



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

Rodrigo Tenório Fritz

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE MACUCO-RJ

Rio de Janeiro
2020



UFRJ

Rodrigo Tenório Fritz

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE MACUCO-RJ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Armando Carlos de Pina Filho
Coorientador: Eduardo Linhares Qualharini

Rio de Janeiro

2020

Fritz, Rodrigo Tenório.

Aplicação de Ferramentas de Planejamento Estratégico para o Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Macuco-RJ / Rodrigo Tenório Fritz – 2020.

81 f.: 21 il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2020.

Orientador: Armando Carlos de Pina Filho, D.Sc.
Coorientador: Eduardo Linhares Qualharini, D.Sc.

1. Engenharia Urbana. 2. Sistemas de Esgotamento Sanitário. 3. Planejamento Estratégico. I. Pina Filho, Armando Carlos de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. III. Título.



UFRJ

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE MACUCO-RJ**

Rodrigo Tenório Fritz

Orientador: Armando Carlos de Pina Filho
Coorientador: Eduardo Linhares Qualharini

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovado pela Banca:

Presidente, Prof. Armando Carlos de Pina Filho, D.Sc., PEU/POLI/UFRJ

Prof. Eduardo Linhares Qualharini, D.Sc., PEU/POLI/UFRJ

Prof. Marcelo Gomes Miguez, D.Sc., PEU/POLI/UFRJ

Prof. Monica Pertel, D.Sc., PEA/POLI/UFRJ

Rio de Janeiro

2020

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que me deram suporte para a conclusão dessa jornada, ao meu orientador, Armando Carlos de Pina Filho, que me deu todo auxílio para o desenvolvimento deste trabalho. Ao meu coorientador Eduardo Qualharini, aos companheiros da empresa e funcionários da prefeitura de Macuco que auxiliaram nas respostas a parte de tratamento de esgotos, ao meu sócio e tio Marcelo Tenório que auxilia diariamente no desenvolvimento de novos projetos na empresa, além de amigos de curso, que me auxiliaram a mitigar os problemas de desenvolvimento do projeto.

Aos membros da banca, que aceitaram me avaliar e, que tanto contribuíram para melhora da qualidade deste trabalho com suas sugestões.

Agradeço a todos os docentes e colegas das mais diversas turmas que me acompanharam durante o curso. A todos os meus familiares, inclusive os que nos deixaram, à minha namorada e amigos mais próximos, que me deram todo suporte, carinho e apoio necessários para o meu sucesso.

RESUMO

FRITZ, Rodrigo Tenório. **Aplicação de Ferramentas de Planejamento Estratégico para o Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Macuco-RJ**. Rio de Janeiro, 2020. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

A concentração populacional em áreas urbanas, sem o planejamento para o crescimento das cidades, criou diversos problemas de saneamento e de infraestrutura. O setor de saneamento no Brasil apresenta déficit elevado para abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotamento sanitário. Nesse cenário, o estado do Rio de Janeiro e o município de Macuco também possuem déficit nos setores de saneamento. Como destaque negativo, a falta de saneamento causa diversas doenças para a população, além da degradação do meio ambiente. O debate para solucionar esta questão mobiliza os cidadãos macuquenses, as indústrias locais, a comunidade técnica sanitária, a prefeitura, o governo do estado e a companhia prestadora dos serviços de saneamento no município. Nesse contexto, o presente trabalho busca estudar as possibilidades de aplicação de ferramentas de planejamento estratégico de gestão urbana para o sistema de esgotamento sanitário do município de Macuco. Com a aplicação do planejamento estratégico, pretende-se criar cenários para o desenvolvimento do sistema de esgoto. Através da metodologia de Matriz SWOT e GUT, busca-se analisar as alternativas existentes para complementar o sistema de esgotamento sanitário. Baseando-se nas informações compiladas, será montada uma matriz de análise de alternativas, e com um cenário escolhido, será elaborado um plano de metas para desenvolvimento de gestão urbana na região. Além disso, com as matrizes será definido o melhor cenário para a implantação do sistema de esgotamento sanitário do município. Utilizando os resultados do trabalho, espera-se que o mesmo norteie a elaboração dos projetos para o sistema de esgotamento no município, criando as diretrizes e planos de metas para a execução do sistema de saneamento.

Palavras-chave: Engenharia Urbana, Sistemas de Esgotamento Sanitário, Planejamento Estratégico.

ABSTRACT

FRITZ, Rodrigo Tenório. **Application of Strategic Planning Tools for the Sanitary Sewage System in the Municipality of Macuco-RJ.** Rio de Janeiro, 2020. Dissertation (Master) - Urban Engineering Program, Polytechnic School, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

The population concentration in urban areas without planning for the growth of cities has created several problems of sanitation and infrastructure. The sanitation sector in Brazil has a high deficit for water supply and sewage collection and treatment. In this scenario, the state of Rio de Janeiro and the municipality of Macuco also have a deficit in the sanitation sectors. As negative highlight, the lack of sanitation causes several diseases for the population, in addition to the degradation of the environment. The debate to resolve this issue mobilizes Macuquenses citizens, local industries, the technical sanitary community, the city hall, the state government and the company providing sanitation services in the municipality. In this context, the present work seeks to study the possibilities of applying strategic planning tools for urban management to the sewage system in the municipality of Macuco, with the application of strategic planning, to create scenarios for the development of the sewage system. Using the SWOT and GUT Matrix methodology, the existing alternatives to complement the sewage system will be analyzed. Based on the information compiled, an analysis matrix of alternatives will be assembled, with a chosen scenario and develop a plan of goals for the development of urban management in the region. In addition, with the definition of the matrices, the best scenario for the implantation of the sewage system for the municipality will be elaborated. Using the results of the work, it is expected that it will guide the elaboration of projects for the sewage system in the municipality, creating guidelines and goal plans for the execution of the sanitation system.

Keywords: Urban Engineering, Sewage Systems, Strategic Planning.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2.	MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS	2
1.3.	METODOLOGIA	3
1.4.	ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO	4
2.	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MACUCO - RJ	6
2.1.	HISTÓRICO DA REGIÃO	6
2.1.1.	Desenvolvimento do Município	7
2.1.2.	Municípios Vizinhos	9
2.1.3.	Condição Nacional	10
2.1.4.	Restrições Internacionais	10
2.2.	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DO PROJETO	10
2.2.1.	Clima	12
2.2.2.	Acesso	13
2.2.3.	Topografia e Hidrologia	14
2.2.4.	População	15
2.3.	CONDIÇÕES SANITÁRIAS	16
2.3.1.	Qualidade dos corpos de água doce	16
2.3.2.	Sistema existente de abastecimento de água	20
2.3.3.	Sistema existente de esgotamento sanitário	21
2.3.3.1.	Bacia margem esquerda do rio Macuco	22
2.3.3.2.	Bacia margem direita do rio Macuco	24
3.	ANÁLISE DE PROBLEMAS PARA SOLUÇÕES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE MACUCO	27
3.1.	MATRIZ SWOT	27
3.2.	MATRIZ GUT	29
3.3.	MATRIZ DE ANÁLISE DE ALTERNATIVAS	30
3.4.	MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS	31
4.	RESULTADOS	32
4.1.	MATRIZ SWOT	32
4.2.	MATRIZ GUT	33
4.3.	MATRIZ DE ANÁLISE DE ALTERNATIVAS	35
4.4.	MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS	38

5.	PROPOSTAS PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE MACUCO	40
5.1.	ESTUDOS POPULACIONAIS	40
5.2.	ESTUDOS DE DEMANDA	45
5.3.	ESCOLHA DA ALTERNATIVA	49
5.3.1.	Margem Esquerda	50
5.3.2.	Margem Direita	53
5.3.3.	Sistema de Tratamento	54
5.3.3.1.	Lodos ativados por aeração prolongada	57
5.3.3.2.	Reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA ou UASB) e lodos ativados convencionais	57
5.3.4.	Principais Critérios e Parâmetros Utilizados	58
5.3.5.	Estudo Financeiro	58
5.4.	PLANO DE AÇÕES	61
5.4.1.	Ações de Curto Prazo	62
5.4.2.	Ações de Médio Prazo	62
5.4.3.	Ações de Longo Prazo	62
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
7.	REFERÊNCIAS	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa região serrana do Estado do Rio de Janeiro. (Fonte: Fundação CIDE).	6
Figura 2 – Distâncias de Macuco–Nova Friburgo e Rio de Janeiro. (Fonte: Google Maps 2018).	7
Figura 3 – Cooperativa Agropecuária de Macuco Ltda (1949) O leite era transportado por caminhões em latões (Fonte: IBGE).....	8
Figura 4 – Coleta de esgoto sanitário no município, no estado na região e no país. (Fonte: Autor,2020).	9
Figura 5 – Tratamento de esgoto sanitário sobre água consumida no município, no estado na região e no país. (Fonte: Autor,2020).	9
Figura 6 – Distribuição da área populacional e setores censitários no município de Macuco	11
Figura 7 – Comportamento Temperatura e chuva ao longo do ano do Município de Macuco. (Fonte: https://www.climatempo.com.br/climatologia/305/macuco-rj).....	12
Figura 8 Precipitação mensal média do Município de Macuco. (Fonte: https://www.climatempo.com.br/climatologia/305/macuco-rj).	13
Figura 9 – Principais rodovias do município de Macuco.(Fonte:Adaptado Google Maps,2019).	13
Figura 10 – Mapa de relevo do município de Macuco na área urbana.....	15
Figura 11 – Boletim de qualidade das águas RH VII. (Fonte: INEA, 2019).	18
Figura 12 – Boletim de qualidade das águas RH VII. (Fonte: INEA, 2019).	19
Figura 13 – Sistema de abastecimento de água de Macuco.	20
Figura 14 – Bairro Reta. (Fonte: Google Earth, 2019).	23
Figura 15 – Sistema de esgotamento do bairro Glória.	24
Figura 16 – Bairro Barreira. (Fonte: Google Earth, 2019).	25
Figura 17 – Bairros Paraíso e Centro. (Fonte: Google Earth, 2019).....	26
Figura 18 – Matriz SWOT. (Fonte: Autor, 2020).	28
Figura 19 – Pontuação para a Matriz SWOT. (Fonte: Autor, 2020).	28
Figura 20 – Gráfico Projeção populacional – Macuco -RJ. (Fonte: Autor, 2019).	43
Figura 21 – Gráfico Projeção populacional – Distrito de Euclidelândia – Cantagalo -RJ. (Fonte: Autor, 2019).	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Distâncias do município de Macuco aos demais municípios da Região Serrana.	14
Quadro 2 - Densidade demográfica. (Fonte: PNUD, 2010).....	15
Quadro 3 - Caracterização do território. (Fonte: PNUD, 2010 e IBGE, 2010).	16
Quadro 4: Classificação dos Rios	16
Quadro 5: Eficiência de remoção para dimensionamento da unidade de tratamento de esgotos	17
Quadro 6 – Sistemas de esgotamento sanitário. (Fonte: IBGE,2010).....	22
Quadro 7 – Quadro de caracterização da Matriz GUT (Fonte: Autor, 2019)	30
Quadro 8 – Matriz SWOT do sistema de esgotamento sanitário de Macuco (Fonte: Autor, 2019).	32
Quadro 9 – Matriz GUT para o sistema de esgotamento sanitário do município de Macuco - RJ. (Fonte: Autor, 2019).....	34
Quadro 10 – Matriz de análise de alternativas para o sistema de esgotamento sanitário de Macuco. (Fonte: Autor, 2019).....	37
Quadro 11 – Matriz de avaliação de impacto para o sistema de esgotamento sanitário de Macuco. (Fonte: Autor, 2019).....	38
Quadro 12 – N° de domicílios, população e densidade demográfica por setor censitário. Fonte: (IBGE., 2010).....	41
Quadro 13 - Evolução populacional – Macuco – RJ	41
Quadro 14 - Evolução populacional – Distrito de Euclidelândia – Cantagalo – RJ (Fonte: IBGE, 2019).	41
Quadro 15 – Projeção populacional – Macuco – RJ. (Fonte: Autor, 2019).....	42
Quadro 16 – Projeção populacional – Distrito Euclidelândia - Cantagalo – RJ. (Fonte: Autor, 2019).	43
Quadro 17 –Taxa do Crescimento Populacional – Macuco – RJ e Distrito de Euclidelândia – Cantagalo – RJ. (Fonte: Autor, 2019).....	44
Quadro 18 – População futura adotada no projeto do Município de Macuco – RJ. (Fonte: Autor, 2019).....	45
Quadro 19 – População futura adotada no projeto.....	45
Quadro 20 – Coeficientes de Consumo. (Fonte: Autor, 2019).....	46
Quadro 21 – Consumos Medidos Anuais e Consumo <i>per capita</i> . (Fonte: Autor, 2019).	47
Quadro 22 – Consumo Medido – mês 12/2017 (Fonte Cedae, 2018).....	48
Quadro 23 – Geração de efluente e carga orgânica por localidade. (Fonte: Autor, 2019)	49
Quadro 24 – Redes Coletoras de Esgoto e Vazões de Projeto – Sub Bacia Margem Esquerda. (Fonte: Autor, 2019).....	51
Quadro 25 – Redes Coletoras de Esgoto e Vazões de Projeto – Sub Bacia Margem Direita. (Fonte: Autor, 2019).	53
Quadro 26 – Equipamentos Propostos – Alternativa 1. (Fonte: Autor, 2019).....	
Quadro 27 – Equipamentos Propostos – Alternativa 2. (Fonte: Autor, 2019).....	54
Quadro 28 – Vazão per capita de água e contribuição per capita de esgoto em função do padrão da residência, em bacias onde não houver valores de contribuição per capita medidos pela concessionária de água e esgoto local, considerando-se o coeficiente de retorno água/esgoto igual a 0,80. (Fonte: DZ 215-R4 – INEA)	55

