

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR UFRJ-MACAÉ
INSTITUTO POLITÉCNICO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUÍSA CARDOSO LIMA

ESTUDO ECONÔMICO DE SISTEMAS SEPARADORES ABSOLUTOS E
UNITÁRIOS EM MACAÉ-RJ COM VISTAS EM AVANÇOS NA COBERTURA DE
SANEAMENTO NO MUNICÍPIO

Macaé

2023

LUÍSA CARDOSO LIMA

ESTUDO ECONÔMICO DE SISTEMAS SEPARADORES ABSOLUTOS E
UNITÁRIOS EM MACAÉ-RJ COM VISTAS EM AVANÇOS NA COBERTURA DE
SANEAMENTO NO MUNICÍPIO

Trabalho de Conclusão de Curso de
graduação submetida ao Instituto
Politécnico do CM UFRJ-Macaé como
parte dos requisitos necessários à
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador(es):

Prof. Keilla Boehler Ferreira

Macaé

2023

CIP - Catalogação na Publicação

L732

Lima, Luisa Cardoso

Estudo econômico de sistemas separadores absolutos e unitários em Macaé-RJ com vistas em avanços na cobertura de saneamento no município / Luisa Cardoso Lima - Macaé, 2023.

59 f.

Orientador(a): Keilla Boehler Ferreira.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico, Bacharel em Engenharia Civil, 2023.

1. sistema de esgotamento sanitário. 2. Sistema unitário. 3. Drenagem urbana . 4. Engenharia civil. I. Ferreira, Keilla Boehler, orient. II. Título.

CDD 624

LUÍSA CARDOSO LIMA

ESTUDO ECONÔMICO DE SISTEMAS SEPARADORES ABSOLUTOS E
UNITÁRIOS EM MACAÉ-RJ COM VISTAS EM AVANÇOS NA COBERTURA DE
SANEAMENTO NO MUNICÍPIO

Trabalho de Conclusão de Curso de
graduação submetida ao Instituto
Politécnico do CM UFRJ-Macaé como
parte dos requisitos necessários à
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Civil.

Aprovado em Macaé, 19 de Janeiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Keilla Boehler Ferreira, (Orientadora) Professora Substituta (UFRJ)

Prof.^a Beatriz Rohden Becker, Professora (UFRJ)

Prof. Rafael Malheiro da Silva do Amaral Ferreira, Professor (UFRJ)

Dedico esse trabalho em homenagem a
minha querida avó, infelizmente ela não
pode estar presente nessa conquista, mas
sei o quanto estaria orgulhosa por ter
seguido o caminho que sempre nos
ensinou na educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família. A minha mãe Heloisa e ao meu pai Carlos Augusto, pela dedicação ao longo de 25 anos de aprendizado, quando todos os apoios se quebravam, carregavam o mundo nas costas. Aos meus irmãos Isabela e Carlos Augusto sempre fiéis, presentes, exemplos a serem seguidos. Ao meu avô Agostinho e a minha avó Zilda, pelo carinho e preocupação de sempre. A minha querida avó Alea, que infelizmente não está mais presente nesse plano, toda minha saudade e gratidão: onde quer que esteja, sei que está feliz com minha conquista. A minha tia Rita e ao meu primo Gustavo, minha eterna gratidão por toda participação e empenho em me ajudar ao longo da minha trajetória.

Aos meus amigos de faculdade e amigos de infância, que sempre estiveram ao meu lado nessa intensa caminhada, em especial à Gabriella, que dividiu comigo as alegrias e as tristezas na maior parte da minha trajetória, com eles pude perceber que nem todo o aprendizado importante é transmitido em sala de aula.

Aos professores e funcionários do curso de Engenharia Civil da UFRJ Macaé, cujos ensinamentos passados em sala de aula, nos corredores levarei para sempre. Em especial a Professora Keilla que me orientou no presente trabalho com maestria.

Aos amigos de trabalho, onde pude conhecer e me encantar pelo saneamento, um eterno agradecimento por todo aprendizado adquirido nos últimos anos.

Por fim, um agradecimento à todas as pessoas que perto ou longe estiveram torcendo por essa conquista.

“Talvez não tenha conseguido fazer o meu melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes.”

Marthin Luther King

RESUMO

No Brasil, cerca de 63% municípios são atendidos por redes coletoras de esgotos, apresentando grande déficit em relação ao demais serviços de saneamento básico. Para áreas urbanas, de acordo com a legislação vigente é preconizado para implantação o sistema de esgotamento sanitário tipo separador absoluto. Entretanto, com base nos dados sobre cobertura da rede, planos de saneamento e dados de concessionárias é constatada a existência do sistema unitário. Ambas as tipologias de sistema apresentam vantagens e desvantagens, estas podem abranger aspectos técnicos, econômicos e ambientais, essas análises básicas são encontradas na literatura técnica. Ao considerar um contexto de diversos municípios em que as concessionárias devem priorizar os investimentos com finalidade de cumprir prazos e metas contratuais pautadas inclusive na legislação, é justificada uma análise com dados técnicos locais para subsídio à tomada de decisão. Esse trabalho objetiva comparar técnica e economicamente a adoção do sistema a ser utilizado no Município de Macaé-RJ, especificamente no distrito Sede, abrangendo cerca de 16 bacias. Foram utilizadas análises paramétricas de demais trabalhos para chegar a custos de implantação do sistema separador absoluto de esgotamento sanitário, de drenagem e para o sistema unitário. Os resultados mostraram que a implantação transitória do sistema unitário para a progressiva destinação para o separador absoluto não é vantajosa, pois apresenta elevados custos, nesse aspecto o sistema separador apresenta cerca de uma economia de custos de 34,7% quando comparado ao valor total do unitário. Além disso, tecnicamente também se apresenta desvantajoso, por conta do cenário do local, das formas de implantação e indo de acordo com o que é preconizado na legislação brasileira. Por fim, mostrou-se a necessidade da implantação do sistema separador absoluto no município de Macaé, e cabendo a implantação de metas progressivas visando a qualidade do sistema de esgotamento sanitário para a população da localidade.

Palavras-chave: sistema de esgotamento sanitário. separador absoluto. sistema unitário. drenagem urbana.

ABSTRACT

In Brazil, about 63% of the municipalities are served by sewage collection networks, presenting a large deficit in relation to other basic sanitation services. For urban areas, in accordance with the legislation in force, an absolute separator type sewage system is recommended for implementation. However, based on data on network coverage, sanitation plans and driver data, the existence of the unitary system is verified. Both system typologies have advantages and preservation, these can be from the technical, biological and environmental aspects, basic analyzes are found in the technical literature. When considering a context of several municipalities in which beneficiaries must prioritize investments in order to meet contractual deadlines and goals based on legislation, an analysis with local technical data is justified to assist in decision-making. This work aims to technically and economically compare the adoption of the system to be used in the municipality of Macaé, specifically in the Sede district, covering about 16 basins. Using other parametric analyzes of other works to arrive at the implementation costs of the absolute separator system for sanitary sewage, drainage and for the unitary system. The results surprised that the transitory implantation of the unitary system for the progressive destination for the absolute separator is not advantageous, because it presents high costs when compared, in this aspect the separator system presents about a saving of 34.7% when compared to the total value of the unitary. In addition, technically it is also disadvantageous, due to the local scenario, the forms of implementation and going according to what is recommended in Brazilian legislation. Finally, the need for the implementation of the absolute separator system in the municipality of Macaé was shown, and the implementation of progressive goals aimed at the quality of the sanitary sewage system for the local population was shown.

Key words: sewer system. separate systems. combined system. urban drainage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema Unitário.....	20
Figura 2: Sistema Separador absoluto.	21
Figura 3: Diferenciação dos tipos de drenagem.	22
Figura 4:Regiões de Governo e Microrregiões Geográficas.	25
Figura 5: Delimitações dos distritos de Macaé.....	26
Figura 6:Delimitações dos bairros da Sede de Macaé.	27
Figura 7:Delimitações das bacias da Sede de Macaé.	28
Figura 8:Delimitações das bacias da Sede de Macaé e bacias com sistema de esgotamento sanitário implantadas.	Erro! Indicador não definido.
Figura 9:Delimitações dos Distrito Sede de Macaé.	30
Figura 10:Delimitações das bacias da Sede de Macaé para implantação do sistema de esgotamento sanitário.	32
Figura 11:Terreno genérico apresentado com altimetria, para estudo do custo de implantação.....	34
Figura 12:Bacia 7A com a marcação de sua extensão de rede.....	35
Figura 13:Bacia 7B com a marcação de sua extensão de rede.	36
Figura 14:Bacia 7C com a marcação de sua extensão de rede.	36
Figura 15:Bacia 7D com a marcação de sua extensão de rede.....	37
Figura 16:Bacia 7E com a marcação de sua extensão de rede.	37
Figura 17:Bacia 7F com a marcação de sua extensão de rede.....	38
Figura 18:Bacia 8 com a marcação de sua extensão de rede.....	38
Figura 19:Bacia 8A com a marcação de sua extensão de rede.....	39
Figura 20: Bacia 9 com a marcação de sua extensão de rede.....	39
Figura 21:Bacia 9A com a marcação de sua extensão de rede.....	40
Figura 22:Bacia 9B com a marcação de sua extensão de rede.	40
Figura 23: Bacia 10 com a marcação de sua extensão.	41
Figura 24:Bacia 11 com a marcação de sua extensão de rede.....	41
Figura 25:Bacia 12 com a marcação de sua extensão de rede.....	42
Figura 26:Bacia 13 com a marcação de sua extensão de rede.....	42
Figura 27:Bacia 14 com a marcação de sua extensão de rede.....	43
Figura 28:Área total de implantação do sistema de drenagem e para o sistema unitário em m ²	48
Figura 29:Comparação entre a seção da tubulação de sistemas unitários em diferentes casos.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição da composição dos diâmetros da rede de transporte de esgotos por faixas de população de saturação.....	23
Tabela 2: Relação entre as alturas manométricas e vazões das elevatórias.....	24
Tabela 3: Bairros existentes na Sede de Macaé e grifados em laranja os bairros que possuem rede coletora de esgotamento sanitário.	27
Tabela 4: Lista de bacias para implantação do sistema de esgotamento sanitário.	32
Tabela 5: Valores encontrados de custo/m ² no pior cenário de implantação.	34
Tabela 6: Quantidade de habitantes por bairro, divididos proporcionalmente por bacias.	44
Tabela 7: Extensão de rede coletora necessária por diâmetro e por bacia.	45
Tabela 8: Custo por metro de diâmetro 200 a 400mm.	45
Tabela 9: Custo por metro de diâmetro 400 a 800mm.	45
Tabela 10: Quantias Gerais por diâmetro, para implantação da rede coletora separador absoluto.....	46
Tabela 11: Custo encontrados por bacia para a implantação das elevatórias necessárias.	47
Tabela 12: Prós e contras do sistema unitário para a cidade de Macaé-RJ.	50
Tabela 13: Prós e contras sistema separador absoluto para a cidade de Macaé-RJ.....	50
Tabela 14: Valores finais dos custos de implantação.	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Custo de implantação de coletores DN 200 A 400mm.

Gráfico 2: Custo de implantação de coletores DN 400 A 800mm.

