

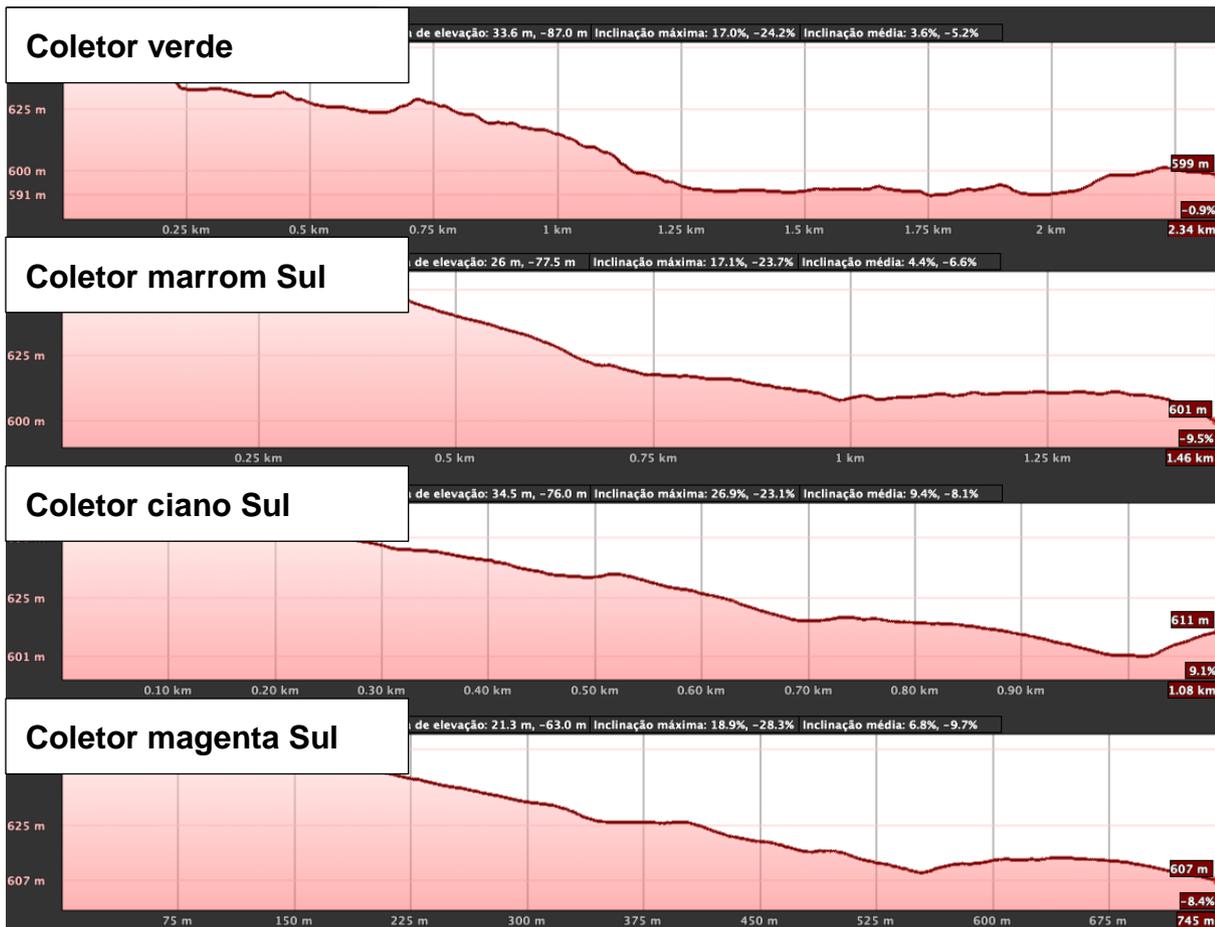
Quanto à geomorfologia do bairro Veraneio Irajá, observa-se um terreno ondulado, com declividade média entre 8-20%. Da mesma forma que foi feito para o bairro Chácara Guararema, na Figura 6 é apresentada uma imagem do terreno contendo uma proposta de traçado dos coletores acompanhando a inclinação das vias/ruas do bairro. Na sequência é apresentada uma composição contendo os perfis de elevação de todos os coletores (Figura 7), divididos pelas cores que aparecem na Figura 6. Obs.: Como algumas cores repetiram alguns coletores foram denominamos também como “Norte” ou “Sul” de acordo com sua posição em relação à latitude.

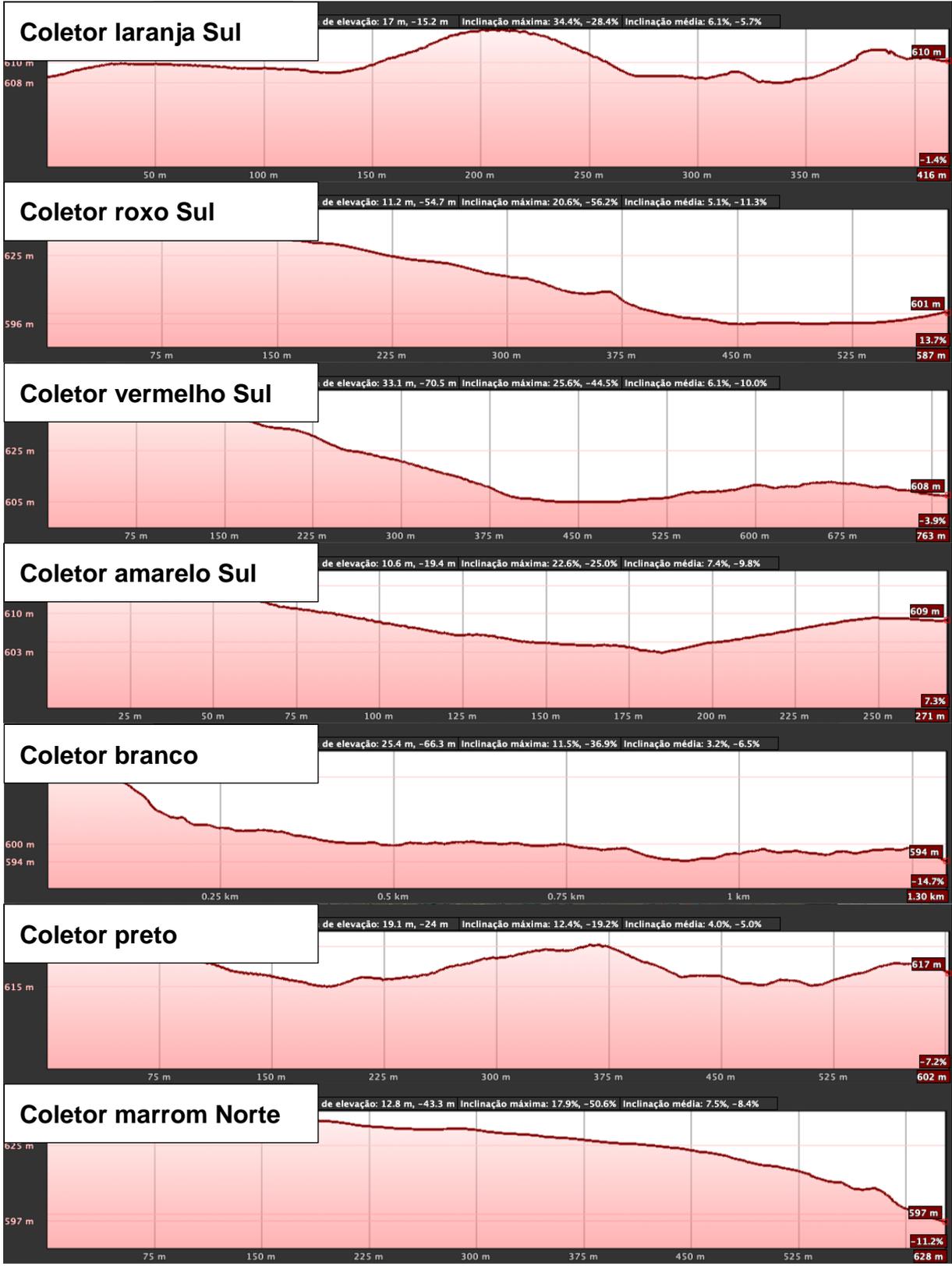
Figura 6 – Demarcação dos coletores sobre o terreno do bairro Veraneio Irajá

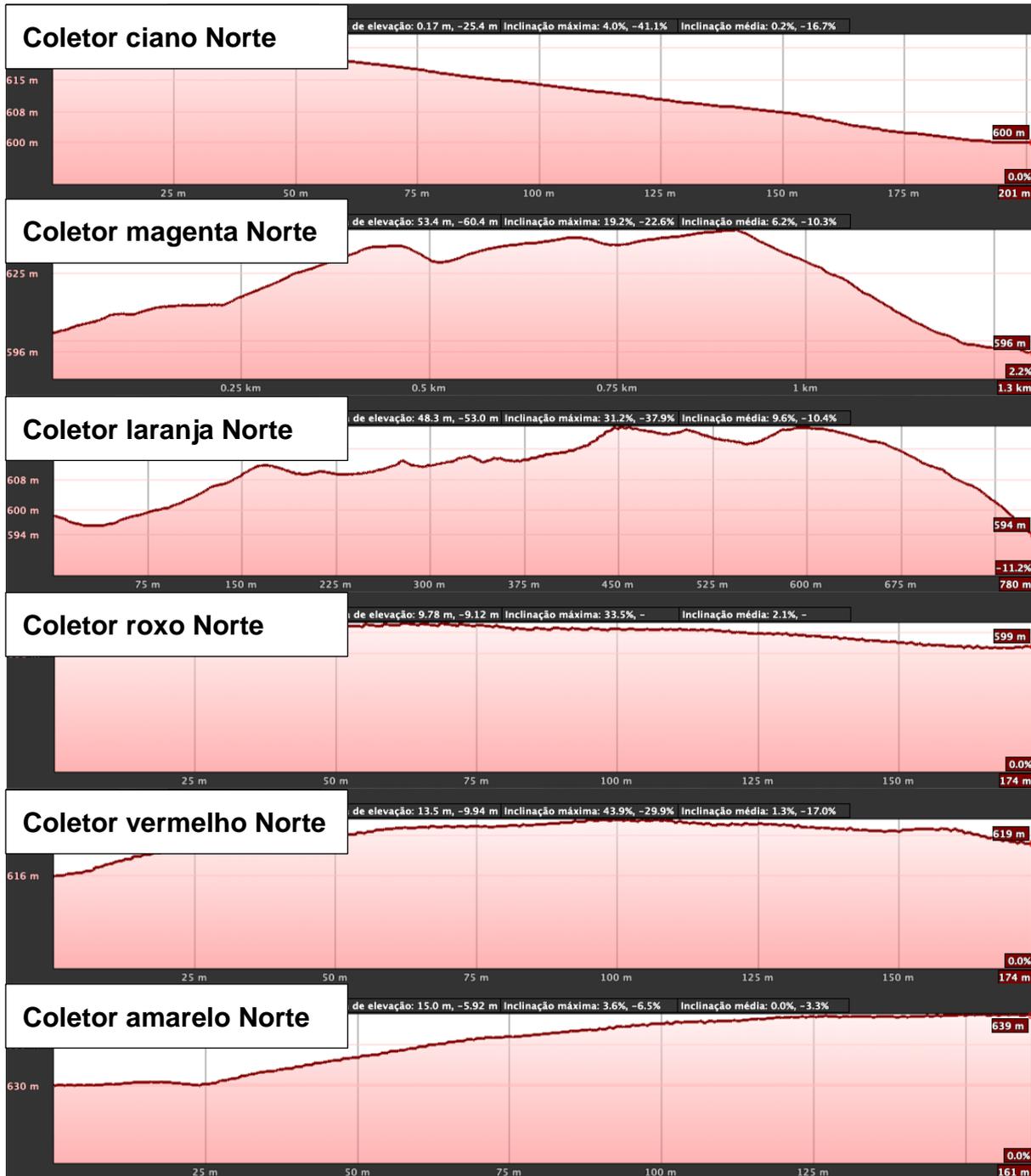


Fonte: Google Earth.

Figura 7 – Perfis de elevação coletores sobre o terreno do bairro Veraneio Irajá







Fonte: Google Earth.

#### 4.2.3 Cepinho e Ressaca

O terceiro bairro escolhido para estudo foram os bairros Cepinho e Ressaca, situados numa mesma bacia de esgotamento sanitário, localizados na região Norte do Município de Jacareí, distante a 5,4 quilômetros do centro da cidade. Esses bairros são oriundos de ocupação irregular ocorrida há mais de 20 anos, estando hoje

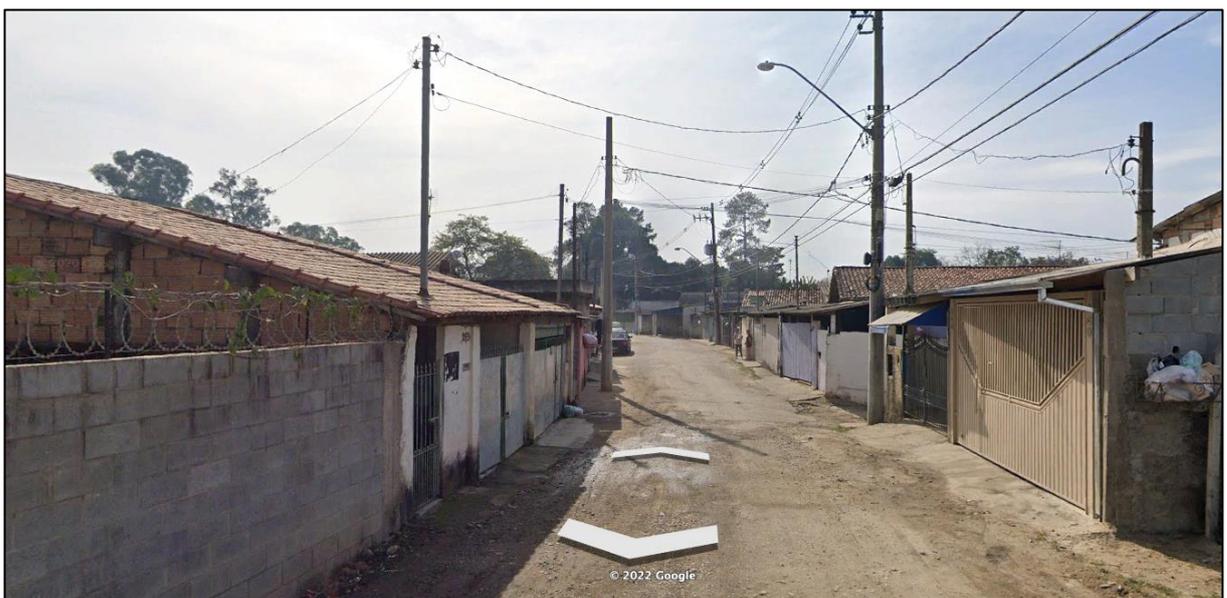
consolidada. São atendidos atualmente por rede pública de água, mas ainda sem rede coletora de esgoto. Sua população estimada é de 339 habitantes. A Figura 8 apresenta a demarcação dos bairros Cepinho e Ressaca sobre a imagem de satélite e a Foto 10 a vista de uma via do bairro Ressaca.