Quadro 29 – Eficiência de remoção para dimensionamento da unidade de tratamento. (Fonte: DZ 215-R4 – INEA).....	55
Quadro 30 – Concentrações máximas de matéria orgânica, em DBO e RNFT, permitidas para o lançamento de efluentes sanitários de indústrias, estabelecimentos comerciais, canteiros de obras e ETE's de concessionárias de serviços de esgotos. (Fonte: DZ 215-R4 – INEA).....	56
Quadro 31 – Custos de implantação das Redes Coletoras. (Fonte: Autor, 2019).	59
Quadro 32 – Custos de implantação das Estações Elevatórias. (Fonte: Autor, 2019)..	59
Quadro 33 – Custos de implantação das Estações de Tratamento. (Fonte: Autor, 2019)	59
Quadro 34 – Custos de implantação do Sistema de Esgotamento. (Fonte: Autor, 2019).	60
Quadro 35 – Custos de implantação das Redes Coletoras. (Fonte: Autor, 2019).	60
Quadro 36 – Custos de implantação das Estações Elevatórias. (Fonte: Autor, 2019)..	60
Quadro 37 – Custos de implantação das Estações de Tratamento. (Fonte: Autor, 2019)	60
Quadro 38 – Custos de implantação do Sistema de Esgotamento. (Fonte: Autor, 2019).	61
Quadro 39 – Comparativo dos Custos de implantação do Sistema de Esgotamento por alternativa. (Fonte: Autor, 2019).....	61

LISTA DE SIGLAS

- AIA – Associação Internacional de Impactos Ambientais
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos
- DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- EMOP – Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro
- ETA – Estação de Tratamento de Água
- ETE – Estação de Tratamento de Esgotos
- GUT – Gravidade x Urgência x Tendência
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INEA – Instituto Estadual do Ambiente
- OMS – Organização Mundial da Saúde
- PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- PVC – Poli cloreto de vinil
- RAIS – Relação Anual de Informações Sociais
- RJ – Rio de Janeiro
- RNFT – Resíduos não Filtráveis Totais
- SNIS – Sistema Nacional de Informações de Saneamento
- SWOT – strengths (forças), weaknesses (fraquezas), opportunities (oportunidades) e threats (ameaças)
- TCE – Tribunal de Contas do Estado
- UASB/RAFA – Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A tendência da concentração populacional em áreas urbanas, sem o planejamento adequado para o crescimento das cidades, tem acarretado no aumento da necessidade de ações em saneamento e infraestrutura.

De acordo com Leal (2014), a ausência ou ineficiência do esgotamento sanitário resulta no agravamento das condições de saúde da população. Com isso, se exige uma gestão administrativa nas esferas federal, estadual e municipal para melhoria da saúde pública. Assim cada município deve possuir seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), sendo condição para acesso a recursos orçamentários da União ou da Administração federal, segundo Lei nº 11.445 de 2007.

Ainda de acordo com a Lei 11.445, o PMSB pode ser específico para cada serviço de saneamento, abrangendo o diagnóstico da situação e dos impactos nas condições de vida; os objetivos e metas de curto, médio e longo prazo para a universalização, além de programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos, metas e ações para emergências e contingências.

Dentro desse cenário, o sistema de esgotamento sanitário possui papel fundamental para o desenvolvimento do saneamento. O sistema de esgotamento implantado traz diversos benefícios para a população como melhora da qualidade de vida e a diminuição de doenças de veiculação hídrica.

É importante destacar que o sistema de esgotamento sanitário se refere ao completo sistema, desde as ligações domiciliares, passando pelas estações elevatórias e de tratamento e o destino final adequado do efluente tratado.

Com isso, utilizar ferramentas que auxiliem nesse desenvolvimento dos sistemas de saneamento deve ser fator fundamental. A ferramenta utilizada foi o planejamento estratégico através das matrizes SWOT e GUT aplicadas no planejamento do sistema de esgotamento sanitário de Macuco – RJ.

Macuco é um município da região serrana do estado do Rio de Janeiro, com aproximadamente 5269 habitantes e com apenas 47% do esgoto coletado e apenas 26% de esgoto tratado.

1.2. MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS

O sistema de esgotamento sanitário é muito importante para o meio ambiente, ele coleta, transporta e trata o efluente antes do seu retorno para a natureza, evitando a contaminação dos corpos hídricos da região.

A mitigação desses problemas relacionados ao saneamento básico levou à motivação para o desenvolvimento desse trabalho. Com isso, se propõe utilizar as ferramentas de planejamento estratégico para criar métodos e maneiras que melhorem a qualidade de vida da população.

Com a execução das obras do sistema de esgotamento sanitário, haverá uma melhora na qualidade de vida da população, redução das doenças de veiculação hídrica, desenvolvimento econômico e social, despoluição dos corpos d'água e preservação dos recursos hídricos. Assim, atingindo a universalização do sistema de esgotamento sanitário para minimizar os possíveis impactos negativos ao meio socioambiental com a falta de estrutura de saneamento básico.

Ao utilizar técnicas de planejamento estratégico para a gestão urbana, é possível criar e definir os cenários de atuação na construção dos sistemas de saneamento. Assim se determina de forma direta e objetiva as dificuldades de implementação do sistema, os pontos fortes, oportunidades e ameaças.

Os estudos dos cenários compõem uma importante forma de planejamento, pois com a utilização dos cenários é possível prever e mitigar os possíveis problemas além de auxiliar nas melhores decisões e escolhas para o sistema, definindo os pontos fortes e fracos além de oportunidades e ameaças.

Este trabalho tem o objetivo geral de analisar o atual sistema de esgotamento sanitário do município de Macuco – RJ, com a intenção da universalização do sistema, definindo e caracterizando os possíveis danos ambientais e aplicar o método de planejamento estratégico, aliando ferramentas técnicas para auxiliar no desenvolvimento da infraestrutura do município.

Como objetivo específico, pretende-se aplicar as técnicas de planejamento estratégico para mapear os pontos fortes e fracos do sistema, e com isso gerar o mapa de oportunidades e ameaças.

Com a combinação das técnicas de planejamento, aliada aos estudos dos possíveis cenários para o município, é possível determinar qual a melhor forma

de planejamento e investimento, assim contribuindo para uma decisão mais assertiva no investimento a ser realizado.

1.3. METODOLOGIA

A princípio, para a revisão bibliográfica, foram utilizados livros e artigos de planejamento estratégico, voltados para o setor de saneamento, para auxiliar na composição dos cenários e a orientação para a tomada de decisão de acordo com o sistema do município. As matrizes SWOT, GUT, de análises de alternativas e de avaliação de impactos, serão formadas para criar uma base de desenvolvimento para o sistema.

Com o objetivo da universalização do sistema de esgotamento sanitário, é importante utilizar ferramentas de planejamento para minimizar as dificuldades na implantação dos programas, projetos e ações do sistema.

Para a implantação do planejamento estratégico, é importante utilizar ferramentas na composição dos cenários no desenvolvimento dos projetos para o esgotamento sanitário. A construção de cenários para o planejamento estratégico é realizada com o intuito de se obter uma ferramenta eficiente para embasar os processos de tomada de decisão, considerando as condições em relação aos ambientes administrativo, institucional, operacional, socioeconômico e tecnológico.

De acordo com Zimmerman (2015), a matriz SWOT é uma ferramenta utilizada para fazer análise de cenários, sendo usada como base para gestão e planejamento estratégico de uma organização, porém pode ser utilizada em qualquer outra análise de cenários, se aplicando sem problemas nos sistemas de saneamento.

Através da utilização das matrizes SWOT e GUT é possível estabelecer as metas para alcançar os objetivos. A sigla SWOT é originada das palavras *strengths* (forças), *weaknesses* (fraquezas), *opportunities* (oportunidades) e *threats* (ameaças). Já a matriz GUT indica gravidade, urgência e tendência, sendo uma ferramenta para a tomada de decisão.

A análise através da matriz SWOT, identifica os pontos fortes, fraquezas, oportunidades e ameaças do esgotamento sanitário, para assim propor ações que transformem fraquezas em forças, ameaças em oportunidades, além de potencializar as forças e oportunidades.

A utilização da ferramenta SWOT foi feita inicialmente identificando os pontos fortes do sistema de esgotamento sanitário, em seguida, foram detectados os pontos fracos de cada situação. Com isso, foram identificadas as oportunidades, além das ameaças para cada cenário. Em seguida, foram realizadas comparações entre todos os elementos analisados, para assim gerar conclusões e decisões para o sistema, escolhendo uma melhor solução.

Por fim, após a escolha do melhor cenário, foi proposto o sistema de esgotamento para o município, utilizando ferramentas para o desenvolvimento desse sistema.

1.4. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO

Na introdução, apresentada no capítulo 1, serão definidos os parâmetros para o desenvolvimento do projeto, com a montagem da estrutura para o estudo, incluindo as considerações iniciais, além da motivação, objetivo e metodologia.

Após a definição da estrutura, uma caracterização do município estudado, para basear o desenvolvimento do projeto, será realizada no capítulo 2. Além do histórico da região, são apresentadas as características da área do projeto e as condições sanitárias. Essa caracterização auxilia no entendimento do município.

No capítulo 3 apresenta-se uma revisão bibliográfica com ferramentas para a criação das matrizes para o planejamento estratégico. Com as matrizes criadas, será definido qual o melhor cenário para o desenvolvimento do projeto de esgotamento para o município. Assim, são definidas as redes coletoras, estações elevatórias e estações de tratamento, além de quais áreas deverão ser contempladas e uma previsão de ações em curto, médio e longo prazo. Basicamente, nesse capítulo será realizada a análise dos problemas relacionados ao sistema de esgotamento sanitário de Macuco.

No capítulo 4 serão analisadas as propostas para o sistema de esgotamento sanitário do município de Macuco, com os estudos populacionais, os sistemas de tratamento, a estimativa financeira e o plano de ações para a execução. O foco principal é mostrar que as ferramentas de planejamento estratégico podem ser utilizadas para auxiliar no desenvolvimento do projeto, definindo qual o melhor cenário para mitigar os problemas ambientais que causam a falta de saneamento básico.

Por fim, no capítulo 5, com a conclusão, pretende-se mostrar que o sistema de esgotamento é fundamental para o município, preservando os recursos hídricos e aumentando a qualidade de vida da população. Além disso, a utilização das ferramentas de planejamento possibilita orientar e basear as decisões, para definir de forma assertiva a realização de investimentos do município.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MACUCO - RJ

2.1. HISTÓRICO DA REGIÃO

Macuco pertence à Região Serrana do estado do Rio de Janeiro, que também abrange os municípios de Bom Jardim, Cantagalo, Carmo, Cordeiro, Duas Barras, Nova Friburgo, Petrópolis, Santa Maria Madalena, São José do Vale do Rio Preto, São Sebastião do Alto, Sumidouro, Teresópolis e Trajano de Moraes. Na Figura 1 é possível verificar o mapa da região serrana.

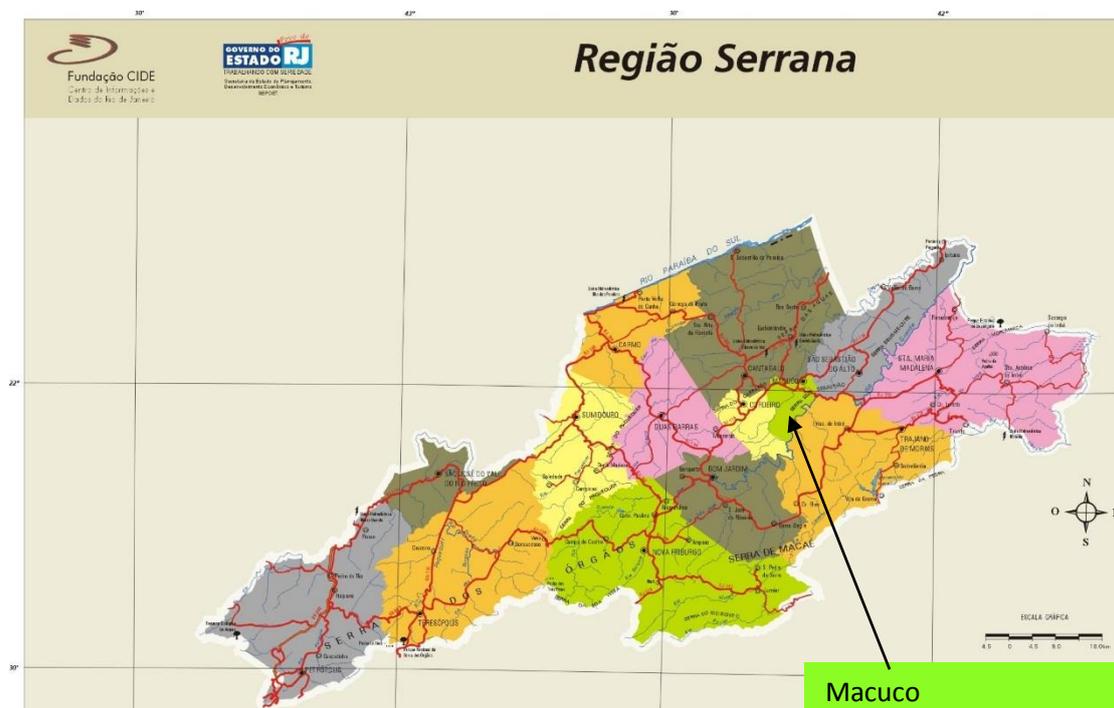


Figura 1 – Mapa região serrana do Estado do Rio de Janeiro. (Fonte: Fundação CIDE).