EQUAÇÕES

Equação 1: Obtenção de custo por m de rede coletora. (200 a 400mm)	33
Equação 2: Obtenção de custo por m de rede coletora. (400 a 800mm)	33
Equação 3: Obtenção de custo por m de linha de recalque.	33
Equação 4: Obtenção de custo por m de linha de recalque.	33
Equação 5: Obtenção de custo por m de linha de recalque.	33
Equação 6: Obtenção de custo por m de linha de recalque.	33

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

APPs - Áreas de Preservação Permanente

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO - Demanda Química de Oxigênio

EEE - Estação Elevatória de Esgoto

ESANE - Empresa Pública Municipal de Saneamento

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente

FGTS - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

GAP - Galerias de águas pluviais

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

INEA - Instituto Estadual do Ambiente

LNSB - Lei Nacional de Saneamento Básico

PDM - Plano Diretor Municipal

PPA - Plano Plurianual

PPP - Parceria Público-Privada

PSB - Plano de Saneamento Básico

PV - Poço de Visita

RJ - Rio de Janeiro

SEMA - Secretaria Municipal de Ambiente e Sustentabilidade

SEMASA - Secretaria Adjunta de Saneamento

SES - Sistema de Esgotamento Sanitário

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SIMMA - Sistema Municipal de Meio Ambiente

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SISB-MACAE - Sistema de Informações de Saneamento Básico de Macaé

SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

UASB - Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	18
2.1.1	Sistema unitário	19
2.1.2	Sistema Separador absoluto.....	20
2.2	SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA	21
2.3	FATORES QUE INFLUENCIAM NA IMPLANTAÇÃO DA REDE COLETORA DE ESGOTO.....	22
3	METODOLOGIA.....	25
3.1	OBJETO DE ESTUDO	25
3.2	ABORDAGEM METODOLÓGICA	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1	RESULTADOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO	44
4.2	RESULTADOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA UNITÁRIO 48	
4.3	DISCUSSÃO SOBRE OS SISTEMAS EMPREGADOS	49
5	CONCLUSÕES.....	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
	APÊNDICE A – DIVISÃO POR BACIAS.....	54
	APÊNDICE B – QUANTIDADES POR ELEVATÓRIA.....	55
	ANEXO A – ELEVATÓRIAS EXISTENTE NO MUNICÍPIO.	56

1 INTRODUÇÃO

A Lei Federal nº 11.445/2007, referida como Lei do Saneamento Básico, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento, definindo o mesmo como o conjunto de serviços, atividades, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). A lei teve sua atualização a partir da aprovação da Lei nº 14.026/2020, que altera o marco legal do saneamento básico e, dentre outras mudanças, prevê a universalização dos serviços de água e esgoto até 2033 e viabiliza investimentos privados no setor.

O cenário brasileiro, apresenta contraste nos serviços de saneamento prestados, sabendo que a média da população urbana atendida por redes de abastecimento de água é cerca de 93,4%, enquanto cerca de 63,2% desta é atendida por redes de esgotamento sanitário (SNIS, 2020). Em vista disso é notável que, o avanço no investimento em sistemas de abastecimento de água não foi seguido na mesma proporção pelo investimento em redes coletoras de esgoto.

Já com relação à drenagem das águas pluviais urbanas, segundo mesmo levantamento 45,5% dos municípios brasileiros possuem sistema exclusivo drenagem, e 12% dos municípios possuem sistema combinado ou unitário (o levantamento SNIS 2020 teve como amostra cerca de 73,7% dos municípios brasileiros). Um cenário que também precisa de atenção e investimentos para futuro crescimento, por estar envolvido diretamente com a solução de alagamentos e enchentes que podem atingir a população de maneira drástica.

Na literatura técnica são definidas duas tipologias de sistemas de esgotamento sanitário: os sistemas unitários, também chamados de combinados, e os sistemas separadores absolutos. O primeiro se configura por um sistema de tubulações responsável pela coleta de esgotos sanitários em períodos de tempo seco, e pela coleta combinada de esgotos e águas pluviais em períodos de chuva. Já os separadores absolutos são caracterizados pela presença de duas redes coletoras separadas: uma para águas pluviais e uma para esgoto. (NUVOLARI, 2011).

A legislação brasileira admite apenas o sistema de esgotamento do tipo separador absoluto, aceitando apenas de forma provisória onde já instalado, o sistema unitário. (BRASIL, 2007). Como solução definitiva, na teoria, o sistema separador absoluto se apresenta como recurso ambientalmente mais correto, pois estaria garantindo o

direcionamento total dos despejos para uma estação de tratamento de esgotos (ETE) que, por sua vez, teria a capacidade necessária para tratar apenas as vazões dos efluentes sanitários. As águas pluviais, por sua vez, seriam descarregadas diretamente em um corpo hídrico. No entanto, levando em consideração que a legislação permite transitoriamente a ligação nas redes de drenagem e que no Brasil muitas vezes existem ligações de esgoto clandestinas nas redes de águas pluviais, temos o lançamento destes nos corpos hídricos sem tratamento.

Embora a legislação brasileira preveja a utilização de sistemas separadores absolutos, a não padronização desse sistema no Brasil assume a possibilidade da utilização de sistemas combinados. A escolha de um sistema em detrimento a outro está ligada à critérios técnicos e principalmente econômicos a cada tipologia. A definição desses critérios está baseada inicialmente na existência do sistema já construído, no planejamento de investimentos para implantação do sistema separador absoluto conforme preconizado na legislação e capacidade dos corpos receptores locais.

Este trabalho busca levantar a situação dos sistemas de esgotamento sanitário e alguns pontos da drenagem de águas pluviais do município de Macaé, Estado do Rio de Janeiro, discutindo os possíveis critérios a serem considerados para hierarquia de importância de investimentos para implantação dos sistemas separadores ou utilização de sistemas unitários com provisionamento de elementos para viabilidade de um sistema unitário temporário.

1.1.1 Objetivo Geral

Comparar aspectos técnicos e econômicos dos sistemas de esgotamento separadores e combinados, relevantes para sua implantação e manutenção.

1.1.2 Objetivos Específicos

Estudar as tipologias de sistemas de esgotamento com vistas aos requisitos legais e condições de implantação.

Comparar os sistemas com foco nos requisitos legais a serem atendidos e as condições locais existentes.

Comparar técnica e economicamente o sistema unitário e o sistema separador absoluto implantado em bairros diferentes em Macaé-RJ.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho apresenta uma estrutura de capítulos conforme a seguir:

Capítulo 1: Inicia com uma introdução ao tema, exemplificando os principais impulsionadores do trabalho, contendo os seus objetivos e toda sua estrutura.

Capítulo 2: Apresenta a revisão bibliográfica e os principais critérios utilizados no trabalho. Apresentando a definição dos sistemas estudados e a determinação das considerações para cada estudo.

Capítulo 3: Apresenta abordagem metodológica do estudo e o objeto de estudo, visto que, é uma cidade específica.

Capítulo 4: Apresenta os resultados encontrados e as análises resultantes.

Capítulo 5: Apresenta conclusão baseada nas análises do trabalho e propostas para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Na história do desenvolvimento humano pode-se notar que a água utilizada para as atividades em geral, possuía características que representavam riscos à saúde e, após utilização, se tornava impróprio o seu consumo e retorno ao meio ambiente. Sendo denominada de água residuária e apresentando diferenças que variam de acordo com seu uso, dessa maneira condicionando ao seu tratamento antes do reuso ou destinação final (PEREIRA & SILVA, 2010).

Historicamente, há registros de galerias para esgoto construídas em Nipur (Índia) e na Babilônia por volta de 3750 a. C., além das citadas, a Roma imperial também apresentava ligações diretas de suas casas até os canais existentes em sua época. Os registros da Idade Média não possuem apontamentos de volumosas realizações sobre o saneamento, por conseguinte em meados do século XIX coincidem com diversos reflexos de epidemias ocorridas em toda Europa. Inglaterra por exemplo, atreladas ao crescimento e concentração populacional, devido a ser o berço da Revolução Industrial registrou numerosos surtos epidemiológicos, sendo pioneiros nos dimensionamentos de Galerias de Águas Pluviais - GAPs adaptadas hidraulicamente para também receberem efluentes sanitários (METCALF & EDDY, 1977 *apud* NUVOLARI 2011).

Por volta de 1879, o Engenheiro George Waring propôs em Memphis, nos Estados Unidos, um sistema no qual a captação e transporte de águas residuárias seria separado totalmente do destinado para águas pluviais. Devido aos elevados custos de implantação para as condições locais, o sistema separador absoluto se mostrou como uma excelente solução por ser menos custoso. Com intuito de resolver o problema de saneamento da cidade, o esquema proposto atendeu às expectativas da população, sendo feitas obras de menor porte e, por consequência menor custo, a partir de então o sistema foi difundido e utilizado em demais localidades (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Os sistemas de esgotamento sanitário (SES) são caracterizados pelo agrupamento de soluções coletivas de atividades, serviços e infraestruturas responsáveis pela coleta, transporte, tratamento e disposição final de efluentes sanitários. As águas residuárias coletadas e transportadas em suas tubulações são caracterizadas pela concentração de poluentes e emissão de fortes odores. Portanto, os SES têm como principal função isolar e afastar os resíduos das populações, promover o seu tratamento e, após esse lançar a um

corpo receptor, assegurando a sua intenção de redução dos riscos à saúde e ao meio ambiente.

De acordo com sua concepção, os SES são aplicáveis em regiões urbanas, devido ao alto adensamento populacional, nas quais soluções individuais são inviabilizadas. O sistema de esgotamento sanitário se posiciona como solução abrangente oferecendo de forma coletiva a coleta e tratamento dos esgotos domésticos, industriais e comerciais.

Os SES são habitualmente compostos por redes coletoras e órgãos acessórios, em toda sua extensão, que conduzem os efluentes e os destinam por gravidade para pontos fixos, onde se localizam estações de tratamento. Para transportar o esgoto a cotas mais elevadas, são implantadas Estações de Bombeamento ou Estações Elevatórias de Esgotos, levando as águas residuárias, para então prosseguirem para estação de tratamento. Após tratamento realizado, ocorre envio para lançamento nos corpos hídricos. No entanto, as particularidades do sistema implantado dependem de características físicas, econômicas do local para detalhamento no projeto.

2.1.1 Sistema unitário

No sistema de esgotamento unitário ou combinado, os efluentes sanitários e as águas da chuva são captados e conduzidos pelo mesmo conjunto de tubulações para serem tratados de forma integrada e posteriormente lançados nos corpos hídricos. O sistema é composto por tubulações responsáveis pela coleta de esgotos sanitários em tempo seco, e pela coleta combinada de esgotos e águas pluviais em períodos de chuva, sendo denominado comumente por captação a tempo seco. Dessa maneira, o sistema hidráulico deve levar em consideração as vazões máximas de chuva de projeto, além disso, manter a capacidade mínima para escoamento de toda carga sanitária para tempo seco. (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Para esse tipo de sistema, considera-se que a água da chuva atua como um agente que dilui o esgoto nos períodos chuvosos, pressupondo que a mesma não possui carga poluente considerável. Por essa razão, em alguns pontos estratégicos são implantados extravasores. Logo temos, uma parcela diluída sendo enviada para os corpos hídricos em períodos de chuva e outra encaminhada para estações de tratamento de esgoto. (TSUTIYA e BUENO, 2004).

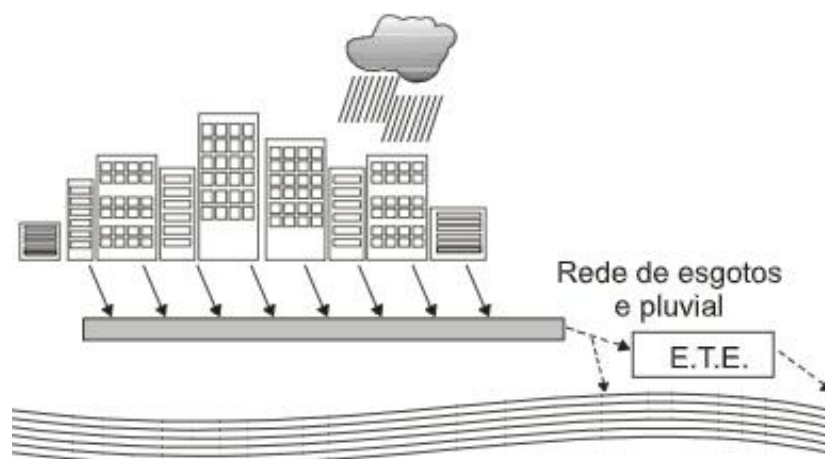


Figura 1: Sistema Unitário.
(Fonte: Tsutiya e Bueno, 2004.)

2.1.2 Sistema Separador absoluto

O sistema separador absoluto possui tubulações segregadas destinadas a esgotos sanitários e águas pluviais. A tipologia de sistema separadora absoluta possui uma rede que encaminha contribuições de esgoto geradas para estação de tratamento dimensionadas de acordo com a vazão dos efluentes. E outra tubulação responsável pela drenagem urbana, composta por galerias pluviais que encaminham para um corpo hídrico as águas das chuvas a qualquer oportunidade de deságue.