**Figura 8 – Imagem aérea com a demarcação dos bairros Cepinho e Ressaca**



Fonte: *Google Earth.*

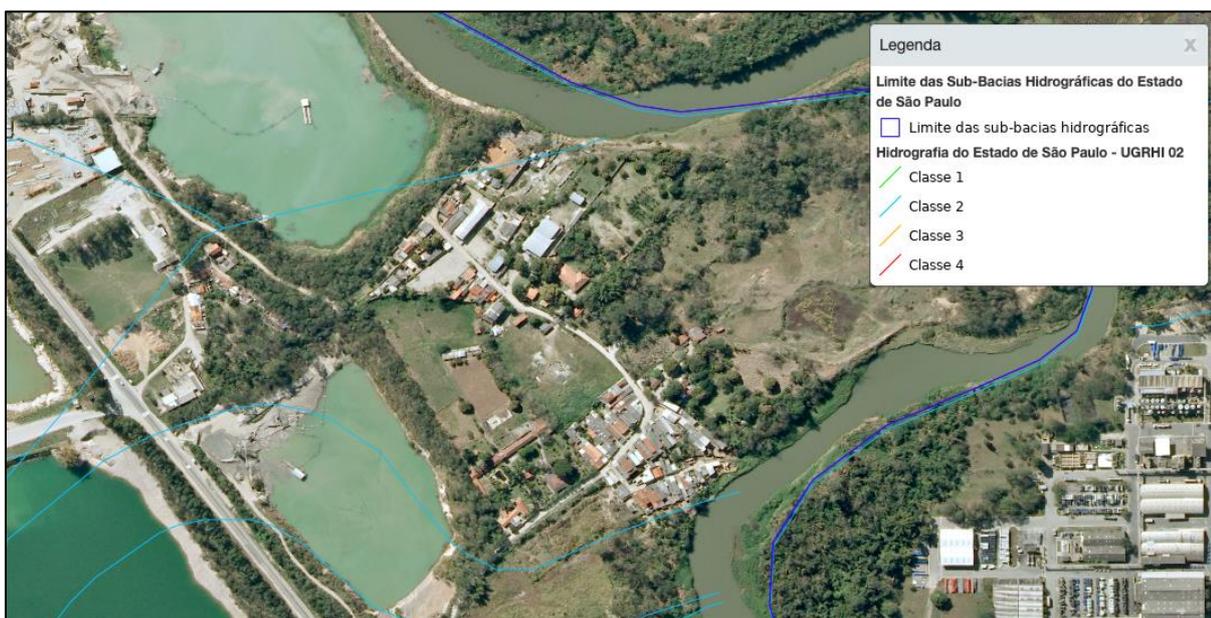
**Foto 10 – Estrada Julio de Carvalho, altura do número 259, bairro Ressaca**



Fonte: *Google Earth.*

Os bairros Cepinho e Ressaca estão situados em terreno com solo classificado como “Gleissolos” e com “Alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios” e possui o Rio Paraíba do Sul que circunda o bairro, o qual é de classe 2, conforme mapa de hidrografia (Mapa 5). Os demais cursos d’água (afluentes do Rio Paraíba do Sul) que constam no referido mapa, ao que é possível observar comparando-se com a imagem de satélite, foram modificados por ações antrópicas (mineração).

**Mapa 5 – Mapa de hidrografia dos bairros Cepinho e Ressaca**



Fonte: Sistema DataGEO.

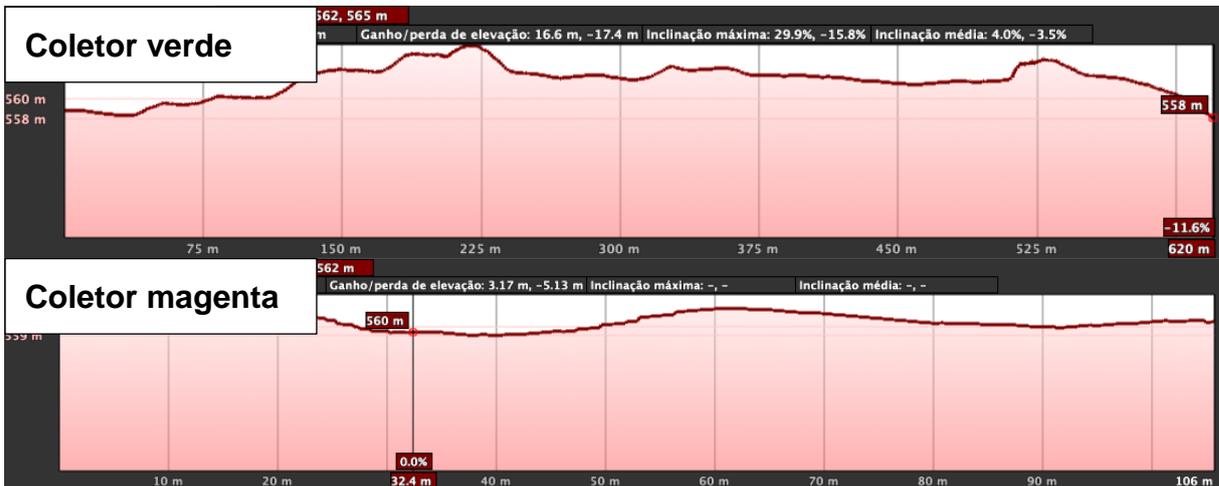
Quanto à geomorfologia dos bairros Cepinho e Ressaca, observa-se um terreno plano, com declividade média entre 0-3%. Da mesma forma que foi feito para os anteriores, na Figura 9 é apresentada uma imagem do terreno contendo uma proposta de traçado dos coletores acompanhando a inclinação das vias/ruas do bairro. Na sequência é apresentada uma composição contendo os perfis de elevação de todos os coletores (Figura 10), divididos pelas cores que aparecem na Figura 9.

**Figura 9 – Demarcação dos coletores sobre o terreno do Cepinho e Ressaca**



Fonte: *Google Earth*.

**Figura 10 – Perfis de elevação coletores sobre o terreno do Cepinho e Ressaca**



Fonte: *Google Earth*.

#### 4.2.4 Vila Ita

O quarto e último bairro escolhido para estudo foi o bairro Vila Ita, localizado na região Oeste do Município de Jacareí, distante a 3,2 quilômetros do centro da cidade. O

bairro Vila Ita foi originado de um loteamento aprovado na década de 90 cuja construção de toda infraestrutura não foi concluída, acarretando em construções irregulares. O bairro é atendido por rede pública de água, mas precariamente por rede coletora de esgoto, a qual não encaminha os esgotos coletados para tratamento. Sua população estimada é de 266 habitantes. A Figura 11 apresenta a demarcação do bairro Vila Ita sobre a imagem de satélite e a Foto 11 a vista de uma via de acesso ao bairro.

**Figura 11 – Imagem aérea com a demarcação do bairro Vila Ita**



Fonte: *Google Earth*.

**Foto 11 – Rua Prof. Helio Augusto de Souza, altura do número 65, bairro Vila Ita**



Fonte: *Google Earth*.

O bairro Vila Ita está situado em terreno com solo classificado como “Gleissolos” e com “Alta suscetibilidade a inundações, recalques, assoreamento, solapamento das margens dos rios” e possui curso d’água de classe 2 que faz divisa com o bairro no seu trecho Sul conforme mapa de hidrografia (Mapa 6). Embora não demarcado no mapa de hidrografia é possível observar que o curso d’água citado desagua em um curso d’água maior que faz divisa com o bairro no lado Oeste. Em consulta ao SAAE foi verificado que esse curso d’água maior é denominado “córrego do Tanquinho”. Fora o córrego do Tanquinho, também é possível pela imagem de satélite observar a existência de uma vala de drenagem que faz divisa com o bairro no seu trecho Norte.

**Mapa 6 – Mapa de hidrografia do bairro Vila Ita**



Fonte: Sistema DataGEO.

Quanto à geomorfologia do bairro Vila Ita, observa-se um terreno plano, com declividade média entre 0-3%. Na Figura 12 é apresentada uma imagem do terreno contendo o traçado dos coletores acompanhando a inclinação das vias/ruas do bairro, lembrando que o bairro Vila Ita já conta com rede coletora implantada. Na sequência é apresentada uma composição contendo os perfis de elevação de todos os coletores (Figura 13), divididos pelas cores que aparecem na Figura 12.

**Figura 12 – Demarcação dos coletores sobre o terreno do bairro Vila Ita**



Fonte: Google Earth.

**Figura 13 – Perfis de elevação coletores sobre o terreno do bairro Vila Ita**





Fonte: *Google Earth*.

### 4.3 ANÁLISE DOS CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DA TECNOLOGIA

#### 4.3.1 Condição da soleira dos imóveis

O primeiro aspecto para análise de viabilidade técnica de implantação de um sistema de esgotamento sanitário é a condição da soleira dos imóveis. Conforme explicado na seção 1.3 não é possível ligar imóveis à rede pública quando estão em soleira negativa, portanto, foi feita uma análise dessa condição para os imóveis objeto de estudo.

Foi feita consulta ao SAAE, porém não existem informações oficiais acerca dos imóveis referentes à condição de soleira, o que demandaria, em tese, que fosse realizada uma vistoria *in loco* para cadastro de cada imóvel. Considerando que muitas das vezes o gestor público não detém infraestrutura e equipe disponível prontamente para vistorias deste tipo, optou-se por seguir a presente análise a partir de dados obtidos da geomorfologia do terreno no *Google Earth*.

Em análise aos perfis de declividade dos 4 (quatro) bairros objeto de estudo (Figura 4, Figura 7, Figura 10 e Figura 13) observa-se que os bairros Chácara Guararema e Veraneio Irajá são os que apresentam o relevo mais acidentado, com diferenças de cota máxima em relação à cota mínima acentuadas, acima dos 30 metros. Os bairros Cepinho e Ressaca já apresentam um relevo mais plano, com diferença de cota

máxima para mínima de 8 metros aproximadamente. Já o bairro Vila Ita é plano, com diferença de cota de menos de 1 metro.

Considerando apenas essas características, é possível inferir que bairros mais planos, como é o caso do Cepinho, do Ressaca e do Vila Ita, a condição das soleiras dos imóveis é positiva. Não existe uma regra fixada para isso, pois mesmo o bairro sendo plano ainda pode haver imóveis em soleira negativa, mas são menos comuns, o que para o objetivo do presente estudo será desconsiderado.

Já para os bairros Chácara Guararema e Veraneio Irajá a condição é outra, existe uma elevada possibilidade de ocorrência de imóveis em soleira negativa, em razão da característica de terreno com declividade acentuada e por serem chácaras. Como não foi possível especificar a quantidade de imóveis em soleira negativa nesses dois bairros, foi considerado que metade deles (50%) está em condição de soleira negativa e a outra metade não, sendo possível ser atendido por rede pública.

Conclusão: Os bairros Cepinho, Ressaca e Vila Ita não possuem imóveis em soleira negativa, sendo possível a instalação de rede pública com posterior encaminhamento para tratamento coletivo. Os bairros Chácara Guararema e Veraneio Irajá possuem metade dos imóveis em soleira negativa e metade não, sendo possível a instalação de rede pública com posterior encaminhamento para tratamento coletivo dos que estão em soleira positiva, e para os que estão em soleira negativa o tratamento poderá ser individual.

#### **4.3.2 Existência de infraestrutura de saneamento básico (redes)**

O segundo aspecto estudado, mas também de muita relevância, é a existência de infraestrutura de saneamento básico próxima ao local a ser atendido, tais como redes de coleta e estações de tratamento de esgoto. Quando existentes, essas infraestruturas auxiliam em muito o gestor público na solução do tratamento de esgoto de bairros próximos ainda não atendidos, pois muitas das vezes essas redes e estações são instaladas com capacidade superior ou possuem meios de serem reformadas para atender uma demanda complementar. Para obtenção dos dados

referentes à existência de redes de coleta e estações de tratamento foi feita consulta ao SAAE.

Com relação ao bairro Chácaras Guararema foi verificado que o bairro mais próximo com redes de coleta é o bairro Jardim Pedramar, distante em linha reta 2,13 quilômetros, situado em outra bacia hidrográfica (Figura 14). O caminho de acesso entre os dois bairros é uma estrada de terra, em um trecho denominada “Estrada do Tanquinho” e em outro “Estrada das Escravidões”, sendo cortada pela Rodovia D. Pedro I (SP-65). As redes de coleta do bairro Jardim Pedramar estão operacionais e são em sua maioria de PVC ocre com diâmetro de 150 milímetros. O esgoto do bairro é encaminhado para uma estação elevatória com capacidade para atender 12,5 l/s, hoje atende a uma vazão estimada de 2,0 l/s. Essa estação elevatória encaminha os esgotos para uma estação de tratamento de esgoto do tipo lodos ativados localizada em outro bairro, Parque Imperial, e possui capacidade projetada de tratamento de 15 l/s, que hoje atende a 12,57 l/s, estando próximo ao seu limite. Por fim, voltando ao bairro Chácaras Guararema, temos que ele está distante 0,83 quilômetro do bairro Veraneio Irajá (Figura 14), porém em outra bacia hidrográfica, de todo modo, a solução técnica para tratamento de esgoto desses dois bairros poderá ser analisada em conjunto.

Já com relação ao bairro Veraneio Irajá foi verificado que o bairro mais próximo com alguma infraestrutura de esgotamento sanitário é o bairro Veraneio Ijal (bacia 1), distante em linha reta 0,67 quilômetros, situado em outra bacia hidrográfica (Figura 14). O caminho de acesso entre os dois bairros é feito por uma estrada de terra, ora denominada “Estrada dos Remédio”, ora “Rua Manoel Inácio da Silva Alvarenga”, ora “Rua Francisco Inácio Marcondes Homem de Melo”, sendo cortada pela Rodovia D. Pedro I (SP-65). As redes de coleta do bairro Veraneio Ijal (bacia 1) são em sua maioria de PVC ocre com diâmetro de 150 milímetros, porém ainda não estão operacionais, pois aguardam a construção de uma estação de tratamento de esgoto que atenderá ao bairro Veraneio Ijal, denominada “ETE Ygarapés”, cuja previsão de conclusão é para o segundo semestre de 2023. Essa ETE do tipo lodos ativados possui capacidade projetada de tratamento de 25,4 l/s e atenderá assim que finalizada a uma vazão de esgotos imediata de 17,87 l/s e de final de plano de 24,78 l/s. Como já citado acima, os bairros Veraneio Irajá e Chácaras Guararema estão muito próximos

um do outro (0,83 quilômetro) podendo a solução técnica para tratamento de esgoto desses dois bairros ser analisada conjuntamente. O bairro Chácaras Guararema do bairro Veraneio Ijal está distante 2,3 quilômetros.