O município possui um único Distrito-Sede ocupando uma área territorial igual a 77,719 km². Sua área corresponde a 1,1% da área da região serrana. Os limites municipais são Cantagalo, São Sebastião do Alto, Trajano de Moraes e Cordeiro.

De acordo com o censo de 2010, a população de Macuco era de 5.269 habitantes, sendo 4.593 em área urbana e 676 habitantes em área rural, possuindo 1.651 domicílios, dos quais 7% de uso ocasional. Apresentava uma densidade demográfica de 67,80 (hab/km²). Sua população estimada em 2019 pelo IBGE é de 5.599 habitantes.

O município se localiza na mesorregião Centro Fluminense e na microrregião de Cantagalo-Cordeiro, nas coordenadas geográficas 21°56'15" Sul e 42°18'45" Oeste. O município fica a uma distância de, aproximadamente, 60 km do município de Nova Friburgo e 200 km do Rio de Janeiro, conforme Figura 2.

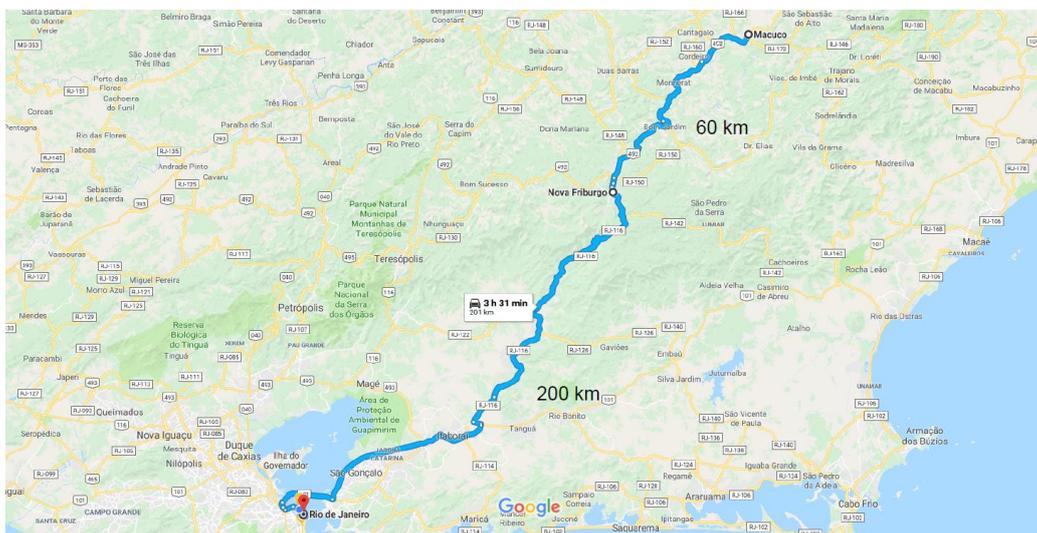


Figura 2 – Distâncias de Macuco–Nova Friburgo e Rio de Janeiro. (Fonte: Google Maps 2018).

2.1.1. Desenvolvimento do município

De acordo com as informações do IBGE, a história de Cordeiro e Macuco está intimamente ligada à construção da linha férrea, em 1860, pelo Barão de Nova Friburgo, unindo suas fazendas cafeeiras Boa Sorte, Gavião e Laranjeiras, localizadas na região conhecida como Sertões do Macuco, de forma a facilitar o escoamento das grandes safras para a capital. A ligação das três fazendas chamou a atenção do cantagalense Bernardo Clemente Pinto, que resolveu tomar para si a responsabilidade da construção de outro ramal férreo dividido em três seções: de Vila Nova a Cachoeiras; de Cachoeiras a Nova Friburgo e de Nova Friburgo a Cantagalo. E foi nessa ocasião que nasceu o povoado de Macuco.

A colonização dos atuais municípios de Cordeiro e Macuco, segundo o IBGE, teve origem à margem esquerda do Rio Macuco, próximo da fazenda Cordeiro. Em 1883, novos fluxos de colonização, lavradores e artífices chegaram à região. O desenvolvimento da localidade proporcionou a criação, em 1890, dos distritos de Cordeiro e Macuco, subordinados ao município de Cantagalo. O progresso apresentado pelos distritos motivou as suas elevações a categoria de vilas em 1891. No entanto, essa autonomia durou pouco tempo, retornando as suas antigas situações de distrito de Cantagalo. A reintegração na categoria de município de Cordeiro somente realizou-se em 1943 e com isso, o distrito de Macuco deixa de pertencer ao município de Cantagalo para ser anexado ao novo município de Cordeiro.

Macuco foi elevado à categoria de município pela Lei Estadual nº 2497, de 1995, com o desmembramento do município de Cordeiro. Em 1997, foi instalado o município de Macuco, antigo segundo distrito de Cordeiro.

Após a queda da cultura de café, uma nova era chegou a Macuco: a produção leiteira. O precursor foi o português Joaquim de Moraes Macuco, proprietário da fazenda Glória. Seu pioneirismo rendeu frutos anos depois, quando os produtores de leite de Macuco se uniram para criar a até hoje conhecida Cooperativa Regional Agropecuária de Macuco (Fonte: Estudos Socioeconômicos dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro – Macuco – TCE, ano 2016). Na Figura 3, observa-se a cooperativa agropecuária de Macuco.



Figura 3 – Cooperativa Agropecuária de Macuco Ltda (1949) O leite era transportado por caminhões em latões (Fonte: IBGE).

Macuco não possui distritos. Os bairros da cidade, de acordo com a Lei Estadual nº 284 de 05 são: Barreira, Centro, Dr. Chiquito, Glória, Maravilha, Nova Macuco, Paraíso, Reta, São José, Santos Reis, Volta da Ferradura e Volta do Umbigo.

A principal atividade econômica de Macuco é a pecuária leiteira, e no município encontra-se instalada a Cooperativa Regional Agropecuária de Macuco, segunda maior processadora de leite do estado. Desde 2005, Macuco abriga também uma unidade da CCA Laticínios, fabricante de leite de cabra em pó.

2.1.2. Municípios Vizinhos

No estado do Rio de Janeiro, de acordo com informações do Painel do Saneamento (2019), 5.918.465 habitantes (35%) ainda não possuíam coleta de esgoto, e 11.160.260 habitantes (65%) eram atendidos com coleta de esgotamento sanitário, conforme Figura 4.

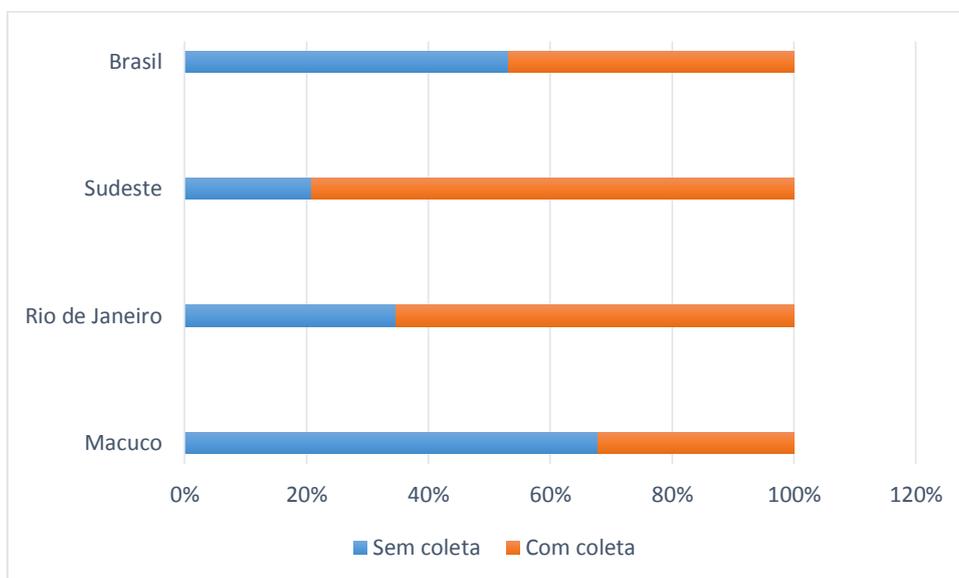


Figura 4 – Coleta de esgoto sanitário no município, no estado na região e no país. (Fonte: Autor,2020).

Do total dos habitantes do estado que possuem abastecimento de água, aproximadamente 31% desse esgoto era tratado e 69% do esgoto era lançado nos corpos hídricos, sem nenhum tipo de tratamento, conforme Figura 5.

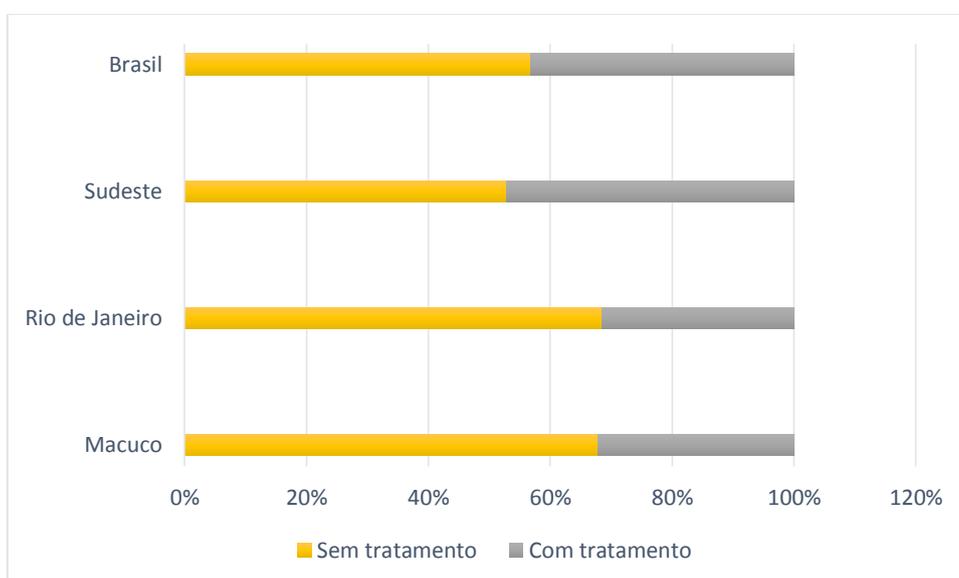


Figura 5 – Tratamento de esgoto sanitário sobre água consumida no município, no estado na região e no país. (Fonte: Autor,2020).

Considerando o esgoto tratado sobre água consumida, apenas 31% no estado é tratado, na região esse valor é de 47%, e no país de 43%. (Painel do Saneamento, 2019).

2.1.3. Condição Nacional

Segundo o Painel do Saneamento (2019), no Brasil, 53% da população brasileira ainda não possui acesso à coleta de esgoto. Quase 100 milhões de brasileiros não possuem acesso a esse serviço. Os piores índices de tratamento estão na região norte e os melhores na região centro oeste. Na região sudeste o esgoto coletado é de 79% e esgoto tratado é de 47%. Além disso, apenas 43% dos esgotos do país são tratados, com somente 21 dos maiores 100 municípios possuindo tratamento de mais de 80% dos esgotos. (Trata Brasil, 2019).

2.1.4. Restrições Internacionais

Segundo informações da OMS (2015), 2,4 bilhões de pessoas no mundo vivem sem saneamento adequado. Mais de 1 bilhão de pessoas no mundo ainda não possui acesso a um banheiro, isso significa que uma em cada quatro pessoas continuam a fazer suas necessidades fisiológicas ao ar livre, uma prática muito problemática, por representar um foco contínuo de doenças e de contaminação da água.

Entre 2000 e 2015, a proporção da população mundial que dispõe de pelo menos um serviço básico de saneamento aumentou de 59% para 68%. (Unesco, 2019). Isso mostra uma evolução mundial, ainda que lentamente, para a universalização dos serviços de saneamento.