A priori, como este sistema considera para dimensionamento apenas a carga das águas residuárias ele possui comumente custos menos elevados de implantação, por preconizar diâmetros menores, oferecendo flexibilidade para execução em etapas. Porém, para o sucesso de implantação se faz necessário o controle, a fim de evitar ligações parasitárias, ou seja, ligações de águas pluviais junto a rede coletora de esgoto. (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Ademais, ainda existe uma variação desse sistema, conhecido por sistema separador parcial. Sendo nestes, uma parcela das águas pluviais escoadas de telhados e pátios das economias são direcionadas a rede de coleta de esgotos, enquanto as águas pluviais que escoam pelas vias e pela área pavimentada são conduzidas as galerias de águas pluviais. Porém, não é habitualmente utilizado. (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

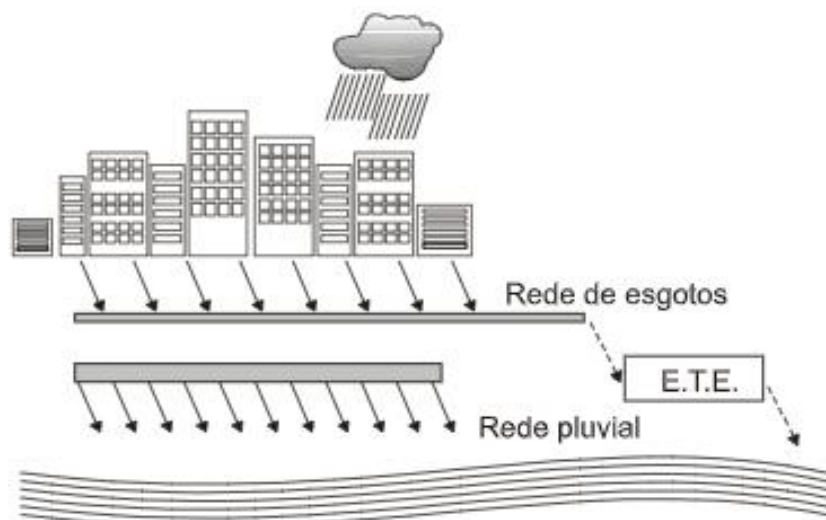


Figura 2: Sistema Separador absoluto.
(Fonte: Tsutiya e Bueno, 2004.)

2.2 SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

Em paralelo ao desenvolvimento dos sistemas de coleta de esgotamento sanitário, os sistemas de drenagem urbana foram se consolidando no meio urbano possuindo os mesmos motivadores históricos citados anteriormente. Nas cidades urbanizadas, com o crescimento populacional, se encontravam cada vez maior parcela de impermeabilizado. Com estes diferentes aspectos as chuvas passaram a provocar enchentes, impediam o deslocamento de pessoas, interrompiam vias de trânsito e se tornavam potencialmente disseminadoras de doenças ao se agregarem com os resíduos sólidos urbanos.

Para o acompanhamento e resolução das problemáticas existentes, o estudo dos parâmetros ligados as chuvas se tornaram mais aprofundados, a fim de que se tornasse possível a coleta e manejo das águas do ambiente urbano para corpos hídricos próximos. Os sistemas de drenagem urbana passam a ser compostos por dois sistemas distintos e integrados, o de macrodrenagem e microdrenagem, sendo o primeiro responsável por coletores de maiores dimensões, considerando ocorrência de chuvas intensas, possuindo galerias de grande porte com diâmetros maiores do que 1,5 m, com adoção de períodos de retorno para chuvas da ordem de 25 anos para esse tipo de obra.

O segundo sistema conhecido por microdrenagem, composto por pavimentos das ruas, guias, bocas de lobo e sarjetas, canais de pequenas dimensões, considera a ocorrência do tempo de retorno cerca de 2 a 10 anos (CETESB, 1986). Para o sistema como um todo, temos primeiramente a água sendo interceptada nas vias pavimentadas, captada em elementos como bocas-de-lobo, sendo conduzida pelas tubulações subterrâneas se interligando em poços de visita que são a parte contígua às galerias para

posteriormente serem direcionadas a um corpo receptor, representado no esquema da figura 3.

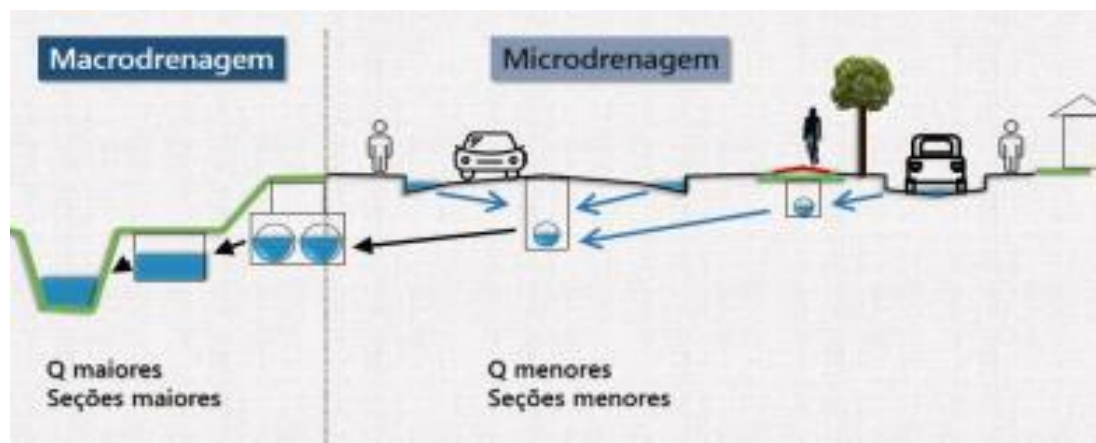


Figura 3: Diferenciação dos tipos de drenagem.
(Fonte: Quizlet 2021)

De maneira geral, as interfaces do sistema de esgotamento sanitário com o de drenagem urbana, ocorrem de maneira integrada para o caso de sistema unitário sendo tubulações de maiores diâmetros para atender as solicitações de ambos. Já para o caso do separador absoluto a interface normalmente ocorre de forma indevida, como a contribuição parasitária citada anteriormente, sendo águas pluviais interligadas nas redes coletoras de esgoto.

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM NA IMPLANTAÇÃO DA REDE COLETORA DE ESGOTO

Segundo estudo apresentado por Pacheco (2015), os fatores que são mandatórios na obtenção dos custos para a implantação de rede coletora de esgoto são: material, diâmetro, profundidade, extensão, grau de urbanização e tipo de solo. A partir dos mesmos é possível obter um valor para relação de reais por metro (R\$/m), tendo uma estimativa de custo de implantação para redes coletoras de esgoto. Primeiramente, o diâmetro sendo obtido através da Tabela 1 estabelecendo a relação entre o número de habitantes e a prévia porcentagem necessária de quantidade por diâmetro. Dessa maneira, chegando a equações que geram uma curva de tendências.

Tabela 1: Distribuição da composição dos diâmetros da rede de transporte de esgotos por faixas de população de saturação.

População (hab)	Diâmetros Nominais (mm)						
	150	200	250	350	500	800	1000
1 - 5.000	100%						
5.001 - 10.000	80,00%	20,00%					
10.001 - 20.000	72,73%	18,18%	9,09%				
20.001 - 50.000	69,57%	17,39%	8,70%	4,35%			
50.001 - 100.000	68,09%	17,02%	8,51%	4,26%	2,13%		
100.001 - 200.000	67,37%	16,84%	8,42%	4,21%	2,11%	1,05%	
200.001 - 500.000	67,02%	16,75%	8,38%	4,19%	2,09%	1,05%	0,52%

Fonte: Cobrape-Engecorps-Geoambiente, 2009.

É possível acompanhar os valores generalizados para custo de implantação de acordo com a tendência da curva gerada pelas equações e assim direcionar as tomadas de decisão.

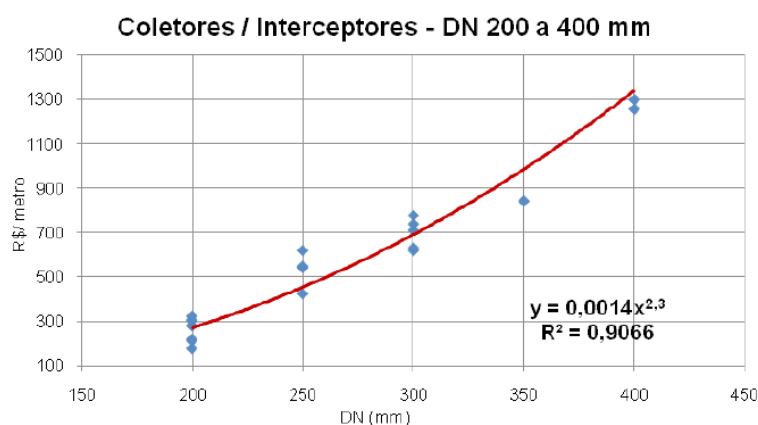


Gráfico 1: Custo de implantação de coletores DN 200 A 400mm.
(Fonte: Pacheco 2015).

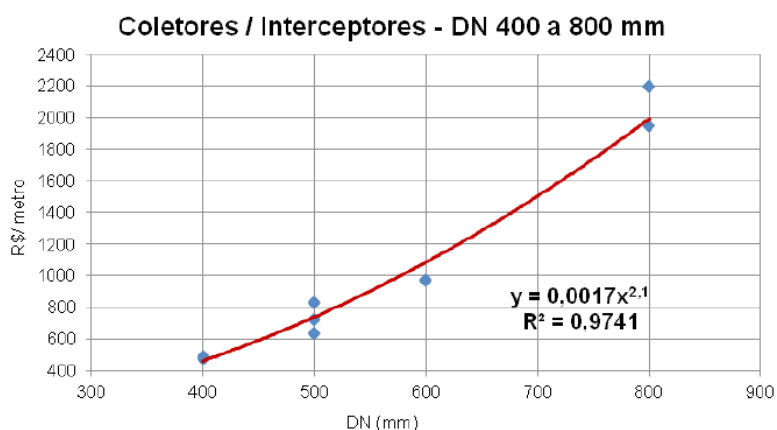


Gráfico 2: Custo de implantação de coletores DN 400 A 800mm.
(Fonte: Pacheco 2015).

Ainda no estudo apresentado por Pacheco (2015), os fatores que são mandatórios na obtenção dos custos para a implantação de elevatórias de esgoto: altura manométrica (metro de coluna d'água - m.c.a) da linha de recalque, e vazão em litros por segundo (L/s), são vistos na tabela 2. Dessa maneira, pode-se formular equações que permitem ter o

valor da elevatória de acordo com a vazão solicitada relacionada à altura manométrica necessária.

Tabela 2: Relação entre as alturas manométricas e vazões das elevatórias.

Altura Manométrica	Classificação
Até 15 m.c.a.	Baixa
De 15 a 30 m.c.a.	Média Baixa
De 30 a 45 m.c.a.	Média Alta
Maior que 45 m.c.a.	Alta

(Fonte: Pacheco 2015).

3 METODOLOGIA

3.1 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo desse trabalho consiste no sistema de esgotamento sanitário do município de Macaé-RJ. Atualmente, o município possui cerca de 1.216,846 Km² e uma população estimada de 244.139 mil habitantes (IBGE, 2017). A cidade é pertencente à Região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, marcada na figura 4 na área em laranja, possui seis distritos, sendo eles; Sede, Cachoeiros de Macaé, Córrego do Ouro, Glicério, Frade e Sana visto na figura 5. Nesse estudo será abordada apenas a zona sede do município, área dentro da área de concessão da empresa privada de saneamento prestadora de serviços nos quais já existe atendimento à população através de rede coletora e operação de sistema de esgotamento, isto é, algumas localidades do município.



Figura 4: Regiões de Governo e Microrregiões Geográficas.
(Fonte: Adaptado RJ/TCE).