Os bairros Cepinho e Ressaca possuem rede coletora de esgoto que apenas faz o afastamento do efluente, com lançamento no Rio Paraíba do Sul. Não existe um cadastro com informações de diâmetro e localização exata dessa rede nos bairros, sabendo-se apenas que pelas condições precárias com que foi implantada o mais recomendável tecnicamente seria a substituição das redes. A estação de tratamento de esgoto mais próxima aos bairros Cepinho e Ressaca está localizada no bairro Floradas Arboville, distante em linha reta 1,6 km (Figura 15). Essa ETE utiliza sistema anaeróbio do tipo UASB seguido por Filtro Aerado Submerso para tratamento, possui capacidade projetada de tratamento de 4,11 l/s para final de plano e atende hoje a uma vazão de esgotos de 1,76 l/s. O caminho de acesso entre os bairros Cepinho e Ressaca e o Floradas Arboville é feito por uma estrada municipal (JC), denominada “Abade Biagino Chieffi”.

O bairro Vila Ita possui rede coletora de esgoto que apenas faz o afastamento do efluente, com lançamento no córrego do Tanquinho, afluente do Rio Paraíba do Sul. Para este bairro também não existe um cadastro com informações de diâmetro e localização exata dessa rede nos bairros, pois o bairro Vila Ita se originou a partir de um parcelamento do solo irregular, sabendo-se apenas que pelas condições precárias com que foi implantada o mais recomendável tecnicamente seria a substituição das redes. No bairro contíguo ao Vila Ita, bairro Jardim Emília, existe rede de coleta de esgoto, com diâmetros que variam de 150 a 300 mm, mas que também não encaminham para tratamento. O efluente gerado no Jardim Emília e no Vila Ita são destinados ao córrego do Tanquinho por meio de uma estação elevatória de esgoto situada na Rua Professor Hélio Augusto de Souza, com capacidade instalada de 16,2 l/s. A estação de tratamento de esgoto mais próxima ao Vila Ita está localizada no bairro Jardim Terras da Conceição, distante em linha reta 1,2 km (Figura 16), o qual conta com rede de coleta que varia de 125 a 200 mm e duas elevatórias que atendem apenas a esse bairro. A ETE do Jardim Terras da Conceição possui capacidade projetada de tratamento de 14,44 l/s e atende hoje a uma vazão de esgotos de 1,94 l/s. O caminho de acesso entre os bairros Vila Ita e Jardim Terras da Conceição é feito

por meio de ruas internas dos dois bairros), cujo pavimento ora é constituído por bloquetes sextavados e ora por asfalto.

**Figura 14 – Demarcação das distâncias do Chácaras Guararema e do Veraneio Irajá em relação à infraestrutura de esgotamento mais próxima**



**LEGENDA:**

**Linha amarela:** Distância do bairro Chácaras Guararema ao bairro Jardim Pedramar (bairro com infraestrutura de esgoto mais próxima).

**Linha laranja:** Distância do bairro Chácaras Guararema ao bairro Veraneio Irajá.

**Linha azul:** Distância do bairro Chácaras Guararema ao bairro Veraneio Ijal – bacia 1 (bairro com infraestrutura de esgoto mais próxima).

**Linha verde:** Distância do bairro Veraneio Irajá ao bairro Veraneio Ijal – bacia 1 (bairro com infraestrutura de esgoto mais próxima).

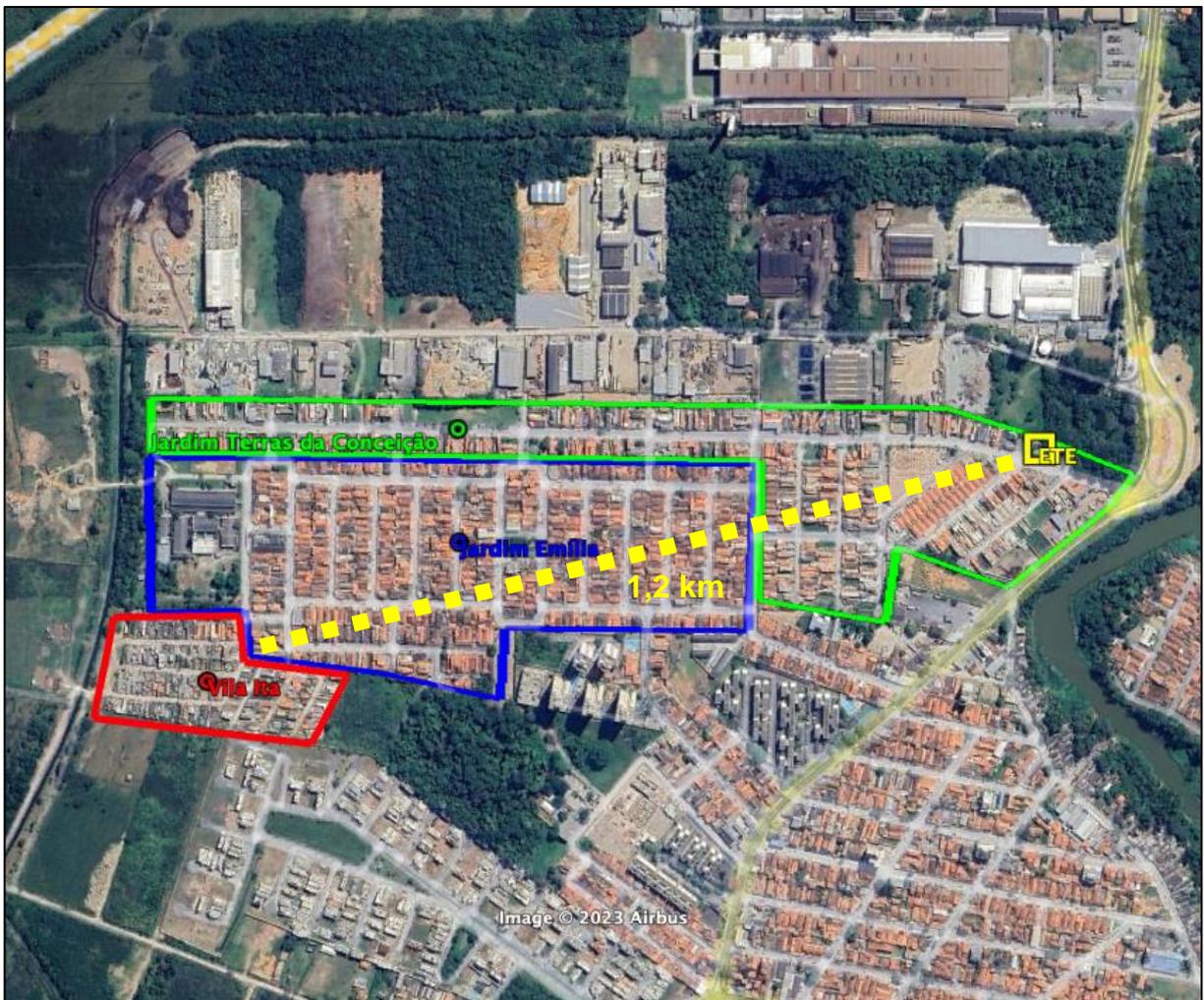
Figura 15 – Demarcação da distância do Cepinho e do Ressaca em relação à estação de tratamento de esgoto mais próxima



LEGENDA:

**Linha amarela:** Distância dos bairros Cepinho e Ressaca ao bairro Floradas Arboville (bairro com estação de tratamento de esgoto mais próxima).

**Figura 16 – Demarcação da distância do Vila Ita em relação à infraestrutura de esgotamento mais próxima (bairros Jd. Emília e Jd. Terras da Conceição)**



**LEGENDA:**

**Linha amarela:** Distância do bairro Vila Ita à Estação de Tratamento de Esgoto do bairro Jardim Terras da Conceição

Fonte: *Google Earth.*

Conclusão: Os bairros Veraneio Irajá e Chácaras Guararema por estarem próximos entre si possibilitará uma solução conjunta para tratamento de esgoto. Os locais mais próximos com infraestrutura de saneamento existente são o bairro Jardim Pedramar que possui rede de esgoto e uma elevatória que encaminha as contribuições para tratamento e o bairro Veraneio Ijal (bacia 1) que possui apenas rede de coleta, mas que não está interligada a sistema de tratamento, havendo previsão para conclusão de uma ETE até o final de 2023. Os bairros Cepinho e Ressaca possuem rede de coleta em estado precário e que não encaminha as contribuições para tratamento. O

local mais próximo a esses bairros com redes de coleta é o bairro Floradas Arboville e que é atendido por uma ETE. Já o bairro Vila Ita também possui rede de coleta em estado precário e que não está interligado a sistema de tratamento. O bairro Jardim Emília vizinho ao Vila Ita possui rede de coleta e uma elevatória, mas que também não está interligada a sistema de tratamento, por sua vez, o bairro Jardim Terras da Conceição, vizinho ao Jardim Emília, é atendido por redes de coleta e estações elevatórias as quais encaminham as contribuições para uma ETE.

#### **4.3.3 Presença de curso d'água**

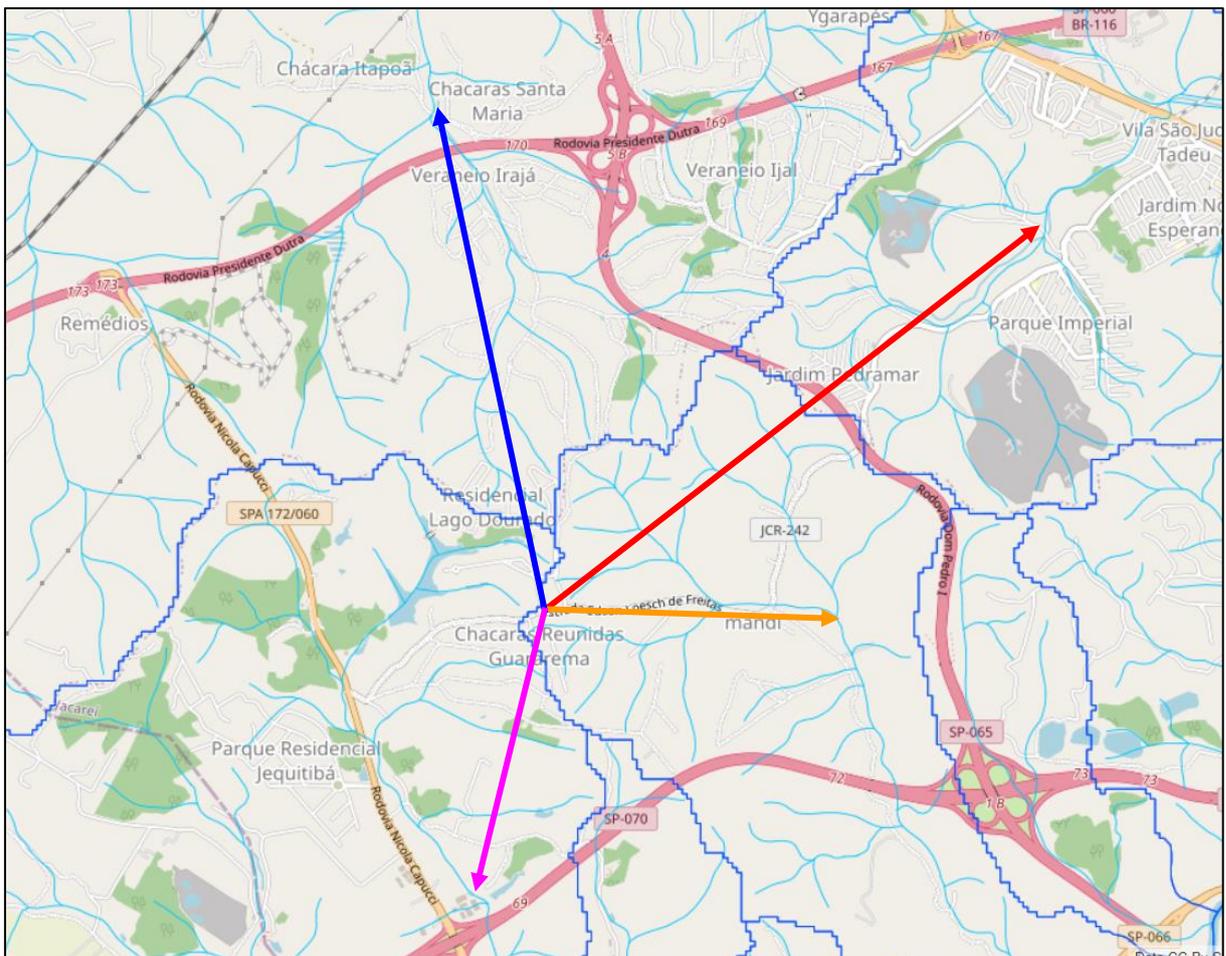
O objetivo principal do tratamento de esgoto é a remoção de matéria orgânica com potencial poluidor presente na água que foi utilizada em atividades humanas, retornando-a ao meio ambiente na melhor condição possível. Para isso, é comum nos projetos de construção de estações de tratamento de esgoto que estas sejam projetadas próximas a coleções hídricas, como rios e córregos, que possuam capacidade de receber esse efluente tratado sem impactar o meio. Tal condição além de reduzir custos com transporte de efluente, ainda possibilita a implementação de uma tecnologia de tratamento com custos de equipamentos e insumos reduzidos.

Diante disso, o terceiro aspecto a ser estudado é a verificação da existência de corpo hídrico mais próximo capaz de receber a contribuição dos efluentes tratados dos bairros ora estudados.