2.2. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DO PROJETO

De acordo com o Censo do IBGE de 2010, a área total do município de Macuco é de 77,71 km² divididos em área urbana 2,92 km² e rural 74,79 km².

As terras do município de Macuco são utilizadas predominantemente com pastagens, para a pecuária de leite e corte. Segundo o Censo Agropecuário de 2006, o município de Macuco possui 4.564 hectares de área com estabelecimentos agropecuários. A divisão de utilização destas terras são 451 hectares de lavouras, 1.680 hectares de matas e florestas e 2.342 hectares de pastagens.

Segundo o IBGE, nos setores censitários, a área urbana do município ocupa um total de 2.925km², porém existe um problema de limite territorial com o município vizinho de Cantagalo, esta área está em litígio no Supremo Tribunal Federal (STF). Por essa razão, o Distrito de Euclidelândia do qual fazem parte os bairros: Glória, Nova Macuco, e Morro Santo Reis pertencentes ao município de Cantagalo, porém são administrados pelo município de Macuco. Dessa forma, estão incluídos no limite de atuação do estudo e considerados sua população.

No mapa da Figura 6 estão representados os limites dos setores censitários utilizados pelo IBGE no Censo de 2010, o limite do município com a demarcação das áreas rurais e urbanas e a parte do distrito de Euclidelândia que é administrado pela prefeitura de Macuco.

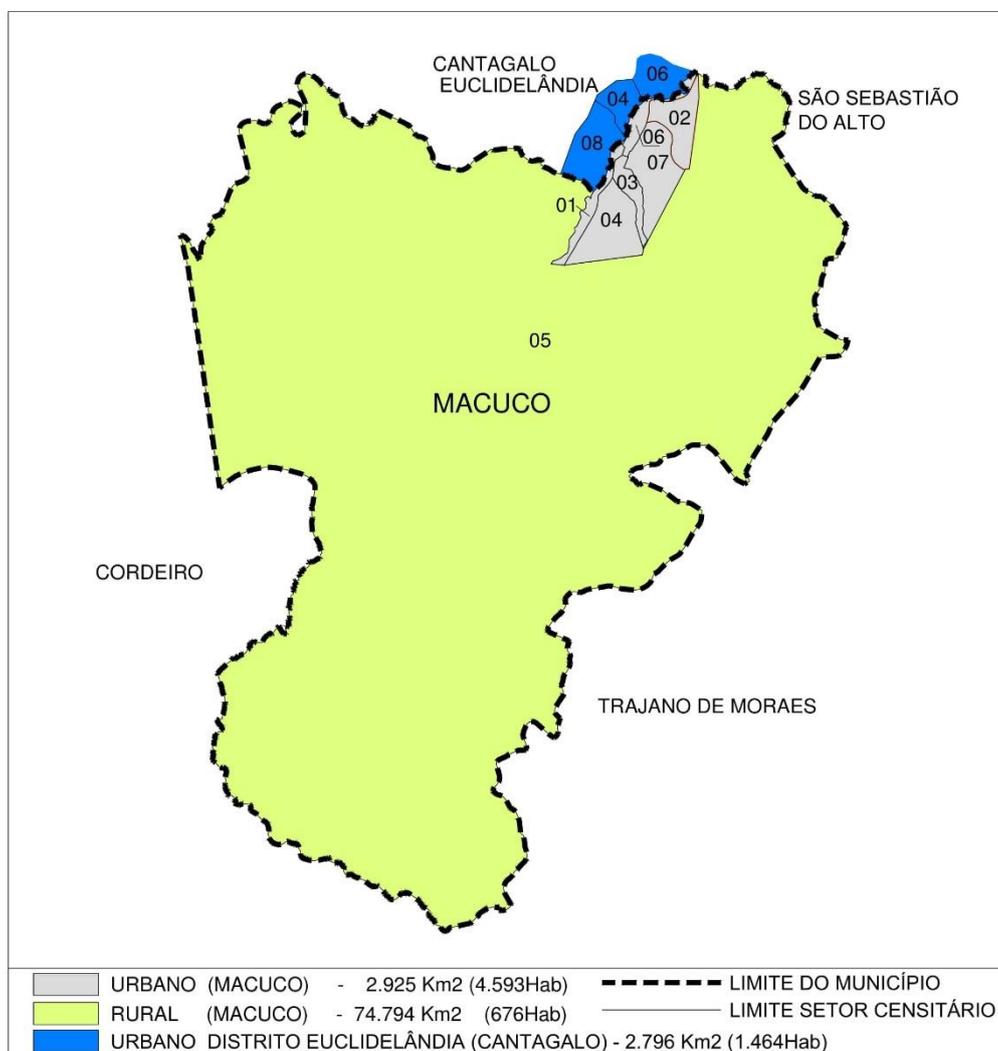


Figura 6 – Distribuição da área populacional e setores censitários no município de Macuco
(Fonte: Autor,2019)

O município de Macuco possui densidade demográfica de apenas 67,8 hab/km². Isso indica a possibilidade de expansão da malha urbana o que deverá acontecer somente com planejamento, seguindo as definições do Plano Diretor Urbanístico do município ou do Plano de Zoneamento Municipal. Mesmo com tanta oferta de terra para expansão, a baixa atividade econômica do município não indica a ocupação total das áreas livres. Vale ressaltar que mais de 50% destas áreas tem relevo acidentado e com alto custo de construção.

O Censo do IBGE indica que no ano de 2010 constavam no município 1.651 unidades domiciliares e de acordo com o RAIS 2009/2010, 339 estabelecimentos comerciais (Indústria, comércio, serviços e agropecuária).

2.2.1. Clima

O clima da região de Macuco é classificado como tropical mesotérmico úmido, com temperatura média anual de 18°C, como observado na Figura 7, com as medidas históricas, numa série de 30 anos, de temperatura mínima e máxima. Com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

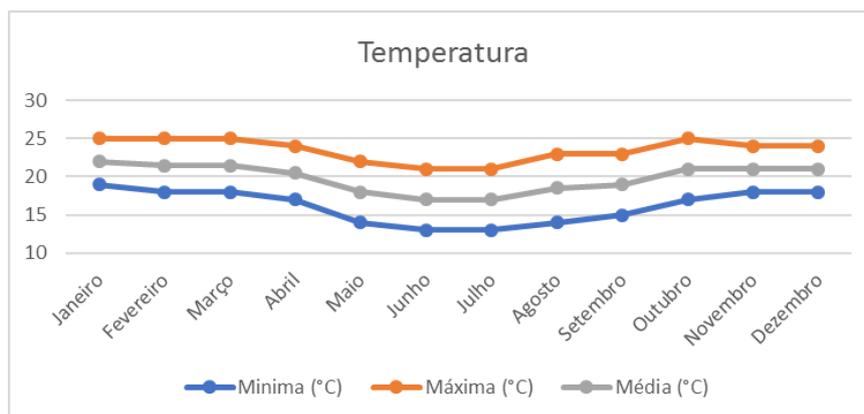


Figura 7 – Comportamento Temperatura e chuva ao longo do ano do Município de Macuco. (Fonte: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/305/macuco-rj>).

O município, conforme pode ser verificado na Figura 8, tem precipitação mensal média, com base numa série de 30 anos, de aproximadamente 220mm no período mais chuvoso, meses de verão (novembro a março) e mínima de 25mm no período mais seco, meses do inverno (junho a agosto).

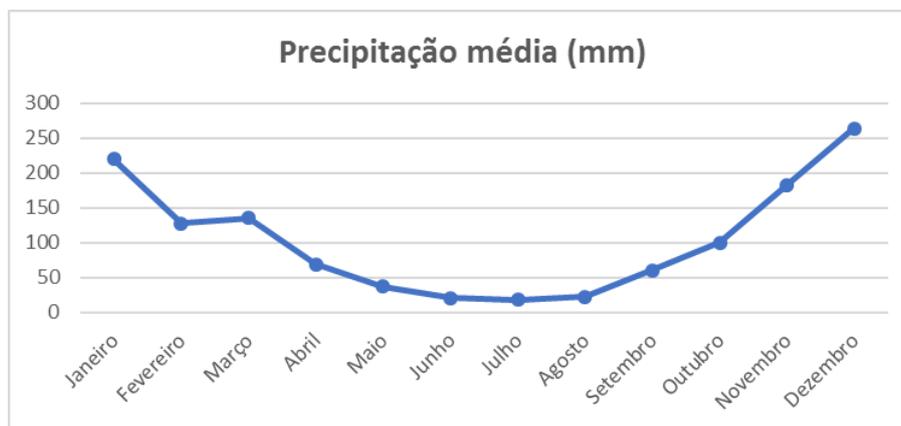


Figura 8 Precipitação mensal média do Município de Macuco. (Fonte: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/305/macuco-rj>).

2.2.2. Acesso

O principal acesso a Macuco é pela rodovia RJ-116, as rodovias RJ-164 e RJ-166 ligam com o município de Cantagalo, e a RJ-172 segue rumo a Santa Maria Madalena.

Na Figura 9 é possível observar a localização do município com as principais rodovias.



Figura 9 – Principais rodovias do município de Macuco. (Fonte: Adaptado Google Maps, 2019)

No Quadro 1, observa-se as distâncias do município de Macuco com os demais municípios da Região Serrana.

Quadro 1 – Distâncias do município de Macuco aos demais municípios da Região Serrana.

Município	Distância (km)
Bom Jardim	48
Cantagalo	15
Carmo	59
Cordeiro	20
Duas Barras	47
Nova Friburgo	59
Petrópolis	186
Santa Maria Madalena	34
São José do Vale do Rio Preto	139
São Sebastião do Alto	24
Sumidouro	72
Teresópolis	129
Trajano de Moraes	37

Fonte: Google Maps

2.2.3. Topografia e Hidrologia

O município de Macuco está inserido na Região Hidrográfica VII do estado do Rio de Janeiro. A Região Hidrográfica do Rio Dois Rios está inserida na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e sua área abrange a Bacia do Rio Dois Rios e demais bacias de menor porte. O rio Paraíba do Sul nasce em São Paulo e no estado do Rio de Janeiro se estende do município de Resende até o de Campos dos Goytacazes, desembocando no oceano Atlântico. Desempenha importante papel na produção de energia hidrelétrica do estado do Rio de Janeiro, além de abastecer os vários municípios que atravessa.

O rio Macuco é o principal rio do município e se desenvolve ao longo de toda área urbana. Tem a nascente no município de Duas Barras e a foz no rio Negro no município de Cantagalo. O principal afluente é o rio Dourado, que é o responsável pelo abastecimento de água do município. Pode-se citar também o rio Grande, um dos principais rios da região serrana, que passa ao longo da divisa entre os municípios de Macuco e Trajano de Moraes.

Na Figura 10 é possível visualizar como foi a implantação da cidade sede do município com a ocupação de todos os vales e dos morros com menor declividade. Na foto está caracterizado o relevo do município próximo à área urbana com a incidência de vários morros baixos.

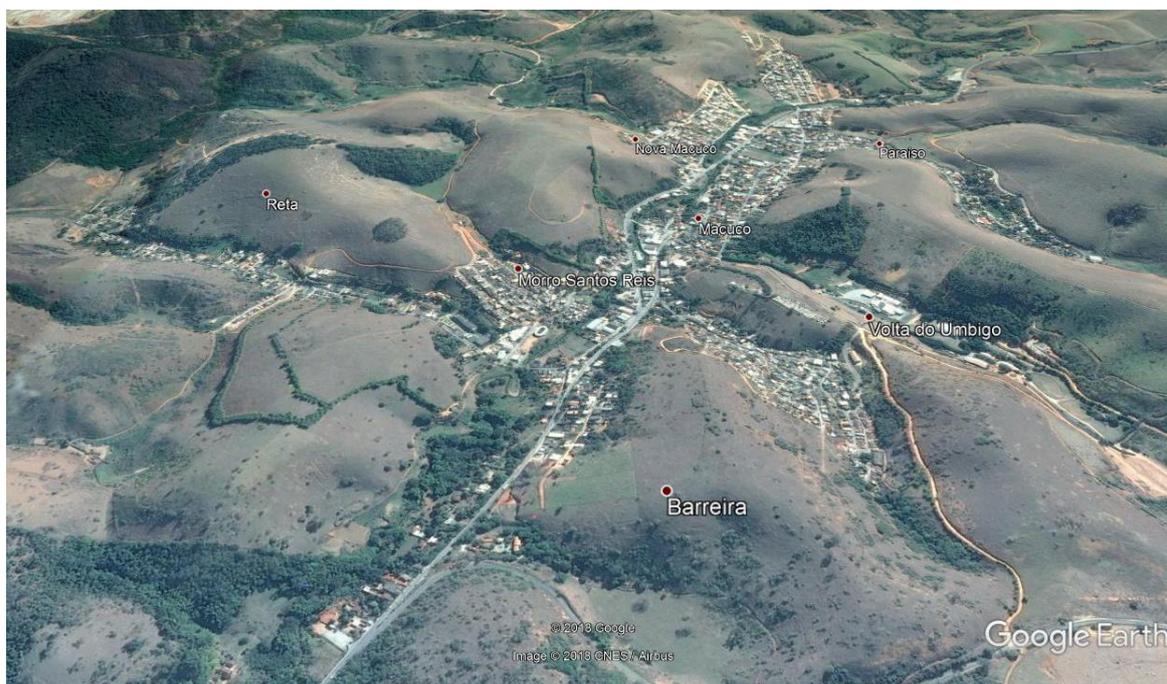


Figura 10 – Mapa de relevo do município de Macuco na área urbana.
(Fonte: Adaptado Google Earth, 2018).