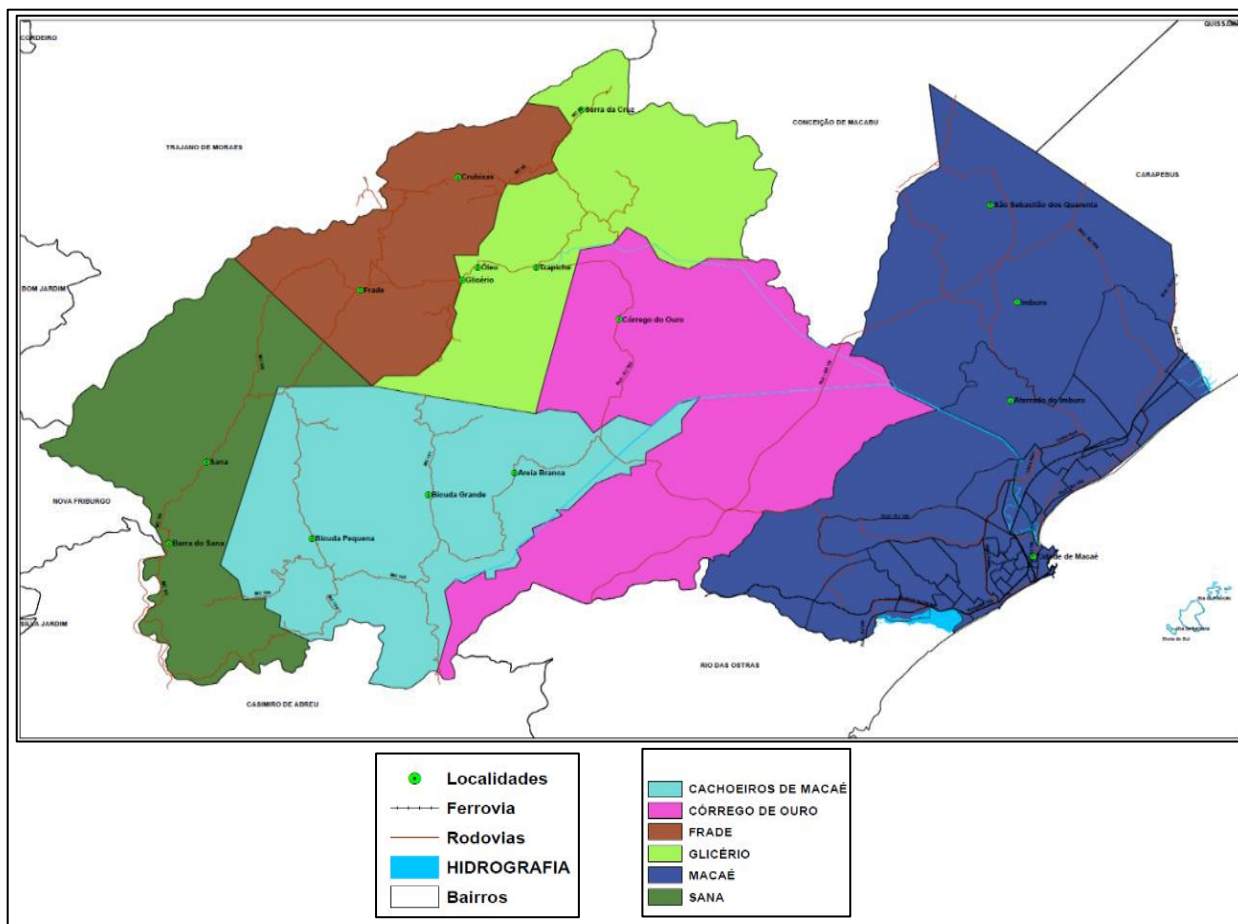


Figura 5: Delimitações dos distritos de Macaé.
(Fonte: Adaptado Prefeitura Municipal de Macaé).

Na figura 6 são apresentadas as delimitações dos bairros do município, Macaé possui cerca de 43 bairros se prolongando ao longo da sua faixa litorânea. Através dos dados coletados no plano de Saneamento da cidade e do site da prefeitura foi possível gerar elementos que pudessem ser quantificados e expressassem a relação estabelecida com o esgotamento sanitário, dessa maneira a tabela 4 apresenta a lista de Bairros existentes no distrito Sede do município de Macaé-RJ acompanhados dos grifados em laranja que representam os bairros que possuem sistema de esgotamento sanitário implantado.



Figura 6: Delimitações dos bairros da Sede de Macaé.
(Fonte: Google Earth, 2022).

Tabela 3: Bairros existentes na Sede de Macaé e grifados em laranja os bairros que possuem rede coletora de esgotamento sanitário. .

Bairros		
Ajuda de baixo	Fronteira	Novo Horizonte
Ajuda de cima	Granja dos Cavaleiros	Parque Aeroporto
Alto dos Cajueiros	Horto	Parque Atlântico
Aroeira	Imbetiba	Parque União
Bairro Glória	Imboassica	Praia Campista
Barra de Macaé	Jardim Santo Antônio	Praia do Pecado
Botafogo	Jardim Vitória	Riviera Fluminense
Cabiúnas	Lagoa	Sol e Mar
Cajueiros	Lagomar	São José do Barreto
Campo D'oeste	Malvinas	São Marcos
Cancela Preta	Miramar	Vale encantado
Cavaleiros	Mirante da Lagoa	Virgem Santa
Centro	Nova Esperança	Visconde de Araújo
Costa do sol	Nova Holanda	
Engenho da Praia	Novo Cavaleiros	

(Fonte: Adaptado/Plano de Saneamento do Município de Macaé).

Na tabela 4 é possível ver que o município na região Sede apresenta 43 bairros e possui cerca de 13 bairros com esgotamento sanitário implantado. Sendo assim, nessa zona 32% dos bairros possuem sistema de esgotamento sanitário implantado, um número que demonstra a necessidade de investimentos no setor para crescimento.

O Município é subdividido em bacias de esgotamento que abrangem um sistema de escoamento dos efluentes sanitários gerados. As figuras 7 e 8 apresentam as divisões das bacias do Município, e os locais onde existem redes coletoras de esgotos implantadas, suas respectivas elevatórias, e as Estações de Tratamento. Possuindo 4 subsistemas, o subsistema do Aeroporto, o subsistema do centro, o subsistema do Lagomar e o subsistema do Mutum englobando entorno de 25 sub-bacias.

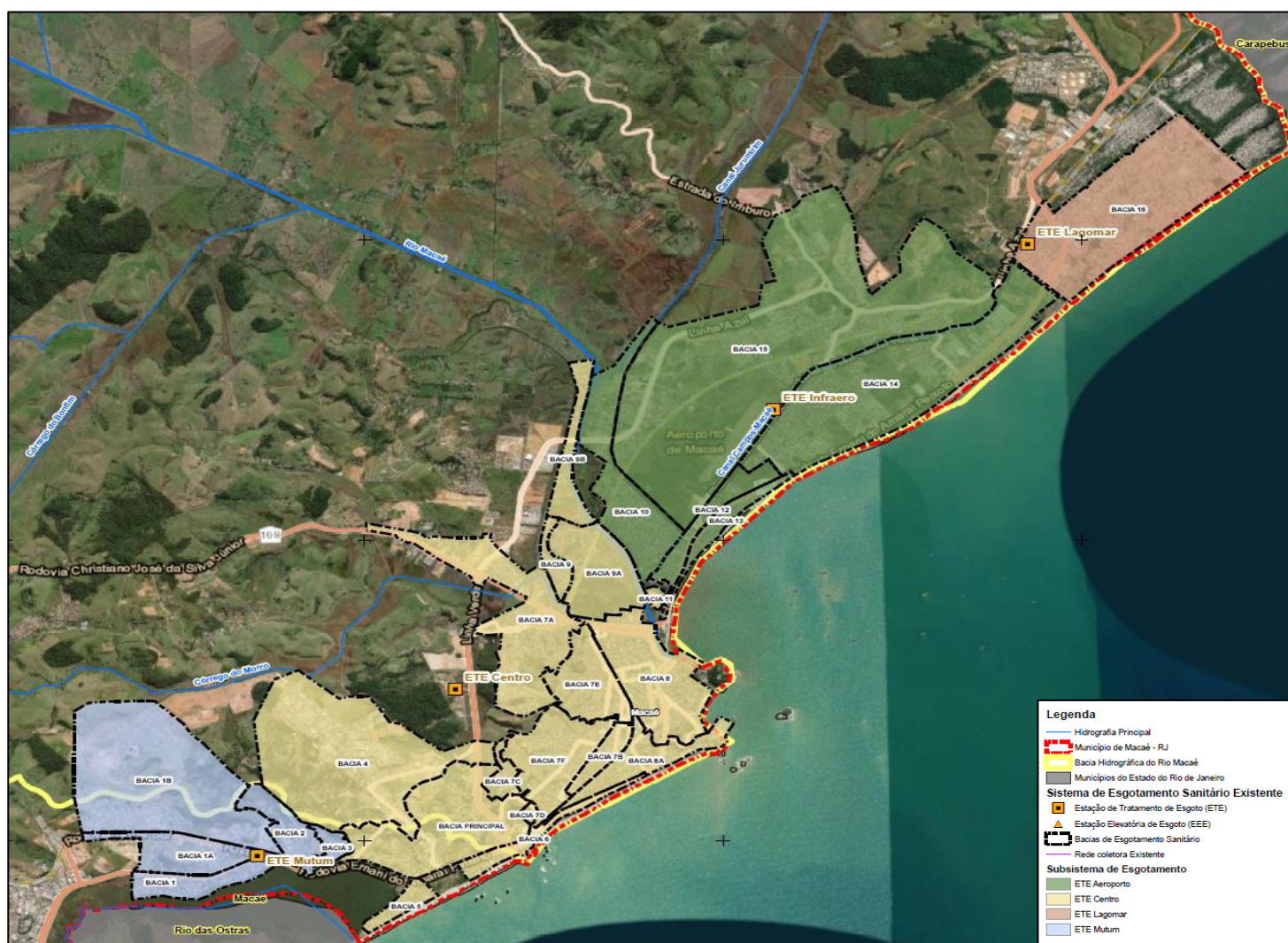


Figura 7: Delimitações das bacias da Sede de Macaé.
(Fonte: Adaptado/ Plano de Saneamento do Município de Macaé).

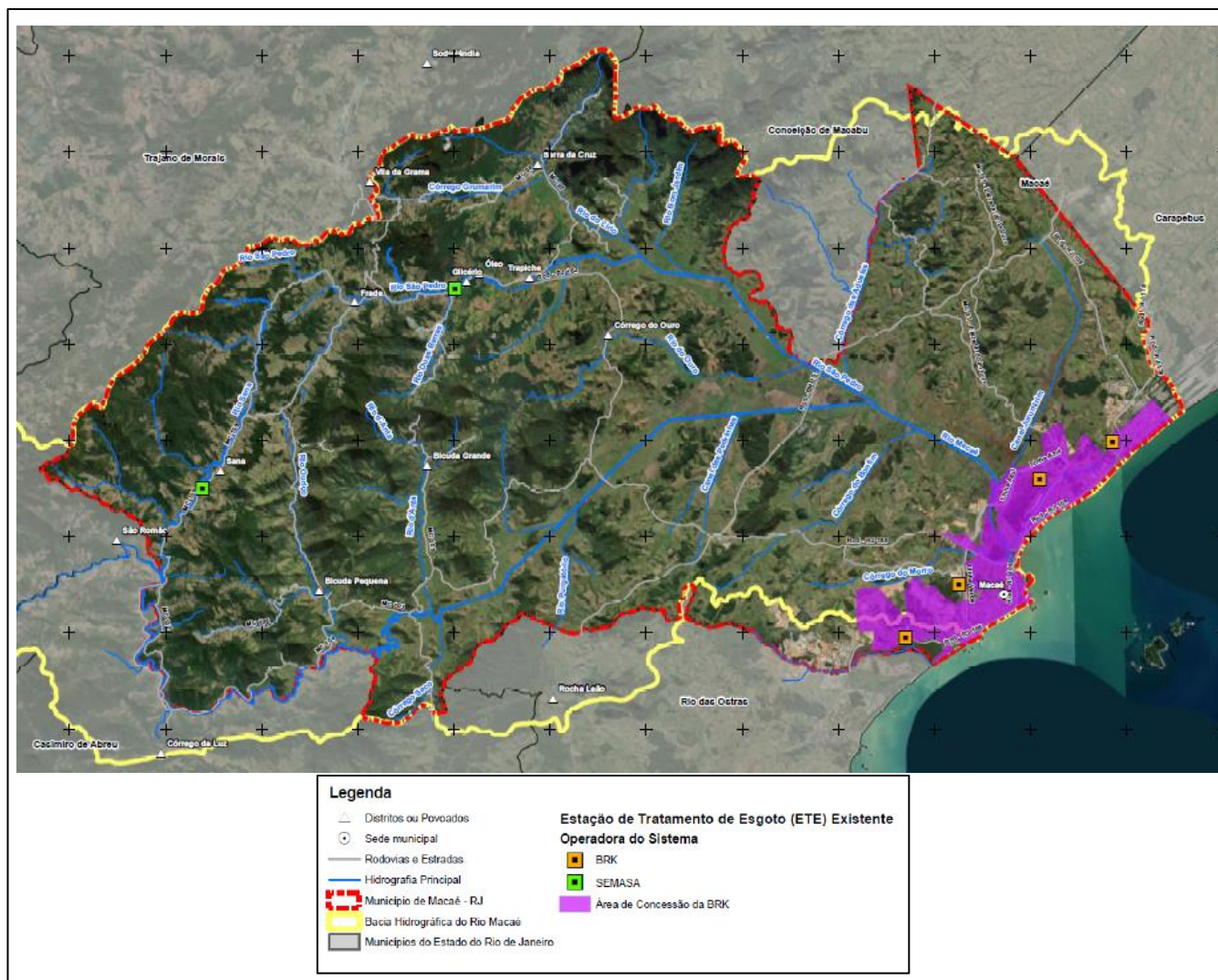


Figura 9: Delimitações dos Distrito Sede de Macaé.
(Fonte: Adaptado Plano de Saneamento do Município de Macaé).