Conforme já informado na seção 4.2.1, o bairro Chácaras Guararema está situado em uma localidade com a presença de dois cursos d'água (Mapa 3), porém verifica-se que estes cursos d'água são córregos de pouca vazão, isto é, não possuem capacidade de receber contribuição de efluente tratado. Partindo para uma análise mais ampla, utilizando-se do mapa de hidrografia do DataGEO, verifica-se que o bairro Chácaras Guararema se encontra em uma região de cabeceira por estar próximo a muitas nascentes e estar localizado sobre um divisor de águas de duas bacias (Mapa 7). Qualquer solução prevista para o tratamento no próprio bairro deverá prever o recalque do efluente tratado para um corpo hídrico que possua uma vazão mínima para receber essa contribuição de carga orgânica, mesmo que tratada. Os pontos mais próximos, indicados no Mapa 7, são:

- a) Córrego sem denominação, situado na bacia ao Leste do bairro, região rural, distante a aproximadamente 2,3 km (seta laranja);
- b) Córrego do Tanquinho, situado na bacia ao Nordeste do bairro, região urbana, próximo ao bairro Parque Imperial que já possui infraestrutura de esgoto, distante a aproximadamente 4,5 km (seta vermelha);
- c) Córrego sem denominação, situado na bacia ao Norte do bairro, região rural, próximo ao bairro Veraneio Irajá também analisado por este trabalho, distante a aproximadamente 3,9 km (seta azul);
- d) Córrego sem denominação, situado na bacia ao Sul do bairro, região rural, distante a aproximadamente 2,0 km (seta magenta).

**Mapa 7 – Mapa de hidrografia do bairro Chácaras Guararema com a indicação dos cursos d’água mais próximos**



Fonte: Sistema DataGEO.

O bairro Veraneio Irajá da mesma forma que o Chácaras Guararema também possui cursos d'água que o cortam, mas que também não possuem uma vazão mínima necessária para recebimento de efluente tratado. Analisando o mapa de hidrografia verifica-se que o Veraneio Irajá está numa região de cabeceira e que também demandará o recalque do esgoto para um curso d'água situado fora do bairro caso se opte por um tratamento no próprio bairro Veraneio Irajá (Mapa 8). Os pontos mais próximos, indicados no Mapa 8, são:

- a) Rio Parateí, com grande vazão, situado na mesma bacia do bairro, região rural, distante a aproximadamente 5,1 km (seta azul);
- b) Córrego sem denominação, afluente do rio Parateí, porém com vazão menos significativa, situado na mesma bacia do bairro, região rural, distante a aproximadamente 2,4 km (seta vermelha);
- c) Córrego sem denominação, afluente do rio Parateí, porém com vazão menos significativa, situado na mesma bacia do bairro, mas em outra microbacia, região urbana, próximo ao bairro Chácaras Reunidas Ygarapés que já possui infraestrutura de esgoto, distante a aproximadamente 2,6 km (seta laranja).

Já os bairros Cepinho e Ressaca, conforme informado na seção 4.2.3, estão situados ao lado do Rio Paraíba do Sul (Mapa 3), sendo o principal rio da região e que possui uma elevada vazão e elevada capacidade de recebimento de efluentes tratados (Mapa 5).

Por fim, o bairro Vila Ita está situado em local contíguo ao córrego do Tanquinho, conforme Mapa 6 da seção 4.2.4. Esse córrego embora seja um afluente do Rio Paraíba do Sul possui uma vazão significativa no trecho do bairro Vila Ita e possui capacidade para recebimento de efluente tratado.

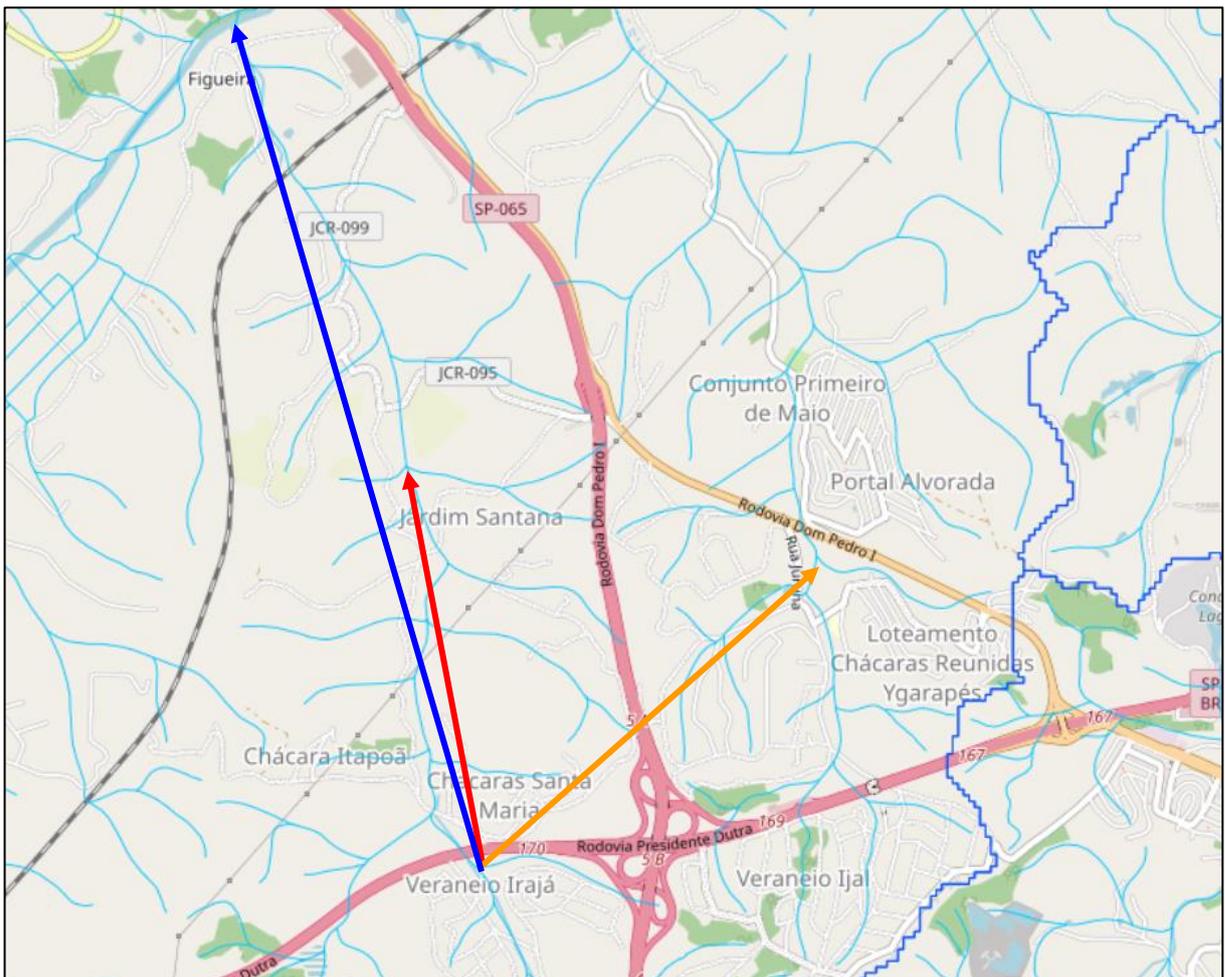
Conclusão<sup>12</sup>: Os bairros Chácaras Guararema e Veraneio Irajá estão situados em região de cabeceira, portanto, não possuem corpos hídricos próximos a eles capazes

---

<sup>12</sup> Nota: A análise referente à presença de cursos d'água do presente estudo foi realizada com base em dados e informações disponíveis na internet, tais como o DataGEO do Governo do Estado de São Paulo, portanto, os resultados aqui apresentados são úteis como diretriz para as análises de viabilidade de sistemas de tratamento de esgoto, devendo o gestor público previamente à contratação do projeto para execução da obra realizar estudo de autodepuração dos corpos hídricos.

de receber o efluente tratado de ETE, demandando que esse efluente seja lançado em um curso d'água mais distante que possua uma vazão mínima necessária. Para o Chácara Guararema o curso d'água mais próximo está a 2,0 km de distância e para o Veraneio Irajá a 2,4 km. Já os bairros Cepinho e Ressaca e o bairro Vila Ita possuem em área contígua a eles cursos d'água com vazão significativa disponível para o recebimento de efluente tratado.

**Mapa 8 – Mapa de hidrografia do bairro Veraneio Irajá com a indicação dos cursos d'água mais próximos**



Fonte: Sistema DataGEO.

#### 4.3.4 Existência de áreas para desapropriação

A verificação quanto à existência de terrenos vazios capazes de receber os equipamentos de saneamento básico (estações de tratamento) é um fator determinante para escolha da solução de tratamento de esgoto mais viável. Para

bairros mais afastados da zona central, por exemplo, é possível propor a solução por lagoas de estabilização, pois nessas regiões há uma probabilidade maior de disponibilidade de terra, além do fato que para essas regiões não é necessário empregar uma tecnologia de tratamento muito complexa em virtude do baixo adensamento populacional. Ao contrário para as regiões centrais em que há pouca ou nenhuma disponibilidade de terrenos para construção de estações e em razão do elevado adensamento populacional é necessária a adoção de tecnologia de tratamento mais complexa a fim de não gerar transtornos à população vizinha, tais como odor e ruídos.

Em consulta à Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Jacareí foi verificada a presença de áreas públicas nos bairros em estudo. E pela imagem de satélite do *Google Earth* foram verificadas as características urbanísticas dos bairros para se identificar uma maior ou menor existência de terrenos vazios.

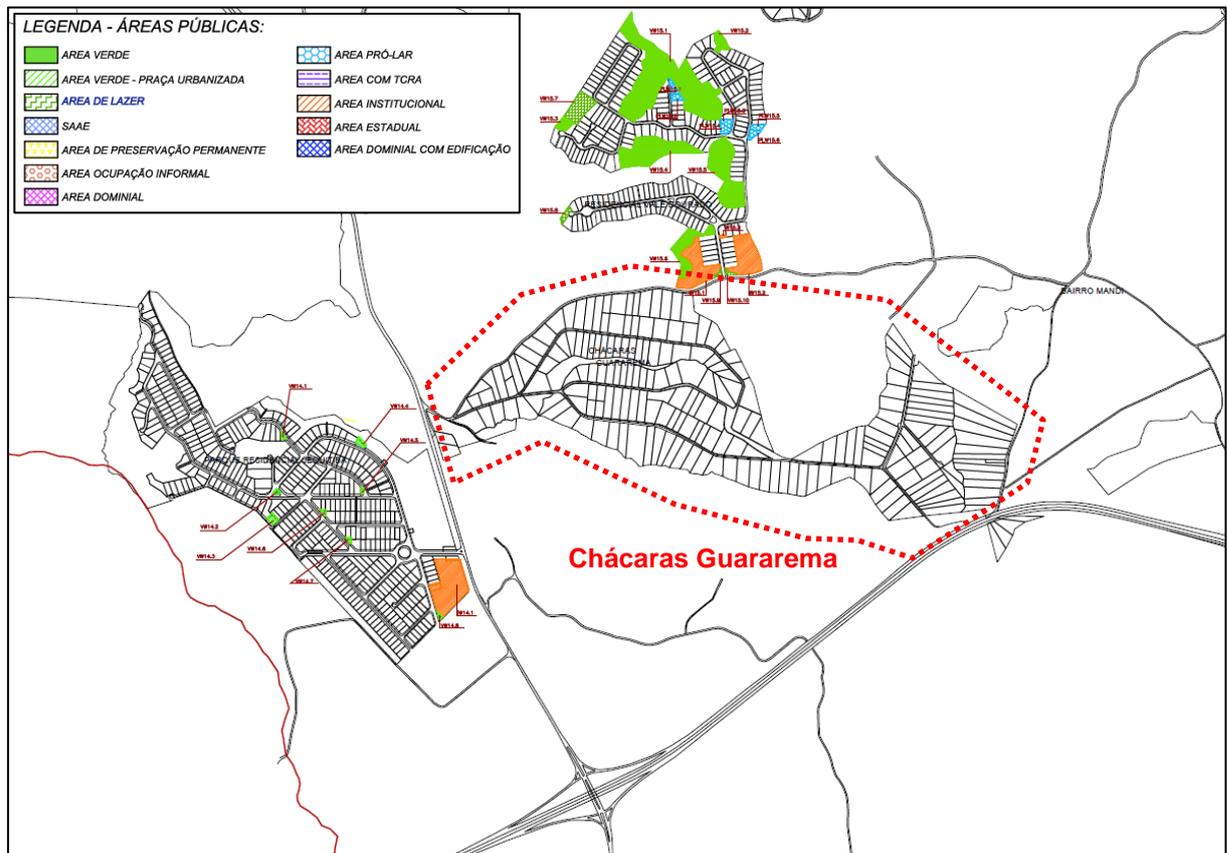
Em análise ao mapa de áreas públicas da prefeitura foi verificado que no bairro Chácaras Guararema não existem áreas públicas disponíveis para implantação de estações de tratamento (Mapa 9). Porém, por estar em área periférica da zona urbana da cidade, verifica-se que existem muitos lotes e terrenos vazios de propriedade particular que podem ser desapropriados pelo poder público.

De maneira semelhante ao Chácaras Guararema, o bairro Veraneio Irajá também não possui áreas públicas (Mapa 10), entretanto, possui muitos lotes e terrenos vazios de propriedade particular que podem vir a ser desapropriados para implantação de estação de tratamento.

Os bairros Cepinho e Ressaca também não possuem áreas públicas disponíveis no mapa da Prefeitura (Mapa 11), porém observando-se a imagem de satélite constata-se a existência de lotes e terrenos vazios que não estão ocupados que poderão ser desapropriados. Importante ressaltar que em razão dos bairros Cepinho e Ressaca serem originados a partir de ocupação irregular devem ser tomadas medidas de prevenção a futuras ocupações na área que vier a ser desapropriada. Ademais, deve-se observar uma distância mínima da calha do Rio Paraíba do Sul em virtude da regulação do nível desse rio pela Represa de Santa Branca.