2.2.4. População

No Quadro 2, observam-se, a partir dos dados coletados nos Censos pelo IBGE e dos dados coletados no Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a população residente no município nos anos de 1991, 2000 e 2010 por situação de domicílios e sexo.

Quadro 2 - Densidade demográfica. (Fonte: PNUD, 2010).

População Total, por Gênero, Rural/Urbana - Município - Macuco - RJ						
População	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
População total	4.754	100,00	4.886	100,00	5.269	100,00
População residente masculina	2.350	49,43	2.349	48,08	2.528	47,98
População residente feminina	2.404	50,57	2.537	51,92	2.741	52,02
População urbana	3.351	70,49	3.925	80,33	4.593	87,17
População rural	1.403	29,51	961	19,67	676	12,83

O município de Macuco possui uma população de 5.269 habitantes (IBGE, 2010), o que corresponde a 1,8% do total da população da região Serrana. Possui o total de 7.061 eleitores, contando com uma zona eleitoral. A diferença

entre o número de eleitores e a população indicada no censo ocorre pelo fato de toda população residente nos bairros localizados na margem direita do rio Macuco, para o IBGE, fazem parte do município de Cantagalo, distrito de Euclidelândia, mas, no entanto, estão na zona eleitoral de Macuco. Existe uma discussão entre os municípios de Macuco e Cantagalo sobre o limite dos municípios, porém todos os serviços públicos e privados, manutenção de vias e responsabilidades para a área estão a cargo da Prefeitura de Macuco. No Quadro 3 se encontra a caracterização do território de Macuco.

Quadro 3 - Caracterização do território. (Fonte: PNUD, 2010 e IBGE, 2010).

Área 77,719Km ²	IDHM 2010 0,703	Faixa IDHM Alto (entre 0,70 e 0,79)	População (censo 2010) 5.269 hab.
Densidade Demográfica 67,80hab/Km ²	Ano de Instalação 1997	Microrregião Cantagalo e Cordeiro	Mesorregião Centro Fluminense

2.3. CONDIÇÕES SANITÁRIAS

2.3.1. Qualidade dos corpos de água doce

As recomendações mais recentes brasileiras estão na Resolução Conama nº 430 de 2011, que altera a resolução nº 357 de 2005 que classifica os rios em classes estabelecendo limites mínimos e máximos. Nestas condições têm-se os seguintes padrões a serem satisfeitos, conforme Quadro 4.

Quadro 4: Classificação dos Rios

Classe do Rio	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Clorofila -a µg/L
1	≥ 6	≤ 3	< 10
2	≥ 5	≤ 5	<0,03 ambientes Lenticos <0,05 outros
3	≥ 4	≤ 10	
4	≥ 2	Não citado	

Para a disposição superficial do esgoto tratado no rio Macuco, a qualidade do efluente não deve modificar a classificação do curso de água. O rio Macuco não apresenta dados de parâmetros de qualidade de água em função de não possuir estação de monitoramento do INEA.

As Figura 11 e Figura 12 apresentam os últimos resultados do monitoramento dos corpos de água doce da Região Hidrográfica VII, a partir da aplicação do Índice de Qualidade de Água – IQAnsf, calculado pelo Instituto Estadual do

Ambiente – Inea¹. As águas dos pontos de coleta nas regiões hidrográficas que estavam apropriadas para tratamento convencional visando ao abastecimento público, estão representadas pelo índice IQAnsf pela cor verde ou amarela.

Foi selecionado outro rio na região monitorado pelo INEA, o rio Negro, em Itaocara, devido ao fato de o rio Macuco ser um dos seus principais afluentes. O rio Negro apresentou IQA médio de 71,7 sendo assim com águas apropriadas para tratamento convencional visando abastecimento público, segundo a metodologia de análise da água do INEA.

O rio Negro apresentou OD = 8,5 mg/L e DBO médio no ano de 2019 de <2 mg/l, sendo um rio de classe 1 de acordo com a resolução do Conama, porém como os rios de domínio estadual do estado do Rio de Janeiro não foram enquadrados em Classes, e segundo a Conama 357 "Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente." Em função desse critério, o rio Macuco e o rio Negro serão caracterizados como Classe 2.

Já para a eficiência de remoção de poluentes, é preciso seguir a DZ-215.R-4 – Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Sanitária, que trata em estabelecer o controle de poluição das águas resultantes do tratamento em ETE's de concessionárias de serviços de esgotos, conforme Quadro 5.

Quadro 5: Eficiência de remoção para dimensionamento da unidade de tratamento de esgotos

CARGA ORGÂNICA BRUTA TOTAL (C) kg DBO/dia	EFICIÊNCIA MÍNIMA DE REMOÇÃO DE DBO (%)	CONCENTRAÇÕES MÁXIMAS PERMITIDAS (mg/l)
C ≤ 5	30	180
5 < C ≤ 25	65	100
25 < C ≤ 80	80	60
C > 80	85	40

Com a implantação do sistema de esgotamento, com coleta e tratamento pretende-se uma redução mínima de 85% na carga orgânica.

¹ Este índice consolida em um único valor diversos parâmetros como oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos dissolvidos, temperatura da água e coliformes, entre outros.

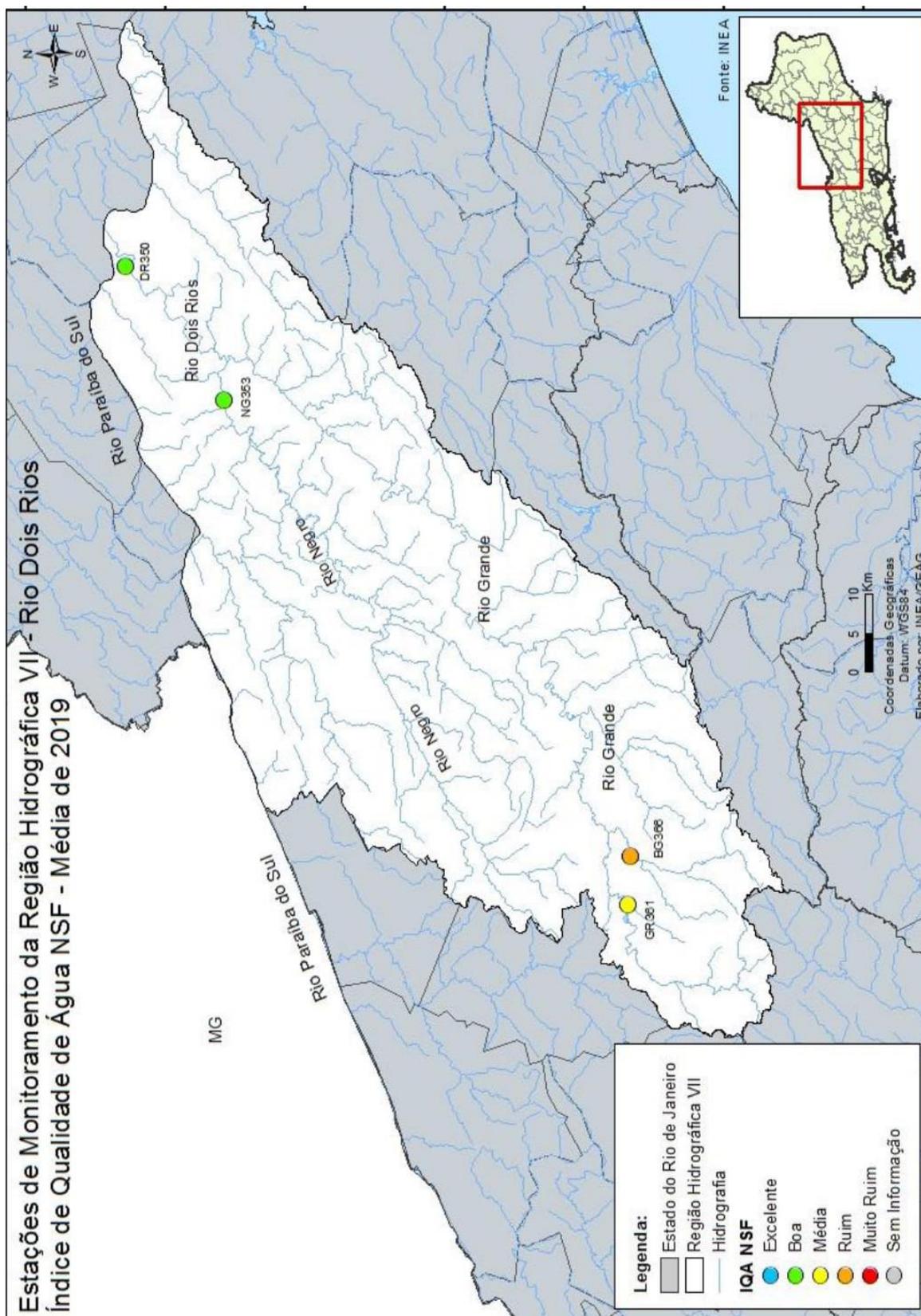


Figura 11 – Boletim de qualidade das águas RH VII. (Fonte: INEA, 2019).

Estação de amostragem	Localização	Município	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	IQAN _{NSF} Média 2019	
BG0366	Rio Bengala	Nova Friburgo			47,3			46,1			39,6			44,2	44,3	
DR0350	Rio Dois Rios	São Fidélis			69,6			74,1			75,7				73,2	
GR0361	Rio Grande	Nova Friburgo			68,0			70,6			70,4			70,7	69,9	
NG0353	Rio Negro	Itaocara			65,4			74,6			75,0				71,7	
Categoria de Resultados			EXCELENTE			BOA			MÉDIA			RUIM			MUITO RUIM	
IQAN _{NSF}			100 ≥ IQA ≥ 90			90 > IQA ≥ 70			70 > IQA ≥ 50			50 > IQA ≥ 25			25 > IQA ≥ 0	
Significado			Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público			Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público			Águas impróprias para tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados							

Figura 12 – Boletim de qualidade das águas RH VII. (Fonte: INEA, 2019).

2.3.2. Sistema existente de abastecimento de água

A Cedae é a concessionária responsável pelo serviço e atende toda população urbana do município. O município é abastecido a partir de um sistema exclusivo de captação, tratamento e distribuição.

A captação de água bruta é feita no córrego Ribeirão Dourado, localizado no Bairro Maravilha, afluente direto do rio Macuco. Junto à captação, existe uma estação elevatória de água bruta que recalca aproximadamente 25l/s a partir de duas bombas com 40cv cada e AMT de 60mca.

O destino do recalque de ferro fundido com aproximadamente 2km de extensão, é a ETA Carlindo Vitório Dias, localizada no alto do morro da Igreja. A ETA tem capacidade nominal de tratar 30l/s, 5l/s a mais do que atualmente chega para ser processado.

Na Figura 13 é possível visualizar o esquemático do sistema de abastecimento de água do município, com a captação, a ETA e os booster.

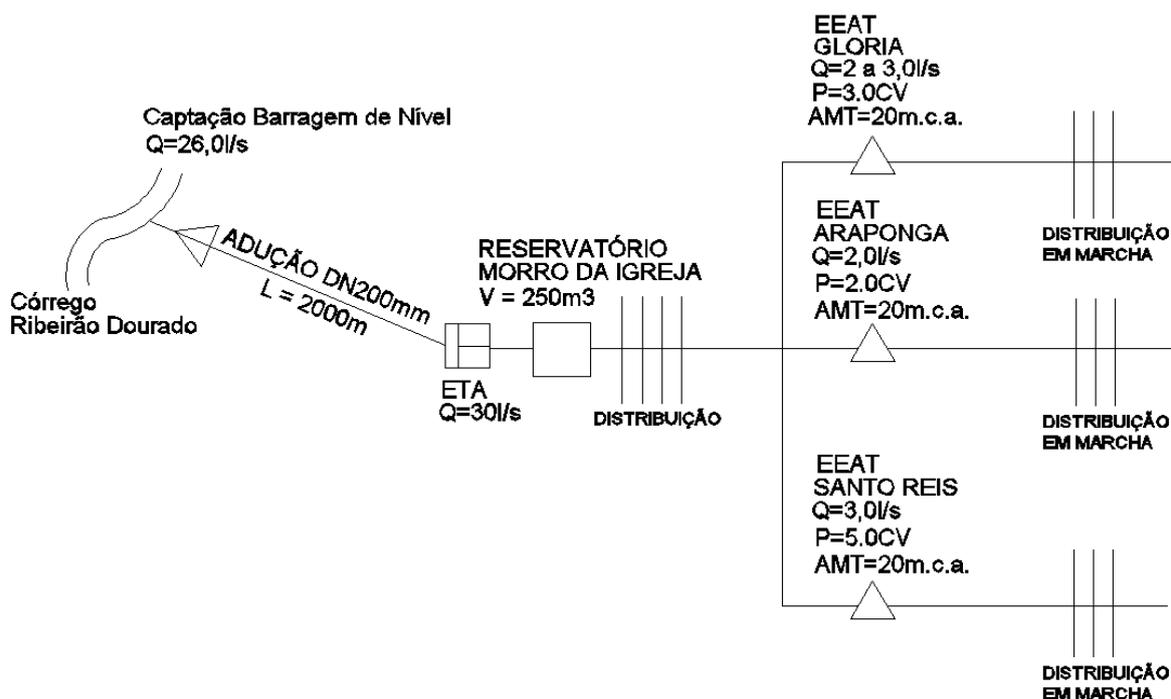


Figura 13 – Sistema de abastecimento de água de Macuco.
(Fonte: Autor, 2020).