Primeiramente, a ETE Mutum, implantada em abril de 2014, localizada no bairro Lagoa, contém dois módulos de tratamento, com vazão nominal de 20 L/s cada. Dimensionada para promover o tratamento de efluentes domésticos a nível terciário, remove DBO, DQO, SST, os organismos patogênicos, sendo o corpo receptor é a Lagoa de Imboassica.

A ETE Centro, localizada no Bairro da Glória às margens de Linha Verde, importante via expressa da cidade de Macaé-RJ. A Estação tem vazão nominal de 100 L/s, foi dimensionada para promover o tratamento de efluentes sanitários em nível terciário, removendo DBO, DQO, SST, os organismos patogênicos, e seu corpo receptor é o Canal Capote que desemboca no Canal Campos-Macaé. Dentro dessa unidade existe uma instalação de reuso com capacidade de tratamento de 10 L/s. Essa água de reuso é usada nos caminhões combinados da própria Concessionária operante.

Além das estações apresentadas, o município dispõe da ETE Lagomar, localizada no bairro Lagomar que possui uma vazão nominal de 40 L/s, que utiliza a tecnologia de tratamento de lodos ativados através da aeração prolongada. Segundo informações contidas no plano de saneamento do município de Macaé, 2021 (SEMASA, 2021) a estação recebe cerca de 10 a 15 caminhões limpa fossa por dia, material normalmente oriundo de locais que não possuem rede de esgotamento sanitário implantadas.

Existe na região Sede do município a ETE Infraero, localizada no bairro Parque Aeroporto, a estação encontra-se em funcionamento e é utilizada para tratamento do esgotamento sanitário gerado pelos passageiros e funcionários do aeroporto de Macaé. Implantada em 2019, se trata de uma ETE compacta, com vazão nominal de 1 L/s. Dimensionada para promover o tratamento de efluentes domésticos a nível secundário, e o seu corpo receptor é o Canal Campos-Macaé.

Com relação ao sistema de drenagem de águas pluviais do município informações como extensão e situação das GAPs não é apresentada no Plano de Saneamento. O Plano foca principalmente nos problemas de inundação que a cidade sofre nos períodos de fortes chuvas. Como este trabalho visa um levantamento geral, estimativa da cobertura pelo sistema unitário levará em consideração a totalidade da extensão do arruamento da Sede, dessa maneira, como se não possuísse implantação de rede de drenagem.

3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A abordagem do trabalho consiste na estimativa dos custos da implantação do sistema de esgotamento sanitário nos bairros que inexistem a rede coletora de esgotamento sanitário, de forma generalista será considerada apenas a extensão do arruamento para os cálculos, não considerando a topografia dos terrenos apresentados, esses custos compararão a implantação do sistema separador absoluto e o sistema unitário. A tabela 4 apresenta os dados das bacias utilizadas nos cálculos. Para fins exemplificar os cálculos apresentaremos por bacias os locais de estudo, de acordo com a figura anterior a implantação será nas seguintes bacias contidas na tabela 5 e figura 10.

Tabela 4::Lista de bacias para implantação do sistema de esgotamento sanitário.

Bacias	Bacias
Bacia 7A	Bacia 9
Bacia 7B	Bacia 9A
Bacia 7C	Bacia 9B
Bacia 7D	Bacia 10
Bacia 7E	Bacia 11
Bacia 7F	Bacia 12
Bacia 8	Bacia 13
Bacia 8A	Bacia 14

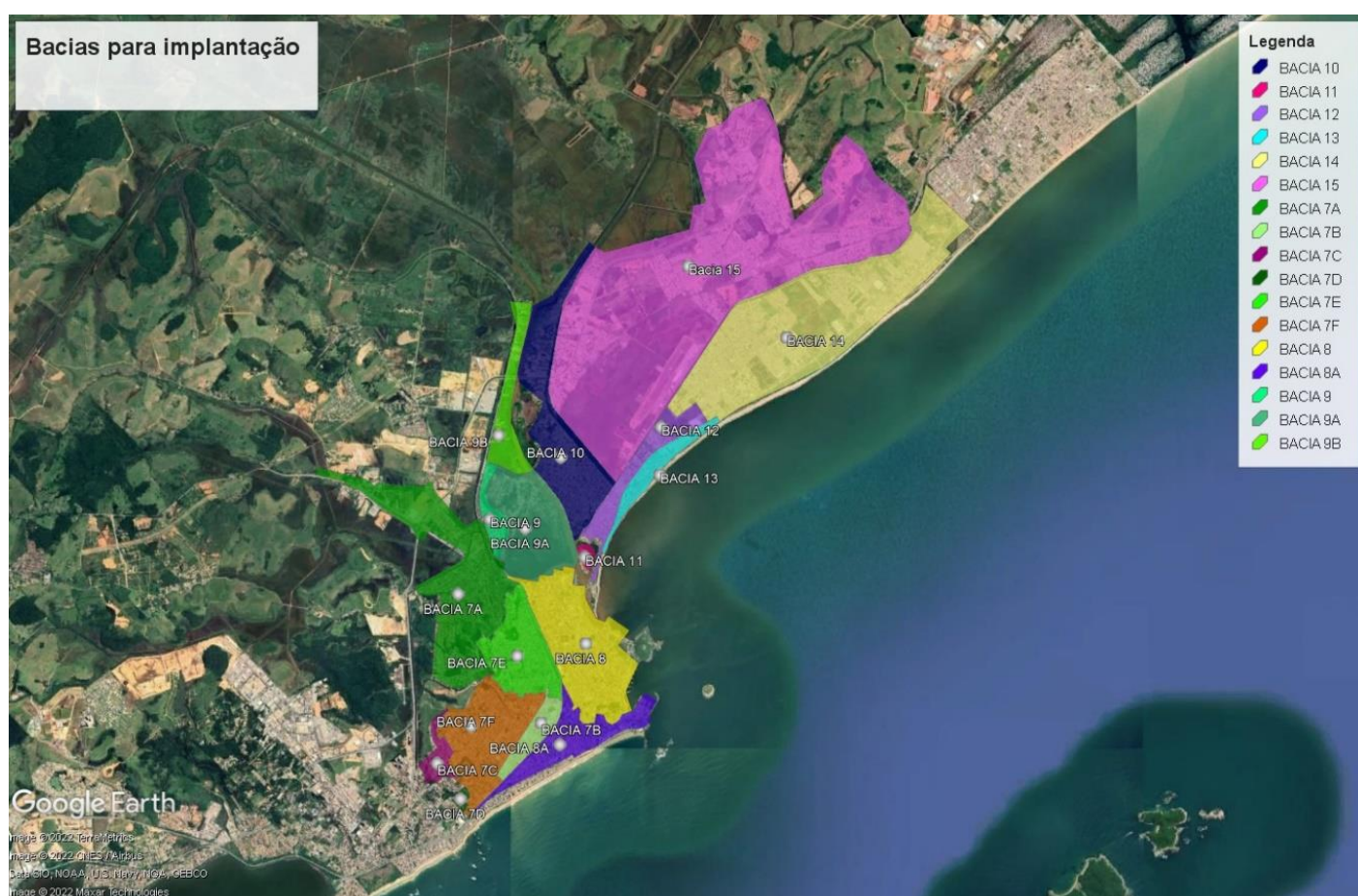


Figura 10:Delimitações das bacias da Sede de Macaé para implantação do sistema de esgotamento sanitário.

(Fonte: Autor/ Google Earth).

Para o cálculo do custo do sistema de esgotamento sanitário separador absoluto será utilizado o estudo do Pacheco (2015), e com base em demais concepções a análise conseguiu desenvolver a partir das equações 1 e 2, e baseado nos diâmetros encontrados através da tabela 1 é possível estabelecer a relação entre o número de habitantes e a prévia porcentagem necessária de quantidade por diâmetro, e assim, chegar a resultados do valor

do custo por metro implantado, sabendo que as equações se apresentam de forma diferente para diâmetros de 200 a 400 mm e diâmetros de 400 a 800 mm.

Equação 1: Obtenção de custo por m de rede coletora. (200 a 400mm)

$$y = 0,0014 x^{2,3}$$

Equação 2: Obtenção de custo por m de rede coletora. (400 a 800mm)

$$y = 0,0017 x^{2,1}$$

onde:

y = resultado em R\$/m

x = DN do tubo em mm

Ainda no cálculo para o sistema separador absoluto será utilizado do mesmo estudo para o custo das elevatórias, levando em consideração os aspectos mandatórios apresentados para tomada de decisão. Dessa maneira, pode-se utilizar as equações que permitem ter o valor da elevatória de acordo com a vazão solicitada relacionada à altura manométrica necessária.

Equação 3: Obtenção de custo por m de linha de recalque.

$$y = 98.000 \ln(x) + 250.000$$

Para; Altura manométrica até 15 m.c.a.

Vazões entre 0 e 40 L/s

Equação 4: Obtenção de custo por m de linha de recalque.

$$y = 191.000 \ln(x) + 50.000$$

Para; Altura manométrica de 15 m.c.a. a 30 m.c.a.

Vazões entre 0 e 380 L/s

Equação 5: Obtenção de custo por m de linha de recalque.

$$y = 290.000 \ln(x) + 140.000$$

Para; Altura manométrica de 30 m.c.a. a 45 m.c.a.

Vazões entre 0 e 200 L/s

Equação 6: Obtenção de custo por m de linha de recalque.

$$y = 775.000 \ln(x) - 1.200.000$$

Para; Altura manométrica acima de 45 m.c.a.

Vazões entre 0 e 260 L/s.

onde:

x = é a vazão em (L/s)

y = o resultado em R\$.

Já para o cálculo do sistema separador de drenagem, e para o sistema unitário, será utilizado o estudo apresentado por Mutti (2015), que para uma área de 609.700 m² genérica foram explicitados os parâmetros e cenários possíveis para implantação de um sistema de drenagem, um sistema coletor de esgotos, um sistema de drenagem e um sistema unitário para o clima tropical, sendo consideradas áreas no estado do Rio de Janeiro – RJ. Na figura 11 é apresentado o terreno genérico de base para os cálculos considerando inclinação, e na tabela 5 os valores encontrados para os mais desfavoráveis cenários, sendo que no pior cenário uma das principais considerações é o alto grau de adensamento considerando bairros comerciais, podendo apresentar 1000 hab/ha.

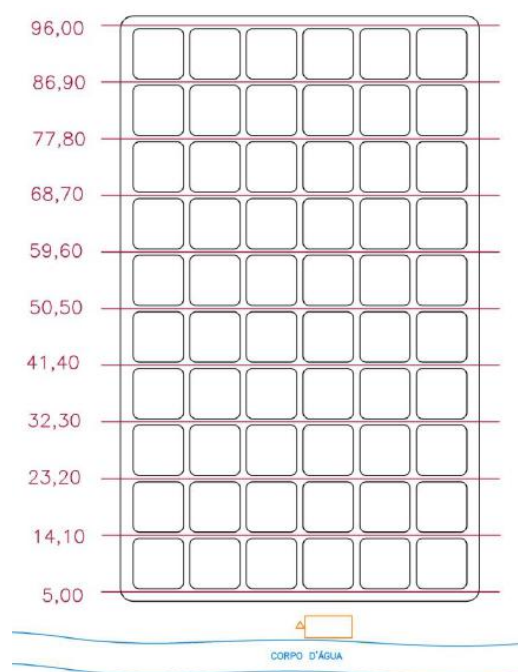


Figura 11: Terreno genérico apresentado com altimetria, para estudo do custo de implantação.
(Fonte: Adaptado/Mutti 2015).

Tabela 5: Valores encontrados de custo/m² no pior cenário de implantação.