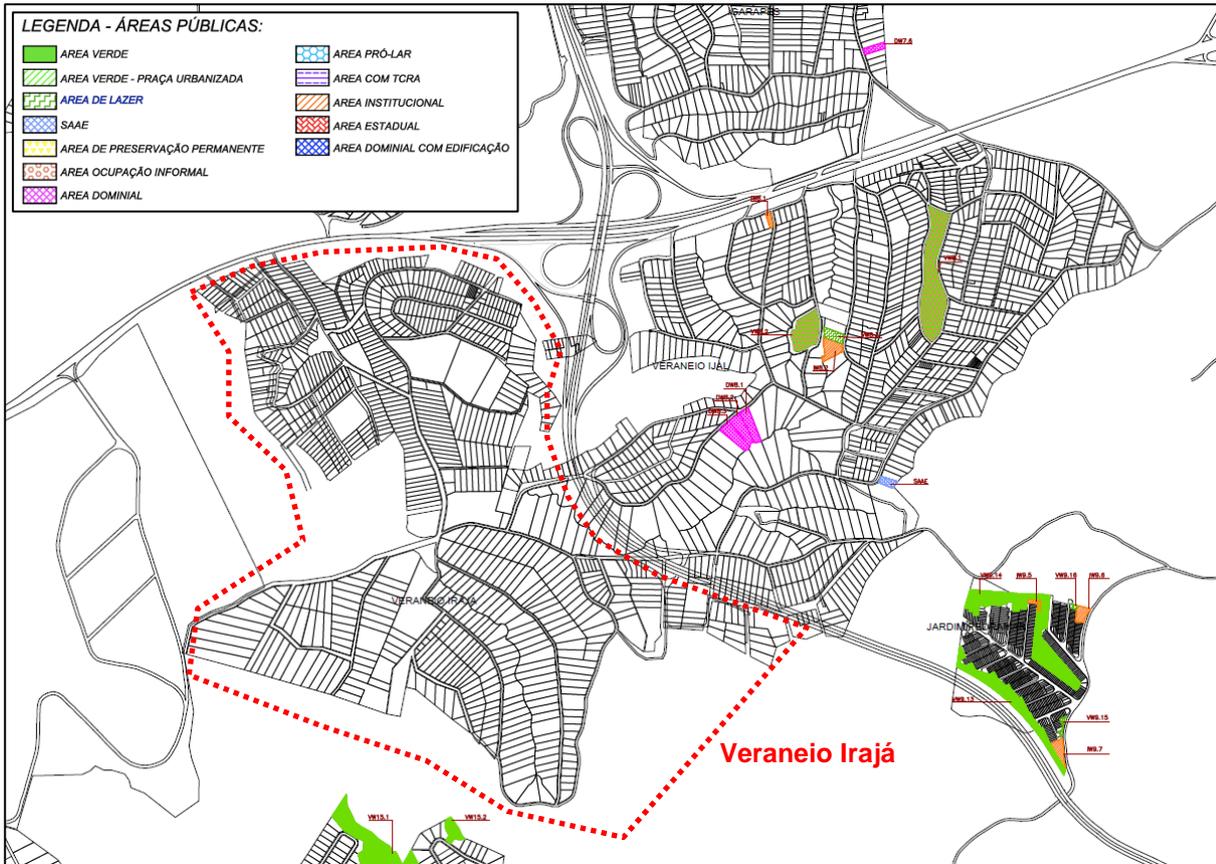
Por fim, o bairro Vila Ita por estar localizado na zona urbana do Município de Jacareí verifica-se a existência de diversas áreas públicas, sendo algumas dentro do próprio bairro e outras em bairros vizinhos (Mapa 12). Entretanto, na situação real, as áreas públicas existentes no Vila Ita (uma área verde e uma área institucional) estão ocupadas por imóveis irregulares. No bairro Jardim Emília, vizinho ao Vila Ita, existe uma área pública em nome do “SAAE” onde já existe uma estação elevatória de esgoto, existem também áreas verdes utilizadas como praças públicas e áreas institucionais que, ou já estão ocupadas por algum equipamento público, ou estão localizadas muito próximas aos imóveis residenciais, inviabilizando a construção de ETE. Ao Sul do bairro Vila Ita, no loteamento fechado “Jardim Central Park” existem áreas verdes, porém estas já estão compromissadas para preservação e recuperação ambiental do referido loteamento. Todavia, pela imagem de satélite, existem dois grandes terrenos situados ao sul do bairro Vila Ita, de propriedade particular, que poderão vir a ser desapropriadas em caso de viabilidade para implantação de ETE para o bairro.

**Mapa 9 – Mapa de áreas públicas da região do Chácaras Guararema**



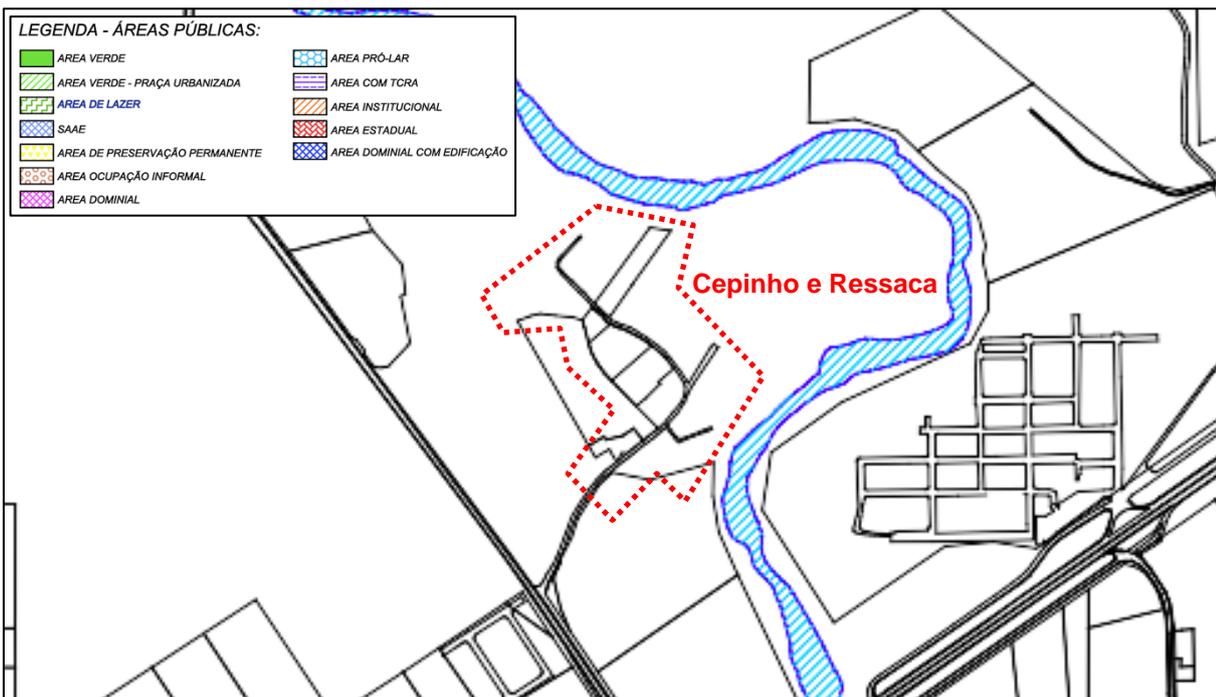
Fonte: Prefeitura de Jacareí.

### Mapa 10 – Mapa de áreas públicas da região do Veraneio Irajá



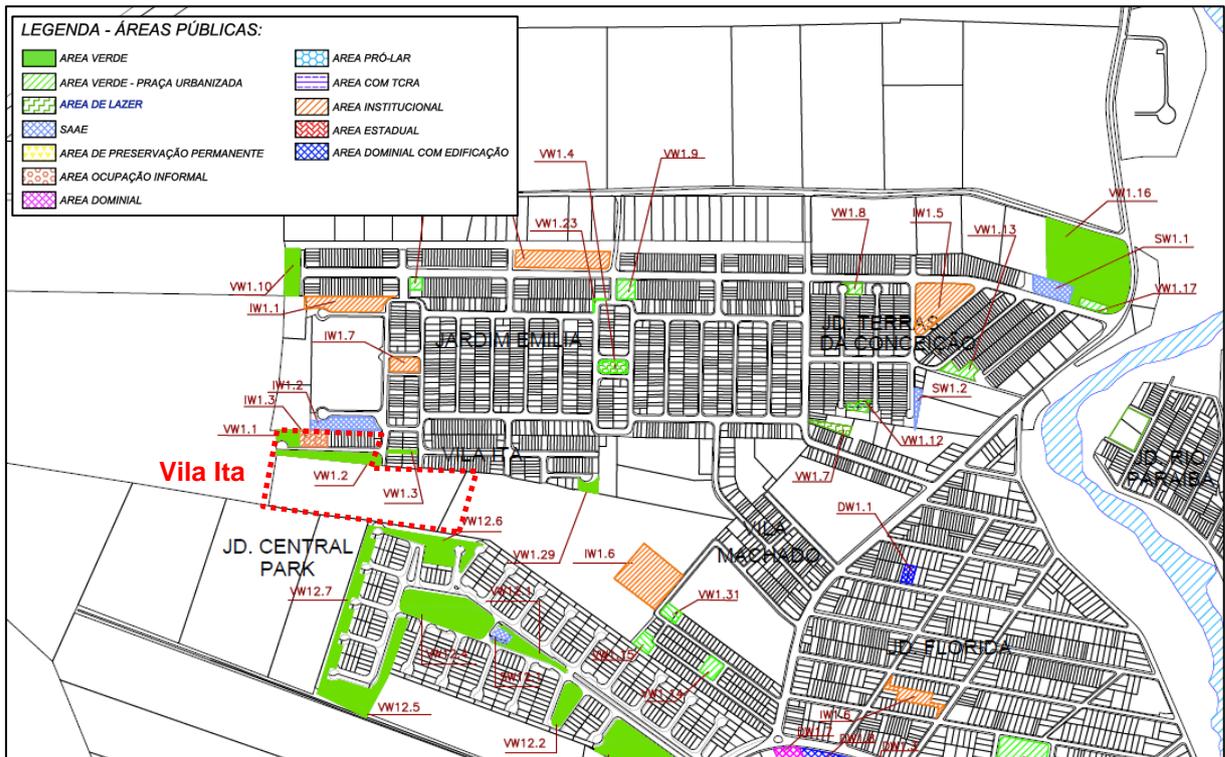
Fonte: Prefeitura de Jacareí.

### Mapa 11 – Mapa de áreas públicas da região do Cepinho e Ressaca



Fonte: Prefeitura de Jacareí.

**Mapa 12 – Mapa de áreas públicas da região do Vila Ita**



Fonte: Prefeitura de Jacareí.

**Conclusão:** Sobre a existência de áreas disponíveis para implantação de estações de tratamento de esgoto verificou-se que os bairros Chácara Guararema, Veraneio Irajá, Cepinho e Ressaca não possuem áreas públicas disponíveis, porém possuem terrenos ou lotes vazios que podem ser desapropriados pelo poder público em se comprovando sua viabilidade. Já o bairro Vila Ita, por estar localizado à região central, possui diversas áreas públicas próximas, entretanto, estão indisponíveis para uso por já estarem ocupadas por algum equipamento público/construções ou por estarem muito próximas das casas; porém ainda existem dois grandes terrenos particulares ao Sul do bairro que podem ser desapropriados.

#### 4.3.5 Levantamento da contribuição de esgoto

O levantamento da contribuição de esgoto é vital para a etapa posterior de avaliação de custos de implantação de sistemas, pois indicará qual o dimensionamento estimado para cada sistema proposto, tal condição está diretamente relacionada com

a quantidade de matéria-prima e mão de obra necessária para construção do sistema, que por sua vez impacta diretamente nos custos estimados.

A fórmula utilizada empregada no presente estudo para cálculo da vazão de contribuição de esgoto adaptada de Von Sperling (2014) é a seguinte:

$$Q = \frac{P \cdot q \cdot C}{8400 \text{ (s/dia)}} + r \cdot t \quad (1)$$

Sendo:

$Q$ : Vazão de contribuição (l/s)

$P$ : Número de habitantes (hab)

$q$ : Consumo de água *per capita* = 150 (l/hab.dia)

$C$ : Coeficiente de retorno de esgoto = 0,8

$r$ : Extensão de rede coletora (km)

$t$ : Taxa de infiltração da rede = 0,2 (l/s.km)

Conclusão: A Tabela 4 indica a vazão de contribuição de esgoto obtida pela aplicação da equação 1 para cada localidade estudada. É importante salientar que se tratam de dados da população atual residente e não população futura projetada, pois não é o foco deste trabalho o estudo do crescimento populacional.

**Tabela 4 – Vazão de contribuição de esgoto de cada bairro**

Bairro	Vazão estimada (l/s)
Veraneio Irajá	6,77
Chácaras Guararema	7,70
Cepinho e Ressaca	4,99
Vila Ita	4,00

Fonte: Próprio autor.

#### 4.3.6 Definição da tecnologia para tratamento de esgoto

A partir das informações apresentadas anteriormente (seções 4.3.1 à 4.3.5) realizou-se uma análise de quais os tipos de tratamento de esgoto possíveis tecnicamente para cada bairro.

### Chácaras Guararema

O bairro Chácaras Guararema por possuir muitos imóveis em soleira negativa indica como uma solução mais provável ao tratamento de esgoto o emprego de tratamento individual por sistemas de tanque séptico e filtro anaeróbio. Entretanto, na opção por tratamento coletivo, este deverá ser um sistema mais complexo considerando que não há cursos d'água com vazão significativa nas proximidades ou será necessário que o efluente tratado seja encaminhado para um curso d'água localizado em outra bacia, estando o mais próximo localizado a 2,0 km de distância. Analisando a vazão de contribuição do bairro correspondente a 7,70 l/s (Tabela 4) e a capacidade do sistema de esgotamento sanitário existente (dados compilados no Quadro 6), verifica-se que o esgoto gerado no bairro poderá ser lançado no bairro vizinho Veraneio Ijal, distante a 2,3 km. Entretanto, deverá ser realizada a ampliação da ETE que está em construção por conta da vazão resultante chegar muito próxima da capacidade máxima de tratamento da ETE, sendo condição obrigatória caso opte-se por uma solução conjunta com o Veraneio Irajá. A possibilidade de se lançar o esgoto no bairro Jardim Pedramar foi descartada, pois embora a EEE Jardim Pedramar possua capacidade para receber o efluente, a ETE Imperial onde seria feito o tratamento está no seu limite. Por fim, o bairro possui áreas disponíveis para implantação de ETE.

**Quadro 6 – Análise da vazão de contribuição e da capacidade da infraestrutura de esgoto existente para o bairro Chácaras Guararema**

	<b>ETE Ygarapés</b>	<b>EEE Jd. Pedramar</b>	<b>ETE Imperial</b>
<b>Vazão Projeto (l/s)</b>	25,40	12,50	15,00
<b>Vazão Operação Atual (l/s)</b>	17,87	2,00	12,57
<b>Vazão Remanescente (l/s)</b>	7,53	10,50	2,43

Fonte: Próprio autor.

### Veraneio Irajá

O bairro Veraneio Irajá por possuir muitos imóveis em soleira negativa, tal como o Chácara Guararema, indica como uma solução mais provável ao tratamento de esgoto o emprego de tratamento individual por sistemas de tanque séptico e filtro anaeróbio. Na opção por tratamento coletivo, este também deverá ser um sistema mais complexo considerando que não há cursos d'água com vazão significativa nas proximidades ou será necessário que o efluente tratado seja encaminhado para um curso d'água localizado em outra bacia, estando o mais próximo localizado a 2,4 km de distância. Analisando a vazão de contribuição do bairro correspondente a 6,77 l/s (Tabela 4) e a capacidade do sistema de esgotamento sanitário existente (dados compilados no Quadro 7), verifica-se que o esgoto gerado no bairro poderá ser lançado no bairro vizinho Veraneio Ijal, distante a 0,67 km. Entretanto, deverá ser realizada a ampliação da ETE que está em construção por conta da vazão resultante chegar muito próxima da capacidade máxima de tratamento da ETE. Por fim, o bairro possui áreas disponíveis para implantação de ETEs.