A ETA é convencional com floclador com chicanas, decantador com colmeias em PVC e filtro de areia de fluxo descendente. A água tratada é clorada e encaminhada para um reservatório principal com 250m³ responsável pelo abastecimento de toda a cidade. Não há fluoretação no sistema.

Para as casas implantadas em cotas mais elevadas que o reservatório, nos bairros Araponga, Barreira, Santos Reis e Glória, foram implantadas estações elevatórias intermediárias que servem como *booster* para pressurização das redes de distribuição. A Cedae informou que todos os domicílios são hidrometrados. O município possui 3 (três) estações elevatórias:

- *Booster* Araponga – atende a parte alta dos bairros Araponga e Barreira, localizado na rua Benedito Castro Cardoso, tem capacidade para elevar 2l/s e 20mca por uma bomba de 2cv.

- *Booster* Santos Reis – atende a parte alta do bairro, localizado na esquina das ruas Arlindo José de Oliveira com Adiva Figueiredo, tem capacidade para elevar 3 l/s e 20mca por uma bomba de 5cv.

- *Booster* Glória – atende a parte alta do bairro, localizada na rua principal de acesso do bairro, tem capacidade para elevar 2 a 3l/s e 20mca por uma bomba de 3cv.

O reservatório não tem dispositivo para controle de nível e com isto, quando o consumo diminui, principalmente na madrugada, o reservatório extravasa a água tratada diretamente para as redes de águas pluviais, sendo um problema com relação a perdas de água.

2.3.3. Sistema existente de esgotamento sanitário

O sistema de esgotamento sanitário do município de Macuco, atualmente é de responsabilidade do próprio município, mas com apoio da CEDAE que opera o sistema de esgoto do bairro Glória (rede coletora e ETE).

Segundo dados do SNIS 2019, o sistema de coleta atinge 2.313 habitantes da população urbana, o que corresponde a 41,5% da população total do município. A extensão da rede chega a 7 km, totalizando 933 ligações ativas e 1.039 economias ativas.

Segundo o Censo 2010 realizado pelo IBGE, o município tinha 1.652 domicílios e conforme o Quadro 6, pode-se visualizar a distribuição dos domicílios o sistema de coleta e tratamento municipal.

Quadro 6 – Sistemas de esgotamento sanitário. (Fonte: IBGE,2010).

Ligados à rede de Esgoto ou Pluvial	1.507 domicílios
Sistema Fossa Séptica	103 domicílios
Sistema Fossa Rudimentar	6 domicílios
Valas	14 domicílios
Rio ou lago	21 domicílios
Outros	1 domicílio
Total	1.652 domicílios

Pelo exposto no Quadro 6, é verificado que o sistema de esgotamento no município é insuficiente, a maioria dos domicílios se utilizam do sistema unitário de coleta de esgoto e pluvial com destino no rio Macuco sem qualquer tipo de tratamento.

Uma parte da população utiliza fossas sépticas e sumidouros nos locais sem redes coletoras. O destino final dos efluentes sanitários da maior parte da população urbana, mesmo que coletados, é no rio Macuco sem qualquer tipo de tratamento. A única exceção é o bairro Glória em que foi implantado um sistema separador absoluto com tratamento final adequado.

2.3.3.1. Bacia margem esquerda do rio Macuco

Bairro Reta – possui rede coletora e ligações domiciliares em alguns logradouros, com caminhamento dos efluentes para um conjunto fossa séptica e filtro anaeróbio coletivo, porém este conjunto não está mais em operação e atualmente divide o terreno com outras residências. O efluente é lançado direto no córrego que corta o bairro.

O bairro ao longo do tempo se expandiu e o sistema existente é responsável pela coleta de apenas 50% do bairro, porém não há qualquer tipo de tratamento. As residências lançam o efluente no córrego que corta o bairro.

O valão está parte canalizado e parte em seção natural, no trecho inicial canalizado com seção 2,00x1,50m, após possui trechos com a seção natural e trechos canalizados até o desague no rio Macuco.

Na Figura 14 é possível visualizar o sistema de esgotamento do bairro Reta, com destaque para o valão do bairro, e o bairro Santos Reis.

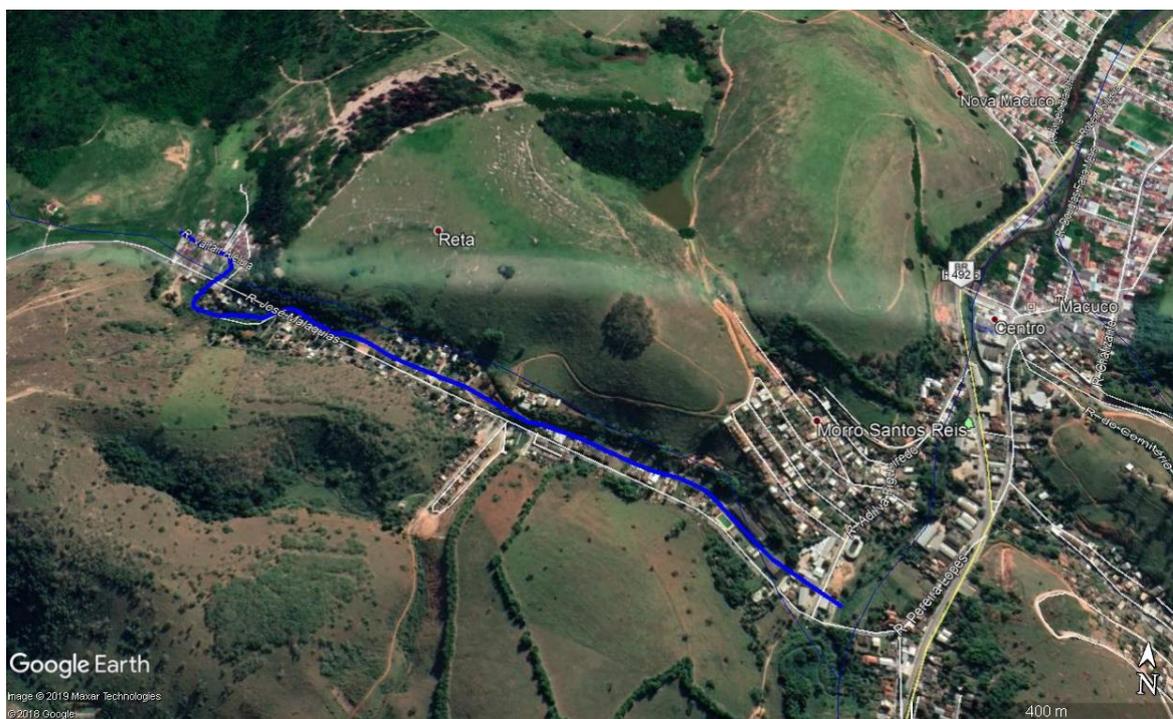


Figura 14 – Bairro Reta. (Fonte: Google Earth, 2019).

Bairro Santos Reis – Existe rede coletora de esgoto do tipo separador absoluto, com lançamento em diversos pontos dos efluentes sem tratamento no rio Macuco. Segundo informação dos operadores do sistema (CEDAE), as redes coletoras de esgoto precisam ser refeitas pois foram construídas em tubo de PVC DN100mm.

Bairro Nova Macuco – Existe rede coletora de esgoto do tipo separador absoluto, com lançamento dos efluentes no rio Macuco em diversos pontos e, segundo informado, os tubos são de PVC DN 150mm, utilizado em sistemas públicos de esgotamento sanitário.

Bairro Glória – Foi implantado no bairro sistema de coleta por tubos DN 150mm em PVC e as respectivas ligações domiciliares atendendo a praticamente todo o bairro. O sistema de coletores é ligado em uma estação elevatória de esgoto, implantada na parte mais baixa, com recalque em tubo de PVC DN 100mm, com aproximadamente 160 metros de extensão, com duas bombas, e capacidade para recalcar 3 l/s, sendo a altura manométrica total de 8mca, tendo como destino final a ETE Glória implantada mais a jusante.

Na Figura 15 é possível visualizar o sistema de esgotamento do bairro Glória, com a localização da Estação de Tratamento de esgoto e da estação elevatória.



Figura 15 – Sistema de esgotamento do bairro Glória.
(Fonte: Google Earth 2019).

A ETE é metálica do tipo UASB, filtro biológico aerador submerso, decantador secundário e leito de secagem do lodo. Possui tratamento preliminar com gradeamento, caixa de areia e caixa de gordura. Tem capacidade para tratar até 5,4l/s, e atualmente trata somente 3 l/s. O sistema é totalmente operado e mantido pela Cedae.

Apenas a parte mais alta, ainda em implantação, não foi contemplada pelo sistema. Trata-se de área com necessidade de implantação dos coletores em uma servidão entre os lotes, pois a topografia é mais acentuada e as casas da rua de cota mais elevada têm o esgotamento no lote vizinho mais baixo. Esta rede está no planejamento da Cedae para execução.

2.3.3.2. Bacia margem direita do rio Macuco

Bairro Maravilha – Possui baixa densidade demográfica com as casas implantadas em terrenos superiores às edificações. As casas utilizam sistema de tratamento individual com lançamento no rio Macuco.

Bairro Dr. Chiquito – Possui sistema unitário de coleta de esgoto e águas pluviais nas ruas implantadas no lado direito da RJ-116, seu destino final é a galeria de águas pluviais existente em um trecho da RJ-116, até lançamento no

rio Macuco. As casas construídas entre o rio Macuco e o lado esquerdo da RJ-116 estão em terrenos maiores, e na maioria, possuem tratamento individual com lançamento no rio macuco.

Bairro Araponga e Barreira – Sistema unitário de coleta de esgoto e águas pluviais. As redes são encaminhadas para o talvegue principal do bairro onde foi canalizada uma vala com manilha de concreto DN 800/1000mm. Esta vala passa no interior da quadra entre as ruas Henrique Pedro Coube e Augusto Pacheco Pinheiro e segue pela Rua Rubens Rodrigues Campos até cruzar a RJ-116 e desaguar no rio Macuco.

Na Figura 16 é possível visualizar o bairro Barreira, com sua topografia acidentada, o que dificulta a implantação de sistema separador.



Figura 16 – Bairro Barreira. (Fonte: Google Earth, 2019).

Bairro Centro - Sistema unitário de coleta de esgoto e águas pluviais, as redes de drenagem são encaminhadas no geral para o rio Macuco. Existem diversas casas construídas faceando a parede do canal que vem do parque de exposições lançando os efluentes diretamente no Rio. Não tem espaço entre o canal e as casas para implantação de redes coletoras de esgoto. Para os outros logradouros do Centro não foram relatados problemas no escoamento das redes unitárias.

A cooperativa de leite Macuco possui sistema próprio de tratamento dos efluentes e os outros lotes, têm cota de soleira suficiente para reverter a ligação do esgoto para a via.

Na Figura 17 é possível visualizar os bairros Paraíso e Centro, com sua topografia acidentada e os valões existentes.



Figura 17 – Bairros Paraíso e Centro. (Fonte: Google Earth, 2019).

Bairro Paraíso – A vala existente no fundo do talvegue do bairro foi canalizada junto da abertura da Rua Glinaudino da Silva, onde existe uma rede de drenagem pluvial em manilha de concreto DN 1000mm e uma rede de esgoto paralela em tubo de PVC. O destino final de ambas é no trecho aberto do valão, no final do bairro, que segue aberto até o cruzamento com a rua Henrique Frederico Ribeiro e a Avenida Roberto Silveira (RJ-116), seu destino final é no rio Macuco.

Na Avenida Roberto Silveira (RJ-116) existem algumas casas construídas entre a via e o rio Macuco, todas estão com soleiras acima do nível da via e podem ter os esgotos revertidos para lançamento na futura rede de esgoto proposta para a via.

3. ANÁLISE DE PROBLEMAS PARA SOLUÇÕES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE MACUCO

3.1. MATRIZ SWOT

O diagnóstico da região, aliado à análise do serviço de esgotamento sanitário permitiu elencar uma sequência de pontos que são estratégicos para a implantação do sistema de esgotamento sanitário.