	Sistema de drenagem separador	Sistema unitário Tropical
Valores para o pior cenário (Terreno inclinado 10%/ Grau de adensamento elevado)	R\$ 13.119.139,50	R\$ 76.897.668,76

(Fonte: Adaptado/Mutti 2015).

Tendo como base esse estudo, é possível entender uma relação de custo por m² de implantação e assim ter uma estimativa próxima a realidade visto que foram

considerações genéricas que foram abordadas, podendo ser parametrizados para os custos a serem apresentados.

A estimativa dos custos de implantação leva em consideração a extensão de rede necessária para cobertura para atendimento à população em cada bacia. Os dados de extensão foram obtidos através da ferramenta Google Earth pelos traçados dos logradouros, isto é, vias dos bairros, as demarcações das bacias com base nas demarcações da figura do Plano de Saneamento municipal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira bacia apresentada é a bacia 7A, que contempla os bairros, Aroeira, Botafogo, Jardim Vitória, Jardim Santo Antônio e Virgem Santa. Essa bacia não possui rede coletora, com exceção do bairro jardim vitória, bairro este desconsiderado na definição extensão. A bacia demanda cerca de 35.390,51 m de extensão de rede coletora a ser implantada.



Figura 12: Bacia 7A com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

Na figura 13 é apresentada a bacia 7B contemplando o bairro Sol e Mar e um pequeno trecho no bairro Visconde de Araújo, no local seria necessário cerca de 9.706,14 m de rede coletora.



Figura 13: Bacia 7B com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

A próxima localidade é a bacia 7C (figura 14), esta abrange parte do bairro Cancela Preta e uma parte do bairro Novo Horizonte, possui cerca de 4.931,65 m de rede coletora a ser implantada.

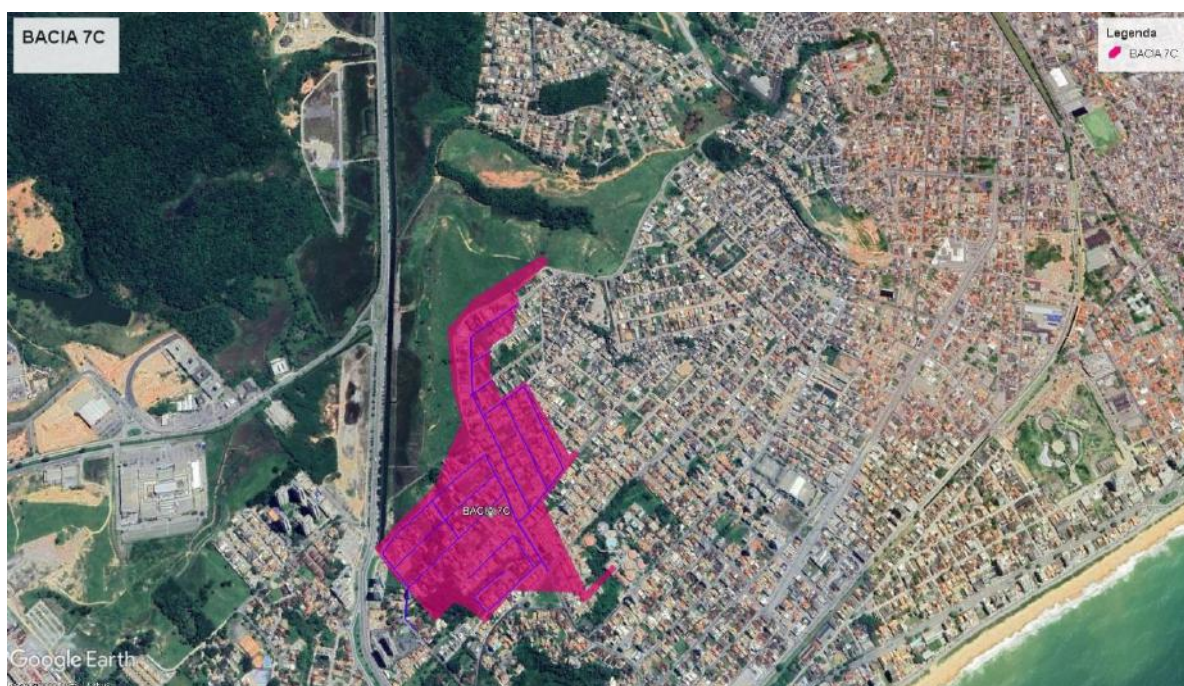


Figura 14: Bacia 7C com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

Na figura 15 é apresentada a bacia 7D, ela engloba apenas o bairro cancela preta e possui cerca de 1.120,12 *m* para implantação.



Figura 15: Bacia 7D com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

A bacia é a 7E está na figura 16, contemplando os bairros do Miramar e Visconde de Araújo, possui cerca de 21.852,44 *m* de extensão para implantação.



Figura 16: Bacia 7E com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

A bacia 7F abrange os bairros Sol e Mar, Cancela Preta, Novo horizonte e Campo do Oeste possuindo entorno de 29.974,06 *m* de extensão.



Figura 17: Bacia 7F com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

Na figura 18 é apresentada a bacia 8 que contém no seu escopo os bairros Imbetiba, Centro, Cajueiros e Alto dos Cajueiros, possuindo entorno de 43.331,13 m de extensão.



Figura 18: Bacia 8 com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

A bacia 8A na figura 19 engloba os seguintes bairros Imbetiba, Praia Campista, Alto dos Cajueiros e Costa do Sol, possuindo entorno de 13.500,32 m de extensão.



Figura 19: Bacia 8A com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

A bacia 9 demonstrada a seguir contempla somente parte do bairro da Malvina, possuindo cerca de 5.401,88 m de extensão.



Figura 20: Bacia 9 com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

A bacia 9A demonstrada na figura 21 contempla somente parte do bairro da Malvina, possuindo cerca de 3.245,88 m de extensão.



Figura 21: Bacia 9A com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

A bacia 9B demonstrada na figura 22 também está inclusa parte do bairro da Malvina, possuindo cerca de 2.874,56 m de extensão.



Figura 22: Bacia 9B com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

Seguinte bacia 10, contempla o bairro da Nova Holanda com cerca de 18.210,52 m de rede coletora a ser implantada, um dos maiores bairros de Macaé.



Figura 23: Bacia 10 com a marcação de sua extensão.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

Para próxima bacia 11, sua localização é no bairro Nova Esperança com uma extensão de cerca de 1.247,53 m.



Figura 24: Bacia 11 com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

Ainda no bairro da Barra de Macaé junto ao bairro Fronteira se encontra a bacia 12 (figura 25) possuindo cerca de 7.361,75 m de rede coletora para ser implantada.



Figura 25: Bacia 12 com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

Finalizando o bairro Barra de Macaé encontra-se a bacia 13 contendo entorno de 6.889,18 m de rede a ser implantada.

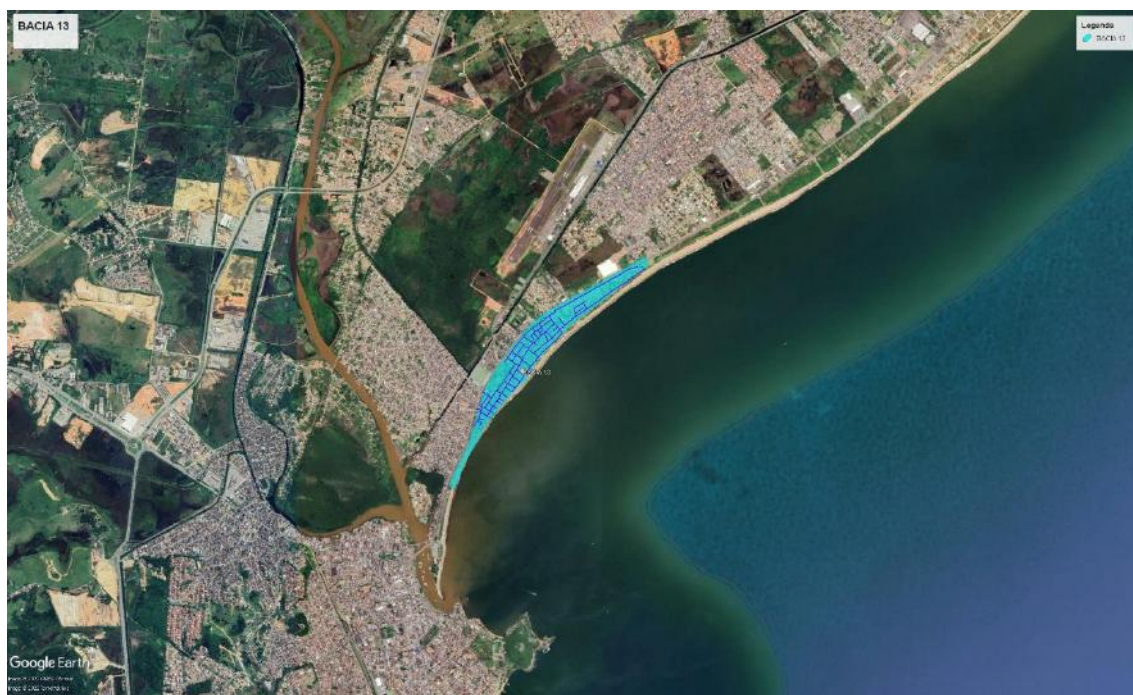


Figura 26: Bacia 13 com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

Por último, contemplando os bairros Parque Aeroporto, Parque Atlântico e São José do Barreto a bacia 14, possuindo uma extensão de 53.534,91 m.



Figura 27: Bacia 14 com a marcação de sua extensão de rede.
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

A sub-bacia 15 não foi contemplada para extensão por se tratar de uma localidade com diversos condomínios, e como nesses casos a tomada de decisão para definição do sistema coletor é diferenciado foi desconsiderado, para assim os resultados estimados serem mais próximos a realidade.

Para fins de estimativa, foram extraídas do Plano diretor do Município de Macaé as informações referentes a população presente em cada bairro, porém como bacias diferentes podem englobar o mesmo bairro foram feitas aproximações que podem ser verificadas no apêndice A em anexo. Sendo assim, na tabela 6 estão contemplados a população de habitantes por bairro de acordo com a bacia definida.

Tabela 6: Quantidade de habitantes por bairro, divididos proporcionalmente por bacias.

Bairros	Bacia	Habitantes	Total de habitantes
Aroeira	7A	17.319	36.081
Botafogo		14.923	
Jardim Santo Antônio		2.456	
Virgem Santa		1.383	
Sol e Mar	7B	4.825	7.225
Visconde de Araújo		2.400	
Cancela preta	7C	895	4.735
Novo horizonte		3.840	
Cancela preta	7D	845	845
Visconde de Araújo	7E	11.303	16.600
Miramar		5.297	
Campo D' oeste	7F	3.162	22.394
Sol e Mar		4.825	
Riviera Fluminense		14.407	
Alto dos Cajueiros	8	1.251	18.267
Cajueiros		4.239	
Centro		7.157	
Imbetiba		5.620	
Praia Campista	8A	2.058	5.099
Alto dos Cajueiros		1.251	
Costa do sol		1.790	
Malvinas	9	12.292	12.292
Malvinas	9A	8.195	8.195
Malvinas	9B	4.097	4.097
Nova Holanda	10	1.659	1.659
Nova Esperança	11	5.505	5.505
Barra de Macaé	12	20.086	20.086
Fronteira	13	2.145	22.229
Barra de Macaé		20.084	
Parque Aeroporto	14	31.089	39.643
Parque Atlântico		5.506	
São José do Barreto		3.048	

(Fonte: Adaptado do Plano diretor do Município de Macaé)

4.1 RESULTADOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO

Com base nos resultados encontrados para as extensões do arruamento contido em cada sub-bacia, e o número de habitantes de cada localidade alocada em suas respectivas sub-bacias. Pode-se, utilizando a tabela 1, definir o diâmetro das tubulações a serem

empregadas, pois, tem como base a definição do diâmetro para estimar aos custos de implantação da rede de esgotamento sanitário, na tabela 7 demonstra a quantidade necessária de extensão para cada diâmetro.

Tabela 7: Extensão de rede coletora necessária por diâmetro e por bacia.