**Quadro 7 – Análise da vazão de contribuição e da capacidade da infraestrutura de esgoto existente para o bairro Veraneio Irajá**

Capacidade de tratamento da ETE Ygarapés (l/s)	Vazão de entrada atual da ETE Ygarapés (l/s)	Vazão adicional admissível na ETE Ygarapés (l/s)
25,40	17,87	7,53

Fonte: Próprio autor.

### Cepinho e Ressaca

Os bairros Cepinho e Ressaca pela condição de soleira dos imóveis permite uma solução coletiva de tratamento, inclusive podendo ser empregada uma tecnologia de tratamento menos complexa considerando a possibilidade de lançamento do efluente tratado no Rio Paraíba do Sul de elevada capacidade de depuração. Não sendo indicado apenas tratamento que envolva infiltração no solo por conta de ser um bairro cujo solo possui baixa capacidade de permeabilidade e sujeito a alagamentos. Analisando a vazão de contribuição do bairro correspondente a 4,99 l/s (Tabela 4) e a capacidade do sistema de esgotamento sanitário existente (dados compilados no

Quadro 8), verifica-se que a ETE localizada no bairro Floradas Arboville não possui capacidade de receber um acréscimo de contribuição, porém poderá ser ampliada, além disso, faz-se necessário que o esgoto seja recalcado até ela, numa distância aproximada de 1,6 km. No bairro existem áreas que podem ser desapropriadas para instalação de ETE.

**Quadro 8 – Análise da vazão de contribuição e da capacidade da infraestrutura de esgoto existente para os bairros Cepinho e Ressaca**

Capacidade de tratamento da ETE Arboville (l/s)	Vazão de entrada atual da ETE Arboville (l/s)	Vazão adicional admissível na ETE Arboville (l/s)
4,11	1,76	2,35

Fonte: Próprio autor.

Vila Ita

O bairro Vila Ita por ser plano permite uma solução de tratamento coletiva, possui curso d'água para recebimento de efluente tratado e tem áreas relativamente próximas para instalação de ETE, porém considerando estar em área contígua a bairro que já conta com coleta e tratamento de esgoto, a solução ao tratamento do bairro mais indicada é o aproveitamento da infraestrutura existente, ainda mais considerando que a ETE mais próxima do bairro Jardim Terras da Conceição, distante a 1,2 km aproximadamente, possui capacidade em receber um acréscimo de contribuição, ao analisarmos a vazão de contribuição do bairro correspondente a 4,00 l/s (Tabela 4) e a capacidade do sistema de esgotamento sanitário existente (dados compilados no Quadro 9).

**Quadro 9 – Análise da vazão de contribuição e da capacidade da infraestrutura de esgoto existente para o bairro Vila Ita**

Capacidade de tratamento da ETE T. da Conceição (l/s)	Vazão de entrada atual da ETE T. da Conceição (l/s)	Vazão adicional admissível na ETE T. da Conceição (l/s)
14,44	1,94	12,50

Fonte: Próprio autor.

#### 4.4 ANÁLISE FINANCEIRA DAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS

Para todos os bairros ora estudados seguiu-se os passos elencados na seção 3.4, chegando-se ao Quadro 10 que compila os custos estimados de implantação dos sistemas de redes de esgoto em cada um deles e o Quadro 11 que compila os custos estimados para tratamento de esgoto a partir das soluções elencadas como viáveis tecnicamente no passo anterior (seção 4.3.6). O detalhamento dos cálculos efetuados consta no Apêndice A.

O Mapa 13 demonstra como foram realizados os passos 1 e 2 para o estudo de implantação de redes no presente estudo, utilizando-se como exemplo uma parte do bairro Veraneio Irajá. A Figura 17 apresenta os pontos que foram definidos pelo autor como necessários de se implantar uma EEE nos bairros estudados. Importante ressaltar que as estimativas realizadas se utilizaram de sites e programas livres como o *Google Earth*, entretanto, para a licitação futura dessas obras é imprescindível que nos projetos constem o dimensionamento das redes com base em levantamento topográfico e demais critérios estabelecidos nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com destaque à NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.

**Quadro 10 – Levantamento de quantitativo e estimativa de custo para implantação de redes de esgoto**

<b>Bairro: Veraneio Irajá</b>			
<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
Estação elevatória (un.)	10	176.141,19	1.761.411,90
Rede coletora (m)	8.142	388,49	3.163.085,58
Coletor tronco (m)	4.691	599,61	2.812.770,51
		<b>Total &gt;&gt;&gt;</b>	<b>7.737.267,99</b>
<b>Bairro: Chácaras Guararema</b>			
<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 10			
Estação elevatória (un.)	9	176.141,19	1.585.270,71
Rede coletora (m)	4.198	388,49	1.630.881,02
Coletor tronco (m)	2.306	599,61	1.382.700,66
		<b>Total &gt;&gt;&gt;</b>	4.598.852,39
Bairro: Cepinho e Ressaca			
Item	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Estação elevatória (un.)	2	176.141,19	352.282,38
Rede coletora (m)	719	388,49	279.324,31
Coletor tronco (m)	0	-	0,00
		<b>Total &gt;&gt;&gt;</b>	631.606,69
Bairro: Vila Ita			
Item	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Estação elevatória (un.)	0	-	0,00
Rede coletora (m)	1.022	388,49	397.036,78
Coletor tronco (m)	0	-	0,00
		<b>Total &gt;&gt;&gt;</b>	397.036,78

Nota: Para o custo unitário levantados considerou-se rede coletora de 150mm de PVC, coletores tronco de 300mm de PVC e escoramento descontínuo.

### Quadro 11 – Levantamento de quantitativo e estimativa de custo para implantação do tratamento de esgoto

Bairro: Veraneio Irajá			
Item	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Tanque séptico e filtro anaeróbio	80	16.408,15	1.312.652,00

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 11			
Lagoa de estabilização + Recalque do tratado para outra bacia			
Construção da ETE	01	2.281.095,05	2.281.095,05
Linha de recalque (m)	2.400	195,55	469.329,09
		<b>Subtotal &gt;&gt;&gt;</b>	2.750.424,14
Sistema Anaeróbio (UASB + filtro)	01	3.158.439,30	3.158.439,30
Lodos Ativados	01	4.737.658,95	4.737.658,95
Disposição no solo (infiltração lenta) (*)	01	2.193.360,63	2.193.360,63
Reator Aeróbio com biofilmes	01	4.825.393,38	4.825.393,38
Recalque do bruto até Veraneio Ijal + Ampliação da ETE Ygarapés			
Ampliação da ETE Ygarapés	01	1.579.219,65	1.579.219,65
Linha de recalque (m)	670	195,55	131.021,04
		<b>Subtotal &gt;&gt;&gt;</b>	1.710.240,69
<b>Bairro: Chácara Guararema</b>			
<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo unitário (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
Tanque séptico e filtro anaeróbio	121	16.408,15	1.985.386,15
Lagoa de estabilização + Recalque do tratado para outra bacia			
Construção da ETE	01	2.281.095,05	2.281.095,05
Linha de recalque (m)	2.000	195,55	391.107,58
		<b>Subtotal &gt;&gt;&gt;</b>	2.672.202,63
Sistema Anaeróbio (UASB + filtro)	01	3.158.439,30	3.158.439,30
Lodos Ativados	01	4.737.658,95	4.737.658,95
Disposição no solo (infiltração lenta) (*)	01	2.193.360,63	2.193.360,63
Reator Aeróbio com biofilmes	01	4.825.393,38	4.825.393,38

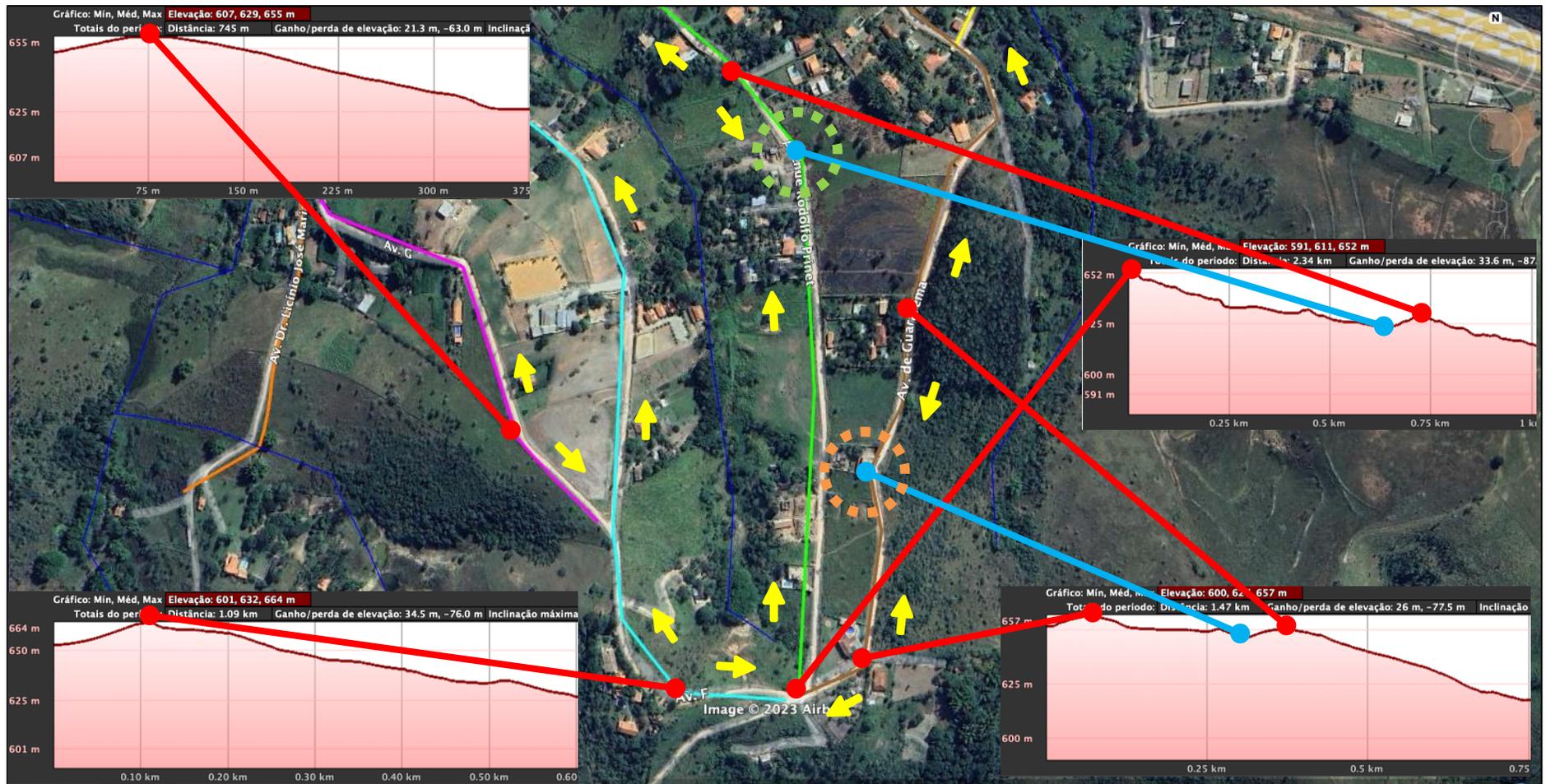
CONTINUAÇÃO DO QUADRO 11			
Recalque do bruto até Veraneio Ijal + Ampliação da ETE Ygarapés			
Ampliação da ETE Ygarapés	01	1.579.219,65	1.579.219,65
Linha de recalque (m)	2.300	195,55	449.773,71
		<b>Subtotal &gt;&gt;&gt;</b>	2.028.993,36
Recalque do bruto até Veraneio Irajá + Ampliação da ETE Ygarapés			
Ampliação da ETE Ygarapés	01	0,00 (custo já previsto no Ver. Irajá)	0,00
Linha de recalque (m)	830	195,55	162.309,64
		<b>Subtotal &gt;&gt;&gt;</b>	162.309,64
<b>Bairro: Cepinho e Ressaca</b>			
Item	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Lagoa de estabilização	01	2.281.095,05	2.281.095,05
Sistema Anaeróbio (UASB + filtro)	01	3.158.439,30	3.158.439,30
Lodos Ativados	01	4.737.658,95	4.737.658,95
Reator Aeróbio com biofilmes	01	4.825.393,38	4.825.393,38
Recalque do bruto + Ampliação da ETE Arboville			
Ampliação da ETE Arboville	01	1.052.813,10	1.052.813,10
Linha de recalque (m)	1.600	307,91	492.661,55
		<b>Subtotal &gt;&gt;&gt;</b>	1.545.474,65
<b>Bairro: Vila Ita</b>			
Item	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Lagoa de estabilização	01	2.281.095,05	2.281.095,05
Sistema Anaeróbio (UASB + filtro)	01	3.158.439,30	3.158.439,30
Lodos Ativados	01	4.737.658,95	4.737.658,95

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 11			
Reator Aeróbio com biofilmes	01	4.825.393,38	4.825.393,38
Recalque até ETE Terras da Conceição	1.200	287,92	345.502,68

Nota: (i) Para o custo de construção de estações de tratamento foi considerada uma população de 10.000 (dez mil) habitantes, pois o custo médio por habitante consultado na bibliografia torna-se discrepante da realidade de mercado quando aplicados a localidades com baixo adensamento populacional, como é o caso dos bairros objeto do presente estudo. (ii) Para o custo de implantação de sistemas de tanque séptico e filtro anaeróbio considerou-se o número de habitantes para cada bairro conforme dados constantes do Quadro 4. (iii) Para o custo unitário de recalque considerou-se rede coletora de 150mm de PVC e sem escoramento.

(\*) A concepção de sistema de tratamento somente com “Disposição no Solo (infiltração lenta)” foi considerada como alternativa, tendo em vista que a bibliografia técnica indica eficiência de remoção de DBO superior a 80%, no entanto, para fins de licenciamento ambiental, a disposição no solo de efluentes brutos não é permitida, devendo o sistema prever minimamente Tanque Séptico seguido de Filtro Anaeróbio no caso de esgotos sanitários, ou seja, a disposição no solo é considerada como alternativa à disposição dos efluentes tratados em corpo d’água.