A matriz SWOT é uma ferramenta utilizada para fazer análise de cenários sendo usada como base para gestão e planejamento estratégico. É considerada um sistema simples para posicionar ou verificar a posição estratégica da empresa no ambiente em questão. (Zimmerman, 2015).

Os dados são utilizados de maneira ponderada, com valores atribuídos a cada um dos dados da matriz. A elaboração da Matriz SWOT é obtida a partir de três etapas, analisa-se o ambiente interno da organização, identificando seus pontos fortes e fracos; em seguida, o ambiente externo, identificando oportunidades e ameaças, com isso é criada a matriz de combinação.

Os pontos fortes ao ambiente interno são as competências, fatores ou características positivas que o sistema possui e que favorecem ao desenvolvimento desejado.

Logo, os pontos fracos são as deficiências, fatores ou características negativas que se encontram presentes para o desenvolvimento do sistema e prejudicam o cumprimento do projeto, com isso deve-se estabelecer programas para eliminá-los ou minimizá-los.

Um exemplo de ponto forte seria uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), adequada conforme os padrões estabelecidos pela legislação, e com os efluentes sendo tratados de maneira adequada. Já um exemplo de ponto fraco, seria um funcionário da ETE sem a devida capacitação, burocracia em excesso e o não cumprimento das normas de lançamento de efluentes.

Para a análise externa diversos fatores devem ser levados em consideração, desde itens políticos e legais, como econômicos, tecnológicos e socioculturais. Essa análise é ampla e seus itens são ligados ao ambiente externo à organização. Na Figura 18, se encontra a matriz SWOT.

		AJUDA	ATRAPALHA
ORIGEM DO FATOR	INTERNA (ORGANIZAÇÃO)	FORÇAS	FRAQUEZAS
	EXTERNA (AMBIENTE)	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS

Figura 18 – Matriz SWOT. (Fonte: Autor, 2020).

Com a determinação dos fatores de fraquezas e ameaças, é necessário pontuar esses itens de acordo com o grau de importância, sendo atribuído valores de 1 a 3, de acordo com a Figura 19.

VALORES	PARÂMETRO
1	BAIXO
2	MÉDIO
3	ALTO

Figura 19 – Pontuação para a Matriz SWOT. (Fonte: Autor, 2020).

Com a análise SWOT, é possível avaliar as dificuldades de execução do planejamento, se antecipando quanto às ameaças, potencialidades, pontos fracos e as oportunidades. Assim, observar resultados satisfatórios na identificação de fraquezas e ameaças, para se evitar ou minimizar esses pontos negativos. Dessa forma, esta verificação se faz importante, pois avalia a realidade operacional da gestão dos serviços de saneamento, trazendo o planejamento do cenário de referência e seus desafios para implantação. Além de valorizar as forças e oportunidades.

Neste trabalho, as matrizes foram elaboradas a partir de informações obtidas nas áreas de estudo por um grupo de trabalho. O grupo foi constituído por engenheiros e técnicos da prefeitura de Macuco - RJ, da Comp. de Água e Esgoto (CEDAE) e pelo corpo de engenheiros da empresa Bioinfra, da qual faço parte. As informações foram analisadas em conjunto, buscando encontrar os melhores enquadramentos na formação das estruturas.

As informações foram coletadas através de diversas reuniões, com o grupo de trabalho, com isso foi possível a construção da matriz através da interação entre as equipes técnicas, aliando a experiência vivenciada por ambas, além

de retratar as especificidades das políticas de gestão do município e da CEDAE. Nessas reuniões foram elencados todos os fatores a serem analisados e em conjunto definida a pontuação e os padrões de cada setor. Os pontos foram elencados em função de suas características.

A utilização da ferramenta SWOT para realizar esta análise foi feita através das diversas reuniões da seguinte forma, inicialmente os pontos fortes foram identificados, com os benefícios de cada um. Após a definição dos pontos fortes, foram detectados os pontos fracos e quais as perdas ou consequências para cada ponto fraco. Com isso foi possível definir as oportunidades para o sistema de esgotamento sanitário, além das ameaças ou riscos existentes para cada situação ou cenário. Por fim, foram realizadas análises e comparações entre todos os elementos coletados para a matriz, assim gerando conclusões e decisões.

3.2. MATRIZ GUT

A matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) é uma metodologia que contribui para a tomada de decisão, permite a alocação de recursos nos tópicos considerados mais importantes. Também contribui para a elaboração de um planejamento estratégico e possui simples implementação.

Conforme Gomes (2006), sua utilização se baseia nos parâmetros de gravidade, urgência e tendência. Os índices de gravidade são avaliados se os prejuízos ou dificuldades são graves, extremamente graves ou sem gravidades, já os índices de urgência avaliam a necessidade da ação, podendo ser urgente ou não ter pressa. O índice de tendência avalia se a situação pode piorar imediatamente, no curto ou longo prazo se nenhuma ação for realizada. De acordo com Daychoum (2012), os valores variam de 1 a 5, em que 5 representa o maior peso e 1 o menor peso, o resultado GUT é obtido através da multiplicação dos parâmetros.

Com o auxílio da matriz GUT é possível realizar a definição de prioridades para atingir o objetivo da municipalização do saneamento em Macuco. No Quadro 7 se observa a configuração para a criação da matriz GUT.

Quadro 7 – Quadro de caracterização da Matriz GUT (Fonte: Autor, 2019)

PONTOS	G	U	T	TOTAL
5	Extremamente Grave	Ação Imediata	Tendência de agravar imediatamente	5x5x5
4	Muito Grave	Alguma Urgência	Piora em curto prazo	4x4x4
3	Grave	O mais cedo possível	Piora em médio prazo	3x3x3
2	Pouco Grave	Pode esperar	Piora em longo prazo	2x2x2
1	Sem Gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar e pode melhorar	1x1x1

A matriz GUT foi elaborada com o objetivo de ordenar os problemas relacionados ao sistema de esgotamento sanitário, conforme a gravidade, urgência e tendência de cada uma em relação à população. Utilizando-se os critérios anteriormente apresentados no Quadro 7, a análise foi realizada pelo grupo de trabalho, conhecedores dos processos de execução de redes de esgoto e habituados a lidarem com reclamações da comunidade.

3.3. MATRIZ DE ANÁLISE DE ALTERNATIVAS

Nessa etapa identificou-se as alternativas para o projeto, análise e seleção da melhor opção quanto à aceitabilidade, exequibilidade, motivação, simplicidade e comunicação. Tal matriz possui papel primordial no desenvolvimento do projeto, uma vez que direciona os investimentos de forma assertiva e auxilia na melhor tomada de decisão.

De acordo com Buarque (2003), a montagem das alternativas é orientada por dois métodos, o indutivo ou dedutivo. Pelo método indutivo, os cenários são formados a partir de características internas, buscando identificar os elementos externos que influenciam o contexto geral. Já pelo método dedutivo, é definido o contexto geral e confrontado com os condicionantes externos. Para a criação de alternativas, foi utilizado o método indutivo. Os fatores internos aos eixos, as demandas da sociedade e as conclusões obtidas com a atual situação dos sistemas de saneamento foram levados em consideração.

As alternativas são avaliadas de acordo com os quesitos de custo-benefício, viabilidade técnica, prazo, recursos, repercussão política e implantação.

3.4. MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

Segundo Damato (2002), com a avaliação de impactos é possível identificar as possibilidades de efeitos adversos ou benéficos sobre a implantação do sistema de esgotamento sanitário.

A avaliação do impacto possui caráter preventivo e visa minimizar as alterações de determinada atividade ou obra.

De acordo com a Associação Internacional de Impactos Ambientais, os principais objetivos da AIA são:

- Assegurar que as considerações ambientais sejam explicitamente tratadas e incorporadas ao processo decisório;
- Antecipar, evitar, minimizar ou compensar os efeitos negativos relevantes, biofísicos, sociais e outros;
- Proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais, assim como os processos ecológicos que mantêm suas funções;
- Promover o desenvolvimento sustentável e otimizar o uso e as oportunidades de gestão de recursos.

4. RESULTADOS

4.1. MATRIZ SWOT

Após as discussões do grupo de trabalho, foi possível desenvolver a matriz SWOT, conforme o Quadro 8, em que se observa a matriz para o sistema de esgotamento sanitário de Macuco.

Quadro 8 – Matriz SWOT do sistema de esgotamento sanitário de Macuco (Fonte: Autor, 2019).

FORÇAS (Fatores Internos + Pontos Fortes)	<ul style="list-style-type: none"> Existência de Estação de Tratamento de Esgoto – ETE; 	FRAQUEZAS (Fatores Internos + Pontos Fracos)	<ul style="list-style-type: none"> Existência de domicílios sem sistema de esgotamento sanitário; Poluição dos recursos hídricos e do solo; Base de dados e informações dos sistemas de saneamento incompletas; ETE atende a pequena parte do município; Falta de PMSB aprovado;
OPORTUNIDADES (Fatores Externo + Pontos Fortes)	<ul style="list-style-type: none"> Expansão da rede coletora de esgoto; Melhoria da qualidade de vida da população; Disponibilidade de recursos no orçamento federal para o setor de saneamento; Programas federais e estaduais voltados ao setor de saneamento; Ampliar a cobertura de esgotamento sanitário e com isso elevar o IDH do Município; Aproveitar a rede existente de drenagem e utilizar a coleta em tempo seco; Desenvolver um projeto de Lei que incentive a implantação ou interligação ao sistema em novos loteamentos e condomínios. Desenvolver a conscientização da população sobre a importância dos sistemas de saneamento. 	AMEAÇAS (Fatores Externos + Pontos Fracos)	<ul style="list-style-type: none"> Buscar a universalização do sistema de esgotamento sanitário para Macuco exige uma demanda de recursos financeiros significativa; Possibilidade de veiculação de doenças hídricas;

De acordo com as informações coletadas verificou-se que o serviço de esgotamento sanitário atende parcialmente ao município, necessitando de ampliação do sistema, para assim atender todos os bairros da cidade.

Como ponto forte foi avaliado a presença de ETE no município, mesmo ela atendendo parcialmente é um fator positivo ao sistema, que já conta com algum tratamento.

Como oportunidades foram elencados: a possibilidade de expansão da rede coletora, criando o sistema separador para o município; a melhoria da qualidade de vida da população, com o sistema implementado, levando a coleta e tratamento para o esgotamento; a disponibilidade de recursos no orçamento federal para o setor de saneamento, além de programas federais e estaduais voltados ao setor de saneamento, auxiliando o município na captação de recursos para as obras de saneamento, com isso elevando o IDH de Macuco. Existe a possibilidade de aproveitar a rede existente de drenagem e fazer uma coleta em tempo seco como medida de curto prazo, além de desenvolver um projeto de Lei que incentive a implantação de sistema ou a interligação ao sistema de esgotamento em novos loteamentos ou condomínios e a conscientização da população sobre a importância dos sistemas de saneamento.

Como fraquezas foi observada a existência de domicílios sem sistema de esgotamento sanitário, a poluição dos recursos hídricos e do solo, além da falta de informações referentes ao esgotamento no município, com a base de dados dos sistemas incompletas. Outro fator analisado foi que apesar da existência de ETE, ela atende apenas a pequena parte do município. Além da falta de PMSB aprovado para o município, o que criaria as diretrizes para a execução do sistema de esgotamento.

Quanto às ameaças, foi verificado que a necessidade de buscar a universalização do sistema de esgotamento requer uma demanda de recursos financeiros não disponíveis no município, o que exigiria recursos externos. E a falta de sistema de esgotamento possibilita a veiculação de doenças hídricas.

Visando a otimização dos serviços, é indispensável a realização do controle das atividades e registros das ações executadas de esgotamento sanitário, para identificar as demandas da comunidade e estabelecer as prioridades na execução dos serviços a curto, médio e longo prazo, de acordo com a obtenção dos recursos ou financiamento junto aos órgãos competentes, assim criando um cronograma de execução do sistema de esgotamento do município.

4.2. MATRIZ GUT

De acordo com as discussões desenvolvidas pelo grupo de trabalho, foi possível criar a matriz GUT, sendo que a definição do valor para a matriz foi de comum acordo para todos os membros através das reuniões com o grupo de

trabalho. No Quadro 9 se observa a matriz GUT para o sistema de esgotamento sanitário de Macuco.

Quadro 9 – Matriz GUT para o sistema de esgotamento sanitário do município de

Nº	PROBLEMAS	G	U	T	TOTAL	PRIORIZAÇÃO
1	Existência de domicílios sem sistema de esgotamento sanitário	5	4	4	80	2
2	Poluição dos recursos hídricos e do solo	4	3	4	48	3
3	Base de dados e informações dos sistemas de saneamento incompletas	3	3	2	18	4
4	ETE atende a pequena parte do município	5	4	5	100	1
5	Possibilidade de veiculação de doenças hídricas	4	3	4	48	3
6	Falta de Estação de Tratamento de Esgoto	5	5	4	100	1
7	Participação do município nos órgãos reguladores e comitês de bacia	3	2	2	12	6
8	Falta de ligações cadastradas com micromedição de água e esgotos	2	3	1	6	7
9	Falta de redes de drenagem	4	3	3	36	5

Macuco - RJ. (Fonte: Autor, 2019).