	Extensão (m)	População (hab)	Diâmetros Nominais (mm)						
			150	200	250	350	500	800	1000
Bacia 7A	35390.51	36081	24621.18	6154.41	3078.974	1539.487			
Bacia 7B	9706.14	7225	7764.912	1941.228					
Bacia 7C	4931.65	4735	4931.65						
Bacia 7D	1120.12	845	1120.12						
Bacia 7E	21852.44	16600	15202.74	3800.139	1901.162	950.5811			
Bacia 7F	29974.06	22394	20852.95	5212.489	2607.743	1303.872			
Bacia 8	43331.13	18267	30145.47	7535.284	3769.808	1884.904			
Bacia 8A	13500.32	5099	9818.783	2454.358	0.0909				
Bacia 9	5401.88	12292	4321.504	1080.376					
Bacia 9A	3245.15	8195	2257.651	564.3316	282.3281	141.164			
Bacia 9B	2874.56	4097	1999.831	499.886	250.0867	125.0434			
Bacia 10	18210.52	1659	13244.51	3310.673	0.0909				
Bacia 11	1247.53	5505	1247.53						
Bacia 12	7361.75	20086	5889.4	1472.35					
Bacia 13	6889.18	22229	5511.344	1377.836					
Bacia 14	53534.91	39643	36451.92	9111.642	4555.821	2280.587	1140.294		
		Total	185381.5	44515	16446.11	8225.639	1140.294		

A partir das equações 1 e 2 apresentadas anteriormente para obtermos a relação custo por metro de rede coletora implantada, para diâmetros de 200 a 400mm na tabela 8 e diâmetros de 400 a 800 mm na tabela 9.

Tabela 8: Custo por metro de diâmetro 200 a 400mm.

Diâmetro (mm) [x]	[y] R\$/m
150	141.6244
200	274.4714
250	458.5535
350	994.2247

Tabela 9: Custo por metro de diâmetro 400 a 800mm.

Diâmetro (mm) [x]	[y] R\$/m
500	791.1994

Com base nos resultados encontrados para a implantação de rede coletora de esgotos separador absoluto temos o valor total de cerca **R\$ 55.094.379,445** milhões de reais, com os cálculos apresentados na tabela 10.

Tabela 10: Quantias Gerais por diâmetro, para implantação da rede coletora separador absoluto.

Diâmetro (mm) [x]	[y] R\$/m	Valor final
150	141.6244	R\$ 26254534.184
200	274.4714	R\$ 12218092.764
250	458.5535	R\$ 7541420.027
350	994.2247	R\$ 8178132.910
500	791.1994	R\$ 902199.560
Total		R\$ 55.094.379.445

Como no presente trabalho não prevê o dimensionamento completo das elevatórias, será utilizado uma estimativa proporcional as elevatórias já existentes no município e abordadas no plano de saneamento municipal. Com base no exposto, o município apresenta uma elevatória de grande porte, e as demais de pequeno médio porte. Para o cálculo da implantação das elevatórias de esgoto considerando que são 16 bacias, foram divididas de acordo com sua extensão e tamanho, sendo visto no anexo A o apresentado das elevatórias e no apêndice B desse trabalho a relação de elevatórias existentes e a proporção para a implantação das novas.

Na tabela 11 é apresentada a vazão proporcional estimada para cada elevatória para fins de cálculos, e o valor gerado de acordo com a equação 4, lembrando que foram consideradas todas as elevatórias de médio porte, com vazão de 100 L/s, totalizando um valor de R\$ 36.253.912,72. Sendo importante frisar, que é possível fazer esse cálculo com um menor número de elevatórias, porém para se aproximar da realidade existente em Macaé manteve-se perto do padrão existente atualmente.

Equação 4: Obtenção de custo por m de linha de recalque.

$$y = 191.000 \ln(x) + 50.000$$

Para; Altura manométrica de 15 m.c.a. a 30 m.c.a.

Vazões entre 0 e 380 L/s.

Tabela 11: Custo encontrados por bacia para a implantação das elevatórias necessárias.

	Quantidade de Elevatórias	Custo por bacia
Bacia 7A	4.00	R\$ 3.718.350.02
Bacia 7B	2.00	R\$ 1.859.175.01
Bacia 7C	1.00	R\$ 929.587.51
Bacia 7D	1.00	R\$ 929.587.51
Bacia 7E	3.00	R\$ 2.788.762.52
Bacia 7F	3.00	R\$ 2.788.762.52
Bacia 8	4.00	R\$ 3.718.350.02
Bacia 8A	3.00	R\$ 2.788.762.52
Bacia 9	3.00	R\$ 2.788.762.52
Bacia 9A	1.00	R\$ 929.587.51
Bacia 9B	1.00	R\$ 929.587.51
Bacia 10	2.00	R\$ 1.859.175.01
Bacia 11	1.00	R\$ 929.587.51
Bacia 12	3.00	R\$ 2.788.762.52
Bacia 13	3.00	R\$ 2.788.762.52
Bacia 14	4.00	R\$ 3.718.350.02
	total	R\$ 36.253.912.72

Por fim, temos um valor total de **R\$ 91.348.262,15** milhões para implantação do sistema de esgotamento sanitário tipo separador absoluto. Para os cálculos não foram consideradas as ETEs pois o município já possui estações implantadas e estas também são exigidas na configuração de sistema unitário para tratamento das captações em tempo seco. Ademais, elas teriam que passar por readequações, e para esse estudo estimativo seria necessária de uma coleta de análises específicas do cenário atual, para o cálculo que é abrangente ser manter mais admitir menos incertezas foi levado em conta a exclusão destas.

Já para implantação do sistema de drenagem, em função desse trabalho se caracterizar como um levantamento, não contemplando elementos de um projeto de engenharia como é o caso do dimensionamento, foi desconsiderado que Macaé possui algumas redes de drenagem pluvial já implantadas, será feito o valor estimado de acordo com o estudo Mutti 2015, considerando a média de custo por metro quadrado para a área genérica apresentada ficando entorno de 21,25 R\$/m² e possuindo a área de implantação em Macaé cerca de 21.916.673,00 m² apresentada na figura 28 para rede de drenagem separadora, no anexo B desse trabalho pode-se ver o cálculo das médias com a relação de custos encontrados em base. Com os dados utilizados, tem-se o valor final encontrado de

R\$ 471.589.126,555 para implantação de rede de drenagem separadora. Lembrando que, foi considerado o pior cenário e nesse caso seria a implantação em sua totalidade, visto que, no Plano de saneamento não possuía informações sólidas para características do existente.



Figura 28:Área total de implantação do sistema de drenagem e para o sistema unitário em m².
(Fonte: Autor/Google Earth, 2022).

4.2 RESULTADOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA UNITÁRIO

Como premissa temos que o sistema unitário terá consideravelmente diâmetros maiores empregados para comportar a carga hidráulica total a ser recebida. Além disso, o município de Macaé é caracterizado pelo clima tropical e como exposto no estudo por Mutti (2015), nesses climas os diâmetros apresentados tendem a ser maiores do que em temperados, pois apesar de terem chuvas menos frequentes possuem chuvas mais intensas, pode-se ver a representação na figura 29.

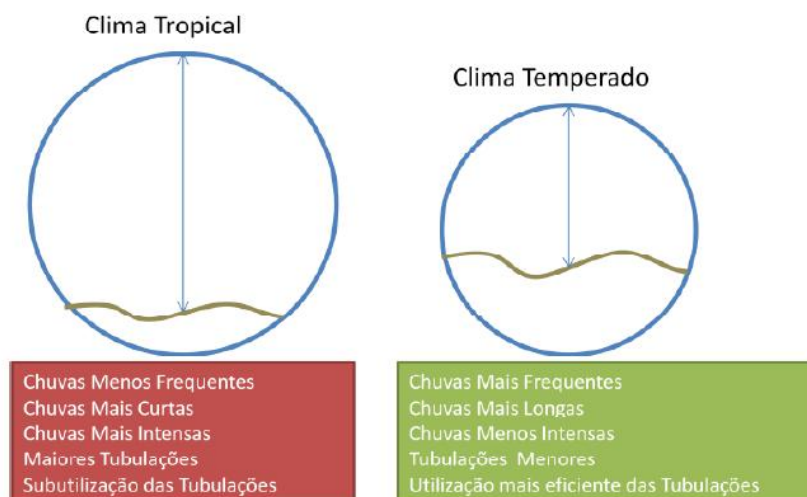


Figura 29: Comparação entre a seção da tubulação de sistemas unitários em diferentes casos.
(Fonte: Adaptado/Mutti, 2015).

Para uma análise geral baseada nos cálculos estimativos, assim como feito para drenagem pluvial do sistema separador será utilizada a média dos valores encontrados no estudo de Mutti (2015) para o clima tropical, compatível com o encontrado na cidade de Macaé-RJ. A fim de ter apenas um primeiro prognóstico, dos possíveis custos empregados. Os valores desmembrados poderão ser encontrados no apêndice desse trabalho. Para ele temos um proposto de 126,12 R\$/m². Sendo assim, considerando a área de implantação em Macaé de 21.916.673,00 m² o custo geral seria entorno de **R\$ 859.781.732.00**. Lembrando que, assim como para o cálculo do sistema separador absoluto, não foi considerada o valor das ETEs, pelo mesmo fundamento explicado anteriormente.

O resultado dessa análise, ampla e generalizada, possibilitou a visualização dos valores envolvidos e entendimento sobre as diferentes maneiras de implantação de tipologias de sistemas de esgotamento possíveis, para comparações com cenários próximos a realidade encontrada na atualidade do município. E como exposto anteriormente o cenário de Macaé para reaproveitamento dos sistemas de drenagem existentes para funcionamento como sistema unitário temporário irá representar a reconstrução em sua totalidade.

4.3 DISCUSSÃO SOBRE OS SISTEMAS EMPREGADOS

Neste tópico são apresentados alguns pontos, abordados de maneira geral para a discussão de implantação dos diferentes sistemas, nas tabelas 12 e 13 contemplam os prós e contras de cada sistema de acordo com as premissas consideradas.

Tabela 12:Prós e contras do sistema unitário para a cidade de Macaé-RJ.

Sistema unitário	
Prós	Contras
Por Macaé possuir uma proximidade de corpos receptores, os pontos de extravasamento podem-se beneficiar a aplicabilidade.	A mistura das águas residuárias com as pluviais pode vir a ser prejudicial para o tratamento, pois em períodos de estiagem tem o acúmulo maior de sedimentos e no período de chuvas apresenta grande diluição.
	Por se tratar de diâmetros maiores a fim de comportar os esgotos e as águas pluviais, eleva o número de galerias a serem construídas, tendo em vista que na cidade as mesmas ocupam cerca de 50% das vias públicas passariam ocupar a maioria das localidades.
	Ainda por serem obras de maiores porte do que no absoluto tem o custo mais elevado.

(Fonte: Elaborado pelo autor e Adaptado ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Tabela 13:Prós e contras sistema separador absoluto para a cidade de Macaé-RJ.

Sistema separador absoluto	
Prós	Contras
Pode ser empregado tubos com custos mais baratos, de fabricação industrial, como por exemplo PVC.	Necessidade de um eficiente controle, para evitar a interligação das águas pluviais na rede coletora de esgoto.
Reduz a porcentagem de canalizações de grande diâmetro em grande parte cidade.	
Reduz a extensão do afastamento das águas pluviais considerando que permite o lançamento das mesmas no corpo hídrico mais próximo, não sendo condicionado a tratamento.	

(Fonte: Elaborado pelo autor e Adaptado ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

De maneira geral, se observa que a implantação do sistema separador absoluto preconizado na legislação brasileira em termos técnicos se mantém com excelentes pontos ao seu favor, enquanto o sistema unitário apresenta diversos contras em no âmbito técnico. Reafirmando as vantagens do separador, estabelecida em literaturas. Em

consonância com o estabelecido na legislação vigente, o sistema unitário pode ser empregado em caráter de transição com metas estabelecidas para sua conversão em um sistema separador. Visto isso, os prós e contras de cada sistema devem ser analisados à luz do contexto local atual.

Para a comparação econômica, apresentada na tabela 14, são apresentados os valores encontrados nos resultados deste trabalho. Lembrando que, para os cálculos foram feitas considerações para os sistemas baseados em trabalhos a fim de estimar os valores de implantação, dessa maneira tornando possível a comparação por ter os elementos do sistema sendo comparados.

Tabela 14: Valores finais dos custos de implantação.

	Sistema Separador absoluto		Sistema unitário
	Esgotamento sanitário	Drenagem	
Custo geral de implantação Macaé	R\$ 91.348.262.15	R\$ 471.589.126.55	R\$ 856.781.732.00
Total	R\$ 562.937.388070		R\$ 859.781.732.00

(Fonte: Elaborado pelo autor.)