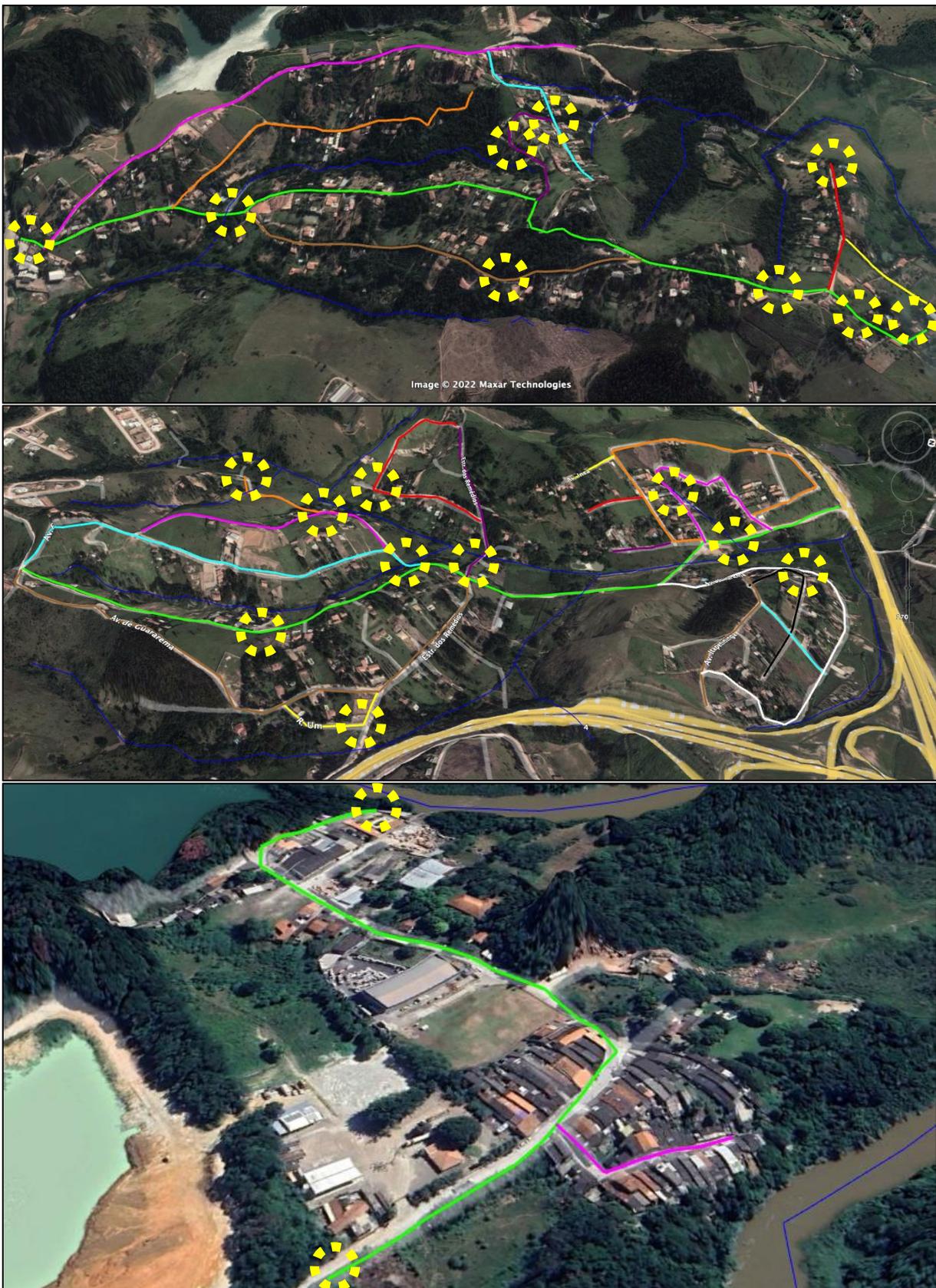
Mapa 13 – Mapa do estudo de implantação de redes no Veraneio Irajá



LEGENDA: **Linhas vermelhas:** Demarcação dos pontos altos (picos). **Linhas azuis:** Demarcação dos pontos baixos (vales). **Setas amarelas:** Sentido do fluxo. **Círculo laranja:** Intersecção de fluxos de sentidos opostos em que é possível a instituição de servidão para lançamento do esgoto em outro coletor. **Círculo verde:** Intersecção de fluxos de sentidos opostos em que é necessário a implantação de EEE.

Fonte: *Google Earth.*

**Figura 17 – Indicação dos locais necessários de se implantar elevatória de esgoto no Chác. Guararema, Veraneio Irajá e Cepinho e Ressaca**



Fonte: Google Earth.

#### 4.5 ANÁLISE DA MELHOR ALTERNATIVA TÉCNICA E FINANCEIRA

A partir do que foi levantando nas etapas de viabilidade técnica e de viabilidade financeira do presente estudo foi possível observar que para todos os bairros existem tecnologias viáveis para solução ao tratamento de esgoto. Um resultado já esperado foi que para os bairros em que inexistem quaisquer infraestruturas de saneamento, bairros estes localizados mais distantes do centro da cidade de Jacareí, como é o caso do Chácaras Guararema e Veraneio Irajá, os custos de implantação de redes e construção de estações de tratamento é relativamente maior. Outro aspecto muito importante verificado foi condição das soleiras dos imóveis, fator relevante a ser considerado para escolha da solução mais adequada para os bairros, pois sabe-se que realizar obras de esgoto em locais em que não será possível interligar a maioria dos imóveis à rede pública torna-se inviável. Realizadas essas considerações, abaixo será apresentada uma explanação para cada localidade sobre as soluções apresentadas.

##### Chácaras Guararema

Como já dito, o custo de implantação de redes coletoras no bairro Chácaras Guararema ficou relativamente elevado, em torno de 4 milhões e 600 mil reais, isso em virtude de ser um bairro que não detém quaisquer infraestruturas de saneamento instaladas e por conta de sua topografia, que acabou demandando muitas EEES. Conforme demonstrado, o Chácaras Guararema possui metade de seus imóveis em soleira negativa, isto é, mesmo com a implantação de redes nessa monta, apenas metade do bairro seria atendido, devendo para outra metade buscar uma solução individual para tratamento. Quanto à solução de tratamento, verificou-se que o custo para solução individual por meio de sistema tanque séptico-filtro anaeróbio é em torno de 2 milhões de reais e para a solução coletiva as mais viáveis financeiramente seriam construção de ETE de disposição no solo, custo de 2 milhões e 200 mil reais, ou a implantação de um recalque do esgoto bruto até o Veraneio Irajá no valor de 162 mil reais, ao passo que daqui demandaria o custo do encaminhamento do esgoto e da ampliação da ETE Ygarapés referente ao bairro Veraneio Irajá, com custo estimado de 1 milhão e 700 mil reais, sem considerar as redes de coleta. Em síntese, a solução que se apresentou mais viável para atender a população de 448 pessoas que reside

no bairro Chácaras Guararema foi a implantação de sistema de tanque séptico-filtro anaeróbio no valor de 2 milhões de reais, aproximadamente R\$ 4.400,00 por pessoa.

### Veraneio Irajá

O bairro Veraneio Irajá também apresentou elevado custo para implantação de redes, pelas mesmas razões que o bairro Chácaras Guararema: topografia e inexistência de infraestrutura de saneamento. O custo para implantação de redes coletoras e implantação de EEEs, 10 ao todo previstas, ficou na ordem de 7 milhões e 700 mil reais. A condição de soleira dos imóveis ali localizados já indicava como a melhor solução ao tratamento a implantação de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio, que pelas estimativas deste estudo seria de aproximadamente 1 milhão e 300 mil reais. Se fosse viável tecnicamente, a solução coletiva do tratamento seria para construção de ETE de disposição no solo, custo de 2 milhões e 200 mil reais, ou a implantação de um recalque do esgoto bruto até o Veraneio Irajá no valor de 130 mil reais e ampliação da ETE Ygarapés no valor de 1 milhão e 600 mil reais, onde ainda seria possível considerar o recebimento do esgoto do bairro vizinho Chácaras Guararema. Dito isso, a solução que se apresentou mais viável para atender a população de 294 pessoas que reside no bairro Veraneio Irajá foi a implantação de sistema de tanque séptico-filtro anaeróbio no valor de 1 milhão e 300 mil reais, aproximadamente R\$ 4.400,00 por pessoa.

### Cepinho e Ressaca

Os bairros Cepinho e Ressaca apresentaram um custo de implantação de redes bastante inferior aos dois bairros supramencionados, primeiro por tratar-se de um bairro com característica mais urbana, isto é, ocupação por casas em lotes, e segundo por possuir topografia mais plana. O custo de implantação das redes estimado foi de 630 mil reais. Já com relação ao tratamento de esgoto, a solução que se apresentou mais viável técnica e financeiramente foi a construção de um recalque de esgoto bruto com lançamento na ETE Arboville a ser ampliada, num custo estimado de 1 milhão e 500 mil reais. Somando-se o custo de implantação de redes e da solução para tratamento de esgoto chegou-se ao valor aproximado de 2 milhões e 130 mil reais,

para se tratar o esgoto de uma população de 339 pessoas, isto é, aproximadamente R\$ 6.300,00 por pessoa, sem considerar custo de operação do sistema.

### Vila Ita

O bairro Vila Ita também apresentou um custo de implantação de redes na ordem de 400 mil reais, bastante inferior se comparados aos bairros de chácaras, pelos mesmos motivos dos bairros Cepinho e Ressaca: topografia plana e tipo de construção das casas. Também como já era esperado, por conta de sua proximidade à malha urbana do Município, esta já contemplada com infraestrutura de saneamento, a solução ao tratamento de esgoto que se apresentou mais viável técnica e financeiramente foi construção de um recalque de esgoto bruto com lançamento na ETE Terras da Conceição, com custo total estimado de 350 mil reais. Portanto, somando-se o custo de implantação de redes ao custo para encaminhar para tratamento, tem-se que a solução para tratamento do bairro Vila Ita será de 750 mil reais, beneficiando 266 pessoas, num custo *per capita* de R\$ 2.800,00.

### Considerações sobre análise da melhor alternativa técnica e financeira

Acerca do que foi apontado como melhor alternativa para cada um dos bairros, foi possível estimar o valor que a implantação da solução para o tratamento de esgoto corresponderia para cada habitante a ser beneficiado. Trata-se de um aspecto importante que possibilita ao gestor público priorizar e destinar os recursos financeiros disponíveis de uma maneira mais eficiente. Em outras palavras, permite ao Prefeito da cidade de Jacareí saber: “Dentre os quatro bairros estudados, Chácaras Guararema, Veraneio Irajá, Cepinho e Ressaca e Vila Ita, quais obras beneficiarão maior quantidade de pessoas com dispêndio de menor quantidade de dinheiro”.

Pelo que foi levantado, o bairro cuja obra beneficiaria mais pessoas com menor investimento seria o Vila Ita (R\$ 2.800,00 por pessoa aproximadamente), seguido pelos bairros Chácaras Guararema e Veraneio Irajá que ficaram com valor por pessoa muito próximo (R\$ 4.400,00 por pessoa aproximadamente) e por último os bairros Cepinho e Ressaca. Diante da situação de empate, um critério que poderia ser

empregado para priorização dos investimentos seria o de “obra com maior impacto ambiental positivo”, isto é, priorizar a obra que trará maior ganho ambiental imediato.

Em termos de esgotamento sanitário, bairros com maior aglomeração de casas são os que de uma maneira geral apresentam situação mais crítica quanto ao saneamento, por serem mais poluidores. Analisando-se os aspectos ambientais dos bairros Veraneio Irajá e Chácaras Guararema verifica-se que são bairros com características ambientais muito semelhantes, compostos por chácaras de recreio, portanto, conforme o critério de maior ganho ambiental, o bairro a ser priorizado deveria ser o que tem maior população, pois assim estaria reduzindo em maior quantidade o esgoto lançado sem tratamento no meio ambiente. Nessa condição, o bairro a ser priorizado seria o Chácaras Guararema e em seguida o Veraneio Irajá.

Paralelamente a isso, é importante salientar que o presente trabalho se concentrou em indicar as alternativas mais viáveis para implantação de redes coletoras e sistemas de tratamento, não levando em conta os custos de operação desses sistemas. Para tal análise seria necessário, por exemplo, analisar a capacidade que a empresa de saneamento teria para operar determinados tipos de ETE e estimar custos de reparos de redes de esgoto, de trocas e reparos de bombas, custos de energia elétrica, custos de insumos e produtos químicos de ETEs, etc. Ademais, previamente à licitação para contratação de qualquer obra pública, faz-se necessário a elaboração de estudo técnico preliminar que confirma qual a melhor alternativa técnica e econômica para cada localidade e do respectivo projeto de engenharia.

No caso das soluções individuais de tratamento de esgoto com sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio, não foi considerado se o custo de implantação e da limpeza periódica seria da empresa de saneamento ou dos proprietários dos imóveis, por tratar-se de um sistema a ser instalado no interior de imóveis particulares.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo selecionou quatro bairros de Jacareí ainda não atendidos com tratamento de esgoto, cada um com características urbanísticas, de infraestrutura de saneamento e ambientais próprias, sendo eles: Chácaras Guararema, Veraneio Irajá, Cepinho e Ressaca e Vila Ita.

A partir do estudo das condições ambientais e sanitárias de cada um dos bairros ora estudados e dos aspectos técnicos e econômicos das soluções de tratamento de esgoto existentes e mais amplamente utilizadas em território nacional, indica-se como solução ao tratamento de esgoto com melhor custo-benefício o seguinte:

- a) Chácaras Guararema: Tratamento individual por sistema tanque séptico-filtro anaeróbio, no valor de 2 milhões de reais (R\$ 4.400,00 por pessoa aproximadamente);
- b) Veraneio Irajá: Tratamento individual por sistema tanque séptico-filtro anaeróbio, no valor de 1 milhão e 300 mil reais (R\$ 4.400,00 por pessoa aproximadamente);
- c) Cepinho e Ressaca: Tratamento coletivo por meio da construção de recalque e lançamento do esgoto na ETE Arboville, no valor de 2 milhões e 130 mil reais (R\$ 6.300,00 por pessoa aproximadamente);
- d) Vila Ita: Tratamento coletivo por meio da construção de recalque e lançamento do esgoto na ETE Terras da Conceição, no valor de 750 mil reais (R\$ 2.800,00 por pessoa aproximadamente).