Além disso, a comparação econômica vista na tabela 14, mostra uma variação considerável dos valores estimados para implantação dos sistemas, sendo o valor de implantação do sistema unitário consideravelmente superior ao de instalação do separador absoluto. O que pode ser ponderado em função do fato de que os sistemas unitários pressupostos para fins de análise são existentes e em funcionamento no Município de Macaé. Os critérios considerados para adoção dos diferentes tipos sistemas parte do pressuposto de garantir vantagem econômica ou economia de custo, nesse caso um sistema instalado existente atende esses requisitos.

Adicionalmente considerando o caráter de funcionamento dos sistemas unitários em transição para a tipologia separadores, caberiam apenas intervenções de manutenção, as mesmas demandadas para funcionamento do separador absoluto. Em suma, caberá a definição de metas para a transição, sendo estas uma oportunidade das concessionárias, em especial a concessionária atuante em Macaé de priorização de investimentos em novas redes separadoras em regiões completamente desprovidas de sistemas.

5 CONCLUSÕES

O sistema separador absoluto e o sistema unitário, enquanto sistemas de esgotamento sanitário em áreas urbanas, possuem diversas vantagens e desvantagens, de

acordo com exposto no presente estudo. Os cenários apresentados se apresentam satisfatórios para uma primeira análise, pois definiram de maneira abrangente os fatores a serem considerados, porém para maior precisão e análises complexas sugere-se demais parâmetros sejam considerados. Reiterando que a escolha do método utilizado deverá ser pela busca da preservação do meio ambiente e saúde pública visto a ligação entre saneamento e a mesma, por fim motivada a atender a população de maneira mais eficaz.

Pela análise econômica, o sistema separador absoluto apresentou custo menor que o sistema combinado, levando em conta as considerações tomadas para a comparação de elementos com base em estudos, sendo também explicado pelo arranjo do sistema e suas dimensões estimadas. Além disso, nos parâmetros técnicos a mesma premissa se mantém pode-se confirmar que a implantação do sistema separador absoluto preconizado na legislação brasileira em termos técnicos se mantém com excelentes argumentos na localidade escolhida.

Para trabalhos futuros, consideraria uma maior especificidade nos cálculos abordados considerando a implantação de cada bacia separadamente, e o direcionamento dos corpos receptores específicos, em cada cenário. Por fim, um estudo com detalhes mais específicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, **Lei nº 11.445 de 5 de Janeiro de 2007**. Casa Civil. Brasília, 2007.
- BRASIL, **Lei nº 14.026 de 15 de Julho de 2020**. Casa Civil. Brasília, 2020.
- NUVOLARI, A., **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2ª edição revisada, atualizada e ampliada, Editora Blucher. São Paulo, 2011.
- SNIS – **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**, Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2020. Ministério das Cidades. Brasília, 2020.
- SOBRINHO, P. A. & TSUTIYA, M. T., **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 3ª edição. Fundo Editorial ABES. São Paulo, 2011.
- PACHECO, ET AL. **Estimativas de custos visando orientar a tomada de decisão na implantação de redes, coletores e elevatórias de esgoto**, Revista brasileira de recurso hídricos versão online vol 20. Porto Alegre 2015.
- PEREIRA, J. A. R. & SILVA, J. M. S. da, **Rede Coletora de Esgoto Sanitário: Projeto, Construção e Operação**. 2ª edição revisada e ampliada. Belém, 2010.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ, **Divisão dos distritos** < <https://macae.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1450529388.pdf> >, Macaé 2020.
- MUTTI, P. R., **Avaliação dos princípios da adoção de sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto ou unitário em áreas urbanas de clima tropical** Projeto de graduação UFRJ Escola politécnica Engenharia Ambiental, 2015.
- TSUTIYA, M. T. & BUENO, R. C. R., **Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto no Brasil**. Agua Latinoamérica, v. 4, nº 4. Julho e Agosto de 2004.
- MACAÉ, **PMSB - PLANO MUNICIPAL DE SANAMENTO BÁSICO DE MACAÉ** < <https://sistemas.macaee.rj.gov.br:84/transparencia/conteudo/pmsb> > Macaé 2021.

APÊNDICE A – DIVISÃO POR BACIAS.

Bairros		
Alto dos Cajueiros	8	2.451
Aroeira	7A	17.319
Barra de Macaé	13	40.171
Botafogo	7A	14.923
Cancela preta	7C	1.790
Cajueiros	8	4.239
Campo D'oeste	7F	3.162
Centro	8	7.157
Costa do sol	8A	1.790
Fronteira	12	2.145
Imbetiba	8	5.620
Jardim Santo Antônio	7A	2.456
Malvinas	9	24.587
Miramar	7E	5.297
Nova Esperança	11	5.505
Novo horizonte	7C	3.840
Nova Holanda	10	1.659
Parque Aeroporto	14	31.089
Parque Atlântico	14	5.506
Praia Campista	8A	2.058
Riviera Fluminense	7F	14.407
Sol e Mar	7B	4.825
São José do Barreto	14	3.048
Virgem Santa	7A	1.383
Visconde de Araújo	7B	13.703

APÊNDICE B – QUANTIDADES POR ELEVATÓRIA.

Bacias		Quantidade de elevatórias
Bacia 7A	35390.51	4.00
Bacia 7B	9706.14	2.00
Bacia 7C	4931.65	1.00
Bacia 7D	1120.12	1.00
Bacia 7E	21852.44	3.00
Bacia 7F	29974.06	3.00
Bacia 8	43331.13	4.00
Bacia 8A	13500.32	3.00
Bacia 9	5401.88	3.00
Bacia 9A	3245.15	1.00
Bacia 9B	2874.56	1.00
Bacia 10	18210.52	2.00
Bacia 11	1247.53	1.00
Bacia 12	7361.75	3.00
Bacia 13	6889.18	3.00
Bacia 14	53534.91	4.00

ANEXO A – ELEVATÓRIAS EXISTENTE NO MUNICÍPIO.

Subsistema	EEE	Quant. Bombas	Pot (kva)	Localização
Centro	EE-BP-01	2	45,00	Rua Professora Jacira Moura Tavares Durval com Rua João Batista da Silva Lessa - Glória
		3	104,00	
Centro	EE-BP-P1	2	4,00	Prof. Irene Meireles
Centro	EE-BP-P2	1	3,00	Estrada da Linha Verde
Centro	EE-BP-02	2	11,70	Alameda Tenente Célio - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-03	2	4,26	Rua sem nome - acesso pela Rua Josias Ferreira Lima - Glória
Centro	EE-BP-04	2	3,75	Rua João Alves Jobim Saldanha - Glória
Centro	EE-BP-05	2	4,26	Rua Roberto Marques - Glória
Centro	EE-BP-06	2	1,50	Rua sem nome - acesso pela Rua José Custódio da Silva - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-07	2	30,00	Rua Netumo - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-09	2	1,50	Alameda da Lagoa - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-11	2	8,20	Rua Manoel Francisco Nunes - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-12	2	1,50	Rua Cláudio Ferreira Gonçalves - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-13	2	1,50	Rua Antenor Tavares - Glória
Centro	EE-BP-14	2	2,20	Rua Sidney Vasconcelos Aguiar - Glória
Centro	EE-BP-15	2	2,20	Rua Sidney Vasconcelos Aguiar - Glória
Centro	EE-BP-16	2	2,20	Rua Guararapis - Glória
Centro	EE-BP-17	2	4,26	Rua Prof. Irene Meirelles - Riviera Fluminense
Centro	EE-BP-18	2	4,26	Rua Maria Francisca Borges Reid - Glória
Centro	EE-BP-20	2	4,26	Alameda da Lagoa - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-21	2	4,40	Alameda Tenente Célio - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-22	2	4,40	Rua sem nome - acesso pela Alameda da Lagoa - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-23	2	4,26	Rua sem nome - acesso pela Alameda da Lagoa - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-24	2	4,26	Travessa "A" - acesso pela Rua João Batista da Silva Lessa - Glória
Centro	EE-BP-25	2	4,26	Rua Sidney Vasconcelos Aguiar - Glória
Centro	EE-BP-26	2	4,26	Rua Alexandre Soares de Souza - Glória
Centro	EE-BP-27	2	4,26	Rua 1 - acesso pela Rua Sidney Vasconcelos Aguiar - Glória
Centro	EE-BP-28	2	3,00	Rua Sidney Vasconcelos Aguiar - Glória
Centro	EE-BP-29	2	1,50	Alameda Olavo Bilac - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-BP-30	2	1,50	Praça do Nazareno
Centro	EE-BP-31	2	3,00	Rua Netuno
Centro	EE-BP-32	1	1,50	Rua São José

Subsistema	EEE	Quant. Bombas	Pot (kva)	Localização
Centro	EE-BP-33	1	3,00	Rua via do sol
Centro	EE-04-01	2	3,00	Av. Pref. Aristeu Ferreira da Silva - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-04-03	3	15,00	Rua Aloizio da Silva Gomes - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-04-04	2	3,00	Alameda do Açude - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-04-05	2	4,26	Alameda Luiz Carlos de Almeida
Centro	EE-04-06	2	3,00	Rua Manoel Francisco Nunes - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-04-07	2	3,00	Alameda Luiz Carlos de Almeida
Centro	EE-04-08	2	3,00	Alameda das Palmeiras - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-04-11	2	4,26	Rua C - acesso pela Alameda do Bosque - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-04-12	2	4,26	Alameda das Pitangas - Granja dos Cavaleiros
Centro	EE-04-13	2	2,20	Rua Aloizio da Silva Gomes - Granja dos Cavaleiros
Centro	B7A-09	3	8,20	Av. Athos Duboc Figueira - Jardim Vitória
Centro	B7A-10	2	11,40	Rua Santa Ester - Jardim Vitória
Centro	B7A-12	2	1,50	Rua São Pedro - Jardim Vitória
Mutum	Morada 1 - 5.1	2	12,70	Rua Anphilóphio Trindade
Mutum	Morada 2	1	1,30	Rua Anphilóphio Trindade
Mutum	Morada 3	1	1,30	Rua Guarujá
Mutum	Cavaleiros 1	2	0,75	Av. Atlântica
Mutum	Cavaleiros 2	2	0,75	Av. Atlântica
Mutum	Cavaleiros 3	2	0,75	Av. Atlântica
Mutum	Cavaleiros 4	2	2,20	Rua Jorge Reid
Mutum	Cavaleiros 5	2	15,00	Av. Atlântica
Mutum	São Marcos 1	2	7,50	Alameda da Lagoa - Granja dos Cavaleiros
Mutum	São Marcos 2	2	5,50	Alameda do Bosque
Mutum	São Marcos 3 - 3.3	2	7,50	Rua Carime Mussi Barcelos
Mutum	São Marcos 4 - 2.1	2	7,50	Av. José Carlos Paes
Mutum	Tobogã 1 - 3.1	2	4,26	Rua Celina Mussi de Oliveira
Mutum	Tobogã 2 - 3.2	1	3,00	Rua Cláudio Ferreira Gonçalves
Mutum	Recanto da Lagoa	2	3,00	Rua Pref. Gerson Miranda
Mutum	Galope	1	3,00	Estrada São José do Mutum
Mutum	NS1	1	5,50	Av. Ricardo Mulayerte Salgado
Mutum	NS2 - 1A.1	1	9,20	Av. Ricardo Mulayerte Salgado
Mutum	NS3	1	7,50	Av. Ricardo Mulayerte Salgado
Mutum	NS4	1	3,00	Rodovia Norte Sul
Mutum	Cristais 1	2	5,50	Av. Vale dos Cristais
Mutum	Cristais 2	2	8,20	Rua Amazonita
Mutum	Palmeiras 1	2	26,00	Rua Cacilda Becker
Mutum	Palmeiras 2	2	3,00	Av. Ricardo Mulayerte Salgado
Mutum	Mirante 1 - 1.1	1	3,00	Av. Vereador Adir Luis de Schueler
Mutum	Mirante 2	1	1,50	Av. Vereador Adir Luis de Schueler
Mutum	Mirante 3 - 1.2	2	3,00	Av. Vereador Adir Luis de Schueler
Mutum	Mirante 4	1	3,00	Av. Vereador Adir Luis de Schueler

ANEXO B – VALORES APRESENTADOS NO ESTUDO PEDRO MUTTI 2015.

	Sistema de drenagem separador	Sistema unitário tropical
Valores cenário mais desfavorável (Terreno inclinado 10%/ Grau de adensamento elevado)	R\$ 13.119.139.50	R\$ 23.918.270.92