Avaliou-se também a ordem recomendada para investimento, isto é, a sequência de execução dessas obras de saneamento recomendada para que o gestor público invista os recursos financeiros de tal forma a atender a maior quantidade de pessoas e com maiores ganhos ambientais. A sequência recomendada foi:

- 1º) Vila Ita;
- 2º) Chácaras Guararema;
- 3º) Veraneio Irajá;
- 4º) Cepinho e Ressaca.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: Abnt, 1986. 7 p.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRASIL. Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - Agevap. Governo Federal. **A AGEVAP**. Disponível em: <https://www.agevap.org.br/a-agevap.php>. Acesso em: 27 dez. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 22 jun. 2010.

BRASIL. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasil, 18 mar. 2005. n. 053.

BRASIL. Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. *Diário Oficial da União*. Brasil, 16 mai. 2011. n. 092.

CURCI, Rodrigo Moreira. **Regularização dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – Estudo de Caso: Jardim Terras da Conceição – Jacareí/SP**. 2019. 79 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização de Infraestrutura de Saneamento Básico, Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba, Piracicaba, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10**. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Panorama de Jacareí**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/jacarei/panorama>. Acesso em: 10 jun. 2022.

JACAREÍ. Prefeitura Municipal de Jacareí. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Jacareí - SP**. Jacareí: Prefeitura de Jacareí, 2013. 393 p. Disponível em: [https://www.saaejacarei.sp.gov.br/pagina/1012\\_Documentos-Publicos.html](https://www.saaejacarei.sp.gov.br/pagina/1012_Documentos-Publicos.html). Acesso em: 27 dez. 2022.

JACAREÍ. Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jacareí - SAAE. Prefeitura Municipal de Jacareí. **Plano Diretor de Esgoto de Jacareí**. Jacareí: SAAE, 2020. 392 p. Disponível em: [https://www.saaejacarei.sp.gov.br/pagina/1012\\_Documentos-Publicos.html](https://www.saaejacarei.sp.gov.br/pagina/1012_Documentos-Publicos.html). Acesso em: 27 dez. 2022.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2014. 1087 p.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 565 p.

O VALE. **Jacareí anuncia financiamento de R\$ 240 milhões para obras**. Disponível em: <https://sampi.net.br/ovale/noticias/670165/o-vale/2018/06/jacarei-anuncia-financiamento-de-r-240-milh-es-para-obras>. Acesso em: 10 dez. 2022.

REAMI, Luciano. **Aplicação de métodos multicriteriais de apoio à tomada de decisão para escolha de tecnologia de tratamento de esgoto**: Estudo de caso de Restinga SP. 2011. 226 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/811482>. Acesso em: 27 dez. 2022.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (São Paulo). **Estudo de Custos de Empreendimentos**. São Paulo: Sabesp, 2016. 56 p. Janeiro/2016.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. Governo do Estado. **Sanepar implanta solução baseada na natureza para tratar lodo de esgoto de Santa Helena**. 2023. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Sanepar-implanta-solucao-baseada-na-natureza-para-tratar-lodo-de-esgoto-de-Santa-Helena>. Acesso em: 19 ago. 2023.

PAQUES (Brasil). **MIRACELL® - Tratamento de Efluentes Domésticos**. Disponível em: <https://br.paques.nl/produtos/featured/miracell-efluentes-condominio-hoteis-conjuntos-habitacionais>. Acesso em: 19 ago. 2023.

REIS, Adriana de Oliveira Pereira dos. **SISTEMÁTICA PARA SELEÇÃO DE TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: UMA ANÁLISE MULTICRITERIAL APLICADA À BACIA HIDROGRÁFICA**. 2018. 133 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Sistemas de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

SÃO PAULO (estado). **Decreto n. 8468/76**, de 8 de setembro de 1976. Aprova o regulamento da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo : 1976.

SÃO PAULO (estado). **Lei n. 997/76**, de 31 de maio de 1976. Dispõe sobre o Controle da Poluição do Meio Ambiente. São Paulo : 1976.

SÃO PAULO. Coordenadoria de Recursos Hídricos. Governo do Estado de São Paulo. **Divisão Hidrográfica**. Portal Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/divisaohidrografica>. Acesso em: 10 dez. 2022.

SÃO PAULO. ESCOLA SUPERIOR DA CETESB. **Apostila Fundamentos do Controle de Poluição das Águas**. São Paulo: Escola Superior da Cetesb, 2021. 224 p. Turma 5.

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo. **FEHIDRO**. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundo-estadual-de-recursos-hidricos/>. Acesso em: 27 dez. 2022.

SÃO PAULO. Tribunal de Contas do Estado de São Paulo. **Manual de Planejamento público TCESP**. São Paulo, SP, 2021. Disponível em: [https://www.tce.sp.gov.br/sites/default/files/publicacoes/Manual%20de%20Planejamento%20Pu%CC%81blico%20\(vf-200121\).pdf](https://www.tce.sp.gov.br/sites/default/files/publicacoes/Manual%20de%20Planejamento%20Pu%CC%81blico%20(vf-200121).pdf). Acesso em: 06 jan. 2023.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Painel de Saneamento**: Jacareí. Disponível em: [http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua\\_esgoto/mapa-esgoto/?cod=3524402](http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto/?cod=3524402). Acesso em: 10 jun. 2022.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Belo Horizonte: DESA – UFMG, 2005.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 472 p.

## APÊNDICE A – Cálculos realizados para análise financeira das alternativas técnicas

Cálculo realizado para os custos estimados de implantação dos sistemas de redes de esgoto que constam no Quadro 10:

- Custo unitário de estação elevatória para Veraneio Irajá, Chácaras Guararema e Cepinho/Ressaca:

<b>Custo de estação elevatória de esgoto (A)</b>	<b>Índice de correção para valores atuais (B)</b>	<b>Custo unitário de estação elevatória de esgoto (A × B)</b>
R\$ 118.310,90	1,4887993	R\$ 176.141,19
<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: vazão 5 l/s</i>	<i>Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2016 e Data final 06/2023</i>	

- Custo unitário de rede coletora para Veraneio Irajá, Chácaras Guararema, Cepinho/Ressaca e Vila Ita:

<b>Custo de material por metro linear da rede (A)</b>	<b>Custo de execução do metro linear da rede (B)</b>	<b>Índice de correção para valores atuais (C)</b>
R\$ 36,78	R\$ 224,16	1,4887993
<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: rede coletora sem pavimentação, 150 PVC</i>	<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: rede coletora sem pavimentação, 150 PVC e escoramento descontínuo</i>	<i>Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2016 e Data final 06/2023</i>
<b>Custo unitário da rede coletora [(A + B) × C]</b>		
R\$ 388,49		

- Custo unitário de coletor tronco para Veraneio Irajá e Chácaras Guararema:

<b>Custo de material por metro linear do coletor (A)</b>	<b>Custo de execução do metro linear do coletor (B)</b>	<b>Índice de correção para valores atuais (C)</b>
R\$ 160,22	R\$ 242,53	1,4887993
<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: coletor tronco sem pavimentação, 300 PVC</i>	<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: coletor tronco sem pavimentação, 300 PVC e escoramento descontínuo</i>	<i>Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2016 e Data final 06/2023</i>
<b>Custo unitário do coletor tronco [(A + B) × C]</b>		
R\$ 599,61		

Cálculo realizado para os custos estimados para tratamento de esgoto que constam no Quadro 11:

- Quantidade de tanque séptico e filtro anaeróbio para Veraneio Irajá:

<b>População (A)</b>	<b>Habitantes por domicílio (B)</b>	<b>Quantidade (A ÷ B)</b>
294	3,69	80
<i>Fonte: Quadro 4</i>	<i>Fonte: IBGE (seção 1.2)</i>	

- Custo de construção de lagoa de estabilização para Veraneio Irajá:

<b>População (A)</b>	<b>Média de custo de lagoa facultativa por habitante (B)</b>	<b>Índice de correção para valores atuais (C)</b>
10.000	R\$ 130	1,7546885
<i>Fonte: Quadro 11</i>	<i>Fonte: Von Sperling (2014, p 358) Referência: Lagoa facultativa</i>	<i>Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2014 e Data final 06/2023</i>
<b>Custo de construção da ETE (A × B × C)</b>		
R\$ 2.281.095,05		

- Custo unitário de linha de recalque da lagoa de estabilização para Veraneio Irajá:

<b>Custo de material por metro linear do recalque (A)</b>	<b>Custo de execução do metro linear do recalque (B)</b>	<b>Índice de correção para valores atuais (C)</b>
R\$ 36,78	R\$ 94,57	1,4887993
<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: rede coletora sem pavimentação, 150 PVC</i>	<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: rede coletora sem pavimentação, 150 PVC e sem escoramento</i>	<i>Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2016 e Data final 06/2023</i>
<b>Custo unitário da linha de recalque [(A + B) × C]</b>		
R\$ 195,55		

- Custo de construção de sistema anaeróbio (UASB + filtro) para Veraneio Irajá:

<b>População (A)</b>	<b>Média de custo de sistema anaeróbio por habitante (B)</b>	<b>Índice de correção para valores atuais (C)</b>
10.000	R\$ 180	1,7546885
<i>Fonte: Quadro 11</i>	<i>Fonte: Von Sperling (2014, p 358) Referência: UASB + filtro anaeróbio</i>	<i>Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2014 e Data final 06/2023</i>
<b>Custo de construção da ETE (A × B × C)</b>		
R\$ 3.158.439,30		

- Custo de construção de lodos ativados para Veraneio Irajá:

<b>População (A)</b>	<b>Média de custo de lodos ativados por habitante (B)</b>	<b>Índice de correção para valores atuais (C)</b>
10.000	R\$ 270	1,7546885
<i>Fonte: Quadro 11</i>	<i>Fonte: Von Sperling (2014, p 358) Referência: Lodos ativados convencional</i>	<i>Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2014 e Data final 06/2023</i>
<b>Custo de construção da ETE (A × B × C)</b>		
R\$ 4.737.658,95		

- Custo de construção de disposição no solo (infiltração lenta) para Veraneio Irajá:

População (A)	Média de custo de disposição no solo por habitante (B)	Índice de correção para valores atuais (C)
10.000	R\$ 125	1,7546885
Fonte: Quadro 11	Fonte: Von Sperling (2014, p 358) Referência: Infiltração lenta	Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2014 e Data final 06/2023
<b>Custo de construção da ETE (A × B × C)</b>		
R\$ 4.737.658,95		

- Custo de construção de reator aeróbio com biofilmes para Veraneio Irajá:

População (A)	Média de custo de biofilmes por habitante (B)	Índice de correção para valores atuais (C)
10.000	R\$ 275	1,7546885
Fonte: Quadro 11	Fonte: Von Sperling (2014, p 358) Referência: Tanque séptico + biodisco	Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2014 e Data final 06/2023
<b>Custo de construção da ETE (A × B × C)</b>		
R\$ 4.825.393,38		

- Custo de ampliação da ETE Ygarapés para Veraneio Irajá e Chácaras Guararema:

Custo de construção de ETE lodos ativados (A)	Custo de ampliação da ETE (A ÷ 3)
R\$ 4.737.658,95	R\$ 1.579.219,65
Fonte: “Custo de construção de lodos ativados para Veraneio Irajá”	

- Custo unitário de linha de recalque do esgoto bruto do Veraneio Irajá até Veraneio Ijal; de recalque da lagoa de estabilização para Chácaras Guararema; de recalque do esgoto bruto do Chácaras Guararema até Veraneio Ijal; de recalque do esgoto bruto do Chácaras Guararema até Veraneio Irajá:

**Idem cálculo para “Custo unitário de linha de recalque da lagoa de estabilização para Veraneio Irajá”.**

- Quantidade de tanque séptico e filtro anaeróbio para Chácaras Guararema:

<b>População (A)</b>	<b>Habitantes por domicílio (B)</b>	<b>Quantidade (A ÷ B)</b>
448	3,69	121
<i>Fonte: Quadro 4</i>	<i>Fonte: IBGE (seção 1.2)</i>	

- Custo de construção de lagoa de estabilização para Chácaras Guararema, Cepinho/Ressaca e Vila Ita:

**Idem cálculo para “Custo de construção de lagoa de estabilização para Veraneio Irajá”.**

- Custo de construção de sistema anaeróbio (UASB + filtro) para Chácaras Guararema, Cepinho/Ressaca e Vila Ita:

**Idem cálculo para “Custo de construção de sistema anaeróbio (UASB + filtro) para Veraneio Irajá”.**

- Custo de construção de lodos ativados para Chácaras Guararema, Cepinho/Ressaca e Vila Ita:

**Idem cálculo para “Custo de construção de lodos ativados para Veraneio Irajá”.**

- Custo de construção de disposição no solo (infiltração lenta) para Chácaras Guararema:

**Idem cálculo para “Custo de construção de disposição no solo (infiltração lenta) para Veraneio Irajá”.**

- Custo de construção de reator aeróbio com biofilmes para Chácaras Guararema, Cepinho/Ressaca e Vila Ita:

**Idem cálculo para “Custo de construção de reator aeróbio com biofilmes para Veraneio Irajá”.**

- Custo de ampliação da ETE Arboville para Cepinho e Ressaca:

<b>Custo de construção de ETE sistema anaeróbio (A)</b>	<b>Custo de ampliação da ETE (A ÷ 3)</b>
R\$ 3.158.439,30	R\$ 1.052.813,10
<i>Fonte: "Custo de construção de sistema anaeróbio (UASB + filtro) para Veraneio Irajá"</i>	

- Custo unitário de linha de recalque do esgoto bruto do Cepinho e Ressaca até ETE Arboville:

<b>Custo de material por metro linear do recalque (A)</b>	<b>Custo de execução do metro linear do recalque (B)</b>	<b>Índice de correção para valores atuais (C)</b>
R\$ 36,78	R\$ 170,04	1,4887993
<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: rede coletora com pavimentação asfáltica, 150 PVC</i>	<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: rede coletora com pavimentação asfáltica, 150 PVC e sem escoramento</i>	<i>Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2016 e Data final 06/2023</i>
<b>Custo unitário da linha de recalque [(A + B) × C]</b>		
R\$ 307,91		

- Custo unitário de linha de recalque do esgoto bruto do Vila Ita até ETE Terras da Conceição:

<b>Custo de material por metro linear do recalque (A)</b>	<b>Custo de execução do metro linear do recalque (B)</b>	<b>Índice de correção para valores atuais (C)</b>
R\$ 36,78	R\$ 156,61	1,4887993
<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: rede coletora em paralelepípedo, 150 PVC</i>	<i>Fonte: SABESP (2016) Referência: rede coletora em paralelepípedo, 150 PVC e sem escoramento</i>	<i>Fonte: Calculadora Banco Central (seção 3.4) Referência: Data inicial 01/2016 e Data final 06/2023</i>
<b>Custo unitário da linha de recalque [(A + B) × C]</b>		
R\$ 287,92		