É possível observar que alguns dos principais problemas destacados na matriz SWOT fica evidenciado no processo de priorizar as ações a serem desenvolvidas.

Como priorização 1, para o atendimento de acordo com a matriz GUT, foi relacionado a falta e a capacidade de tratamento da estação de tratamento de esgoto, ficando esse item como o principal e mais urgente no combate a falta de tratamento de efluentes no município, sendo necessária a ampliação ou a criação de uma nova estação para tratamento de esgoto.

O próximo item de priorização seria a existência de domicílios sem sistema de esgotamento, acarretando diversos problemas relacionados ao saneamento e ficando com a priorização 2.

A priorização 3 foi dividida entre a poluição dos recursos hídricos e do solo, e a possibilidade de veiculação de doenças hídricas, sendo um item com gravidade e tendência de piorar se nenhum procedimento for realizado.

O item de priorização 4 foi a falta de informações sobre a base de dados de saneamento no município. Isso pode levar a falta de manutenção adequada ou mesmo a sobreposição de recursos para uma área.

A priorização 5 foi a falta de redes de drenagem no município, com muitos sistemas superficiais ou valões a céu aberto, o que dificulta para a utilização de captação em tempo seco.

A participação ativa do município nos órgãos reguladores e comitês de bacia ficou com a priorização 6. A falta dessa participação ativa prejudica o município na busca por recursos, por voz ativa dentro dos comitês e também para definição das prioridades dos comitês.

Por fim, a falta de ligações cadastradas com a micromedição de água e esgoto ficou com a priorização 7. Essa falta de cadastro prejudica o controle sobre a distribuição de água e coleta de esgotos, dificultando o monitoramento sobre os sistemas de saneamento.

4.3. MATRIZ DE ANÁLISE DE ALTERNATIVAS

As alternativas definidas pelo cruzamento da matriz SWOT foram analisadas pela matriz de análise de alternativas. Os parâmetros de análise seguiram o padrão da matriz e foram desenvolvidos de acordo com a cooperação do grupo de trabalho, definindo em acordo qual a ponderação de cada item.

Os itens foram avaliados levando em consideração as premissas do sistema como: a execução das obras em etapas, a captação de recursos ou a necessidade de recursos externos, sendo o fator determinante das escolhas o custo de implantação e operação.

Como alternativas referentes à estação de tratamento de esgoto, avalia-se a ampliação da ETE existente ou sobre a criação de uma nova estação de tratamento. Em relação ao sistema coletor, é avaliado a criação do sistema separador absoluto com a implantação das redes coletoras de esgoto ou a utilização do sistema de captação em tempo seco, sendo este sistema uma solução a curto prazo, com necessidade de futura implantação do sistema separador. Por fim, é avaliado a participação do município nos órgãos reguladores e comitês de bacia, em busca de uma voz ativa e participação direta em busca de seus interesses.

No Quadro 10 é possível observar a matriz de análise de alternativas. A matriz foi desenvolvida pelo grupo de trabalho.

De acordo com o Quadro 10, as opções de criação de nova ETE, ampliação da ETE existente, a criação de sistema de coletas e a captação em tempo seco dependem de recursos externos.

Já para a participação do município nos órgãos reguladores e comitês de bacia poderiam ser utilizados servidores da Prefeitura Municipal e membros da sociedade civil. Essa participação pode auxiliar o município na obtenção de recursos para execução do sistema, através dos programas de financiamento dos comitês e na busca dos assuntos de interesse direto do município.

Como Macuco não possui sistema de drenagem em toda a área urbana, com algumas valas e córregos abertos, além de diversos logradouros com drenagem superficial, o sistema de captação em tempo seco se torna uma solução menos adequada, pois o valor gasto para a criação do sistema de drenagem poderá ser utilizado na criação do sistema separador, visto que o sistema de coleta em tempo seco é uma solução de curto prazo e a legislação atual não permite sua implantação definitiva.

De acordo com Bernardes e Soares (2004), para o sucesso do sistema separador, a fiscalização por parte dos órgãos responsáveis deve ser eficiente, para que não ocorram ligações clandestinas nem nas águas pluviais nem na rede coletora de esgotamento sanitário.

ALTERNATIVAS		CUSTO-BENEFÍCIO	VIABILIDADE TÉCNICA	PRAZO	RECURSOS	REPERCUSSÃO POLÍTICA	IMPLANTAÇÃO (SIM ou NÃO)
A	Implantação de nova ETE	Médio custo com alto benefício	Média	Médio	Necessário recursos externos	Ótima	SIM, podendo ser executada sozinha
B	Ampliação da ETE existente	Médio custo com alto benefício	Média	Médio	Necessário recursos externos	Boa	SIM, podendo ser executada sozinha
C	Implantação do sistema separador de coleta de efluentes	Alto custo com alto benefício	Média	Médio	Necessário recursos externos	Ótima	SIM, mas depende da ETE
D	Participação do município nos órgãos reguladores e comitês de bacias	Baixo custo e alto benefício	Baixa	Curto	Pode utilizar servidores da PM e membros da sociedade civil	Ótima	SIM
E	Implantação da captação em tempo seco	Médio custo e alto benefício no curto prazo	Média	Curto	Necessário recursos externos	Boa	SIM, mas depende da ETE

Quadro 10 – Matriz de análise de alternativas para o sistema de esgotamento sanitário de Macuco. (Fonte: Autor, 2019).

4.4. MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

Pela matriz de avaliação de impactos, desenvolvida pelo grupo de trabalho, foram analisados os possíveis impactos positivos e negativos que o sistema de esgotamento sanitário causa no município.

Foram analisados em relação à construção ou ampliação da estação de tratamento, a implantação do sistema coletor ou a implantação do sistema de captação em tempo seco, além da participação do município nos comitês de bacia.

Dessa forma, a matriz de avaliação de impactos é montada conforme Quadro 11.

Quadro 11 – Matriz de avaliação de impacto para o sistema de esgotamento sanitário de Macuco. (Fonte: Autor, 2019).

Nº	IMPACTOS	POSITIVOS	NEGATIVOS
1	Implantação da ETE	<ul style="list-style-type: none"> . Vai proporcionar o tratamento de esgoto no município . Controle e prevenção de doenças de veiculação hídrica . Geração de emprego e movimentação da economia do município. . Aumento da arrecadação de tributos e adesão ao ICMS verde . Preservação de recursos hídricos e da biodiversidade 	<ul style="list-style-type: none"> . Distúrbios com a movimentação de veículos, cargas e pessoas na execução da obra . Distúrbios com os movimentos de terra para instalar as tubulações . Desmatamento para criação da ETE . Perturbações a fauna local . Poluição e degradação hídrica
2	Ampliação da ETE existente		
3	Implantação do sistema separador de coleta de efluentes		
4	Participação do município nos órgãos reguladores e comitês de bacias	<ul style="list-style-type: none"> . Empoderamento do município para pleitear por seus interesses 	<ul style="list-style-type: none"> . Gera conflitos de interesses com os municípios vizinhos . Divisão dos recursos disponíveis
5	Implantação da captação em tempo seco	<ul style="list-style-type: none"> . Coleta de esgotos em curto prazo 	<ul style="list-style-type: none"> . Problemas de alagamentos e mau cheiro poderão continuar existindo . Custo para implantação da rede de drenagem

Os números 1, 2 e 3 representam a criação do sistema coletor e do sistema de tratamento, e como fatores positivos apresentam o retorno ambiental e de

saúde com sua implantação. Já para os fatores negativos destacam-se os distúrbios causados durante a obra, além de problemas relacionados à falta de sistema de tratamento, como a poluição.

O número 4 representa a participação do município nos comitês de bacia, tendo como fator positivo o empoderamento municipal na busca por seus interesses e fatores negativos os conflitos com os municípios vizinhos.

O número 5 representa a implantação da captação em tempo seco, sendo o fator positivo o retorno em curto prazo para a coleta de esgotamento, uma vez que utiliza do sistema já existente de drenagem urbana, porém como fator negativo, não resolve os problemas de alagamento, além dos problemas de mau cheiro. Esse sistema ainda necessita de investimentos para a implantação das redes de drenagem, e o futuro investimento para criação do sistema separador.

5. PROPOSTAS PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE MACUCO

De acordo com o verificado na utilização das matrizes, foi possível definir alguns cenários para desenvolvimento do projeto para o esgotamento sanitário de Macuco. Esse cenário será melhor embasado com parâmetros mais completos definidos como a população que será atingida e a expectativa de consumo.

5.1. ESTUDOS POPULACIONAIS

De acordo com o CENSO (2010), a densidade populacional é maior na área urbana onde tem-se 4.593 habitantes e menor na área rural com apenas 676 habitantes.

O município de Macuco possui como principais fatores de geração de renda a indústria, o comércio local e as unidades de serviço público em geral. O município, de acordo com RAIS 2010, apresentou um aumento nos setores da indústria e comércio, assim como a renda per capita média cresceu 93,86% nas últimas duas décadas, a uma taxa média anual de 2,52% entre 2000 e 2010. Estes fatos, por si só, já são uma indicação que a taxa de crescimento da população tende a aumentar com os anos, como pode ser observado na comparação entre os censos de 1991-2000-2010 em que houve um graduado aumento no ritmo de crescimento no período.

Na Quadro 12, estão listados todos os setores censitários do IBGE para o município de Macuco e para o distrito de Euclidelândia – Cantagalo com as informações do número de domicílios, população, área do setor e a respectiva densidade demográfica.

Quadro 12 – N° de domicílios, população e densidade demográfica por setor censitário. Fonte: (IBGE., 2010).

MUNICÍPIO DE MACUCO				
Fonte: IBGE 2010				
SETOR CENSITÁRIO	N° DOMICÍLIOS	POPULAÇÃO	ÁREA	DENS. DEMOGRÁFICA
			(Km2)	(hab/Km2)
330.245.205.000.001	190	612	0,258	2373,94
330.245.205.000.002	351	1102	0,526	2096,78
330.245.205.000.003	297	974	0,243	4012,23
330.245.205.000.004	277	910	0,842	1080,60
330.245.205.000.005	191	676	74,794	9,04
330.245.205.000.006	285	808	0,235	3431,76
330.245.205.000.007	63	187	0,822	227,57
TOTAL	1654	5269	77,719	67,80
DISTRITO DE EUCLIDELÂNDIA - CANTAGALO ADMINISTRADO PELO MUNICÍPIO DE MACUCO				
SETOR CENSITÁRIO	N° DOMICÍLIOS	POPULAÇÃO	ÁREA	DENS. DEMOGRÁFICA
			(Km2)	(hab/Km2)
330.110.815.000.004	96	303	0,270	1122,222
330.110.815.000.006	40	126	30,300	4,158
330.110.815.000.008	329	1035	0,710	1457,746
TOTAL	465	1464	31,280	2584

A partir dos dados informados nos Quadro 13 e Quadro 14, referentes à evolução populacional para o município de Macuco e para o distrito de Euclidelândia - Cantagalo, foram realizados os estudos para estimativa do crescimento populacional no período de 30 anos, utilizando os métodos de crescimento populacional da progressão aritmética e geométrica. Em 2019 foi utilizada a estimativa informada pelo IBGE.

Quadro 13 - Evolução populacional – Macuco – RJ
(Fonte: IBGE, 2019).

Evolução Populacional				
ANO	1991	2000	2010	2019 (Estimativa)
População	4.754	4.886	5.269	5.599

Quadro 14 - Evolução populacional – Distrito de Euclidelândia – Cantagalo – RJ
(Fonte: IBGE, 2019).

Evolução Populacional				
ANO	1991	2000	2010	2019 (Estimativa)
População	1155	1061	1464	-

Conforme visto no Quadro 13 e Quadro 14, a taxa de crescimento para o município de Macuco e para o distrito de Euclidelândia aparecem de forma crescente ao longo do período de 1991 a 2010.

Segundo o IBGE (2010), no período de 1991 a 2000 o município de Macuco apresentou uma evolução populacional a uma taxa de crescimento de 15hab/ano (0,30%) e a partir deste período até o ano de 2010 teve um aumento de 38hab/ano (0,76%). Já o distrito de Euclidelândia apresentou um crescimento populacional no período de 2000 a 2010, com uma taxa de crescimento de 40hab/ano (3,27%).

Nos Quadro 15, Quadro 16, Figura 20 e Figura 21, estão representados os resultados dos cálculos das projeções populacionais para o município de Macuco e para a parte do distrito de Euclidelândia, que é administrada pela prefeitura de Macuco, pelos métodos aritmético e geométrico.

Quadro 15 – Projeção populacional – Macuco – RJ. (Fonte: Autor, 2019).

ESTUDO PROJEÇÃO POPULACIONAL - MUNICÍPIO MACUCO - RJ				
Nomenclatura	Ano	População (Censo IBGE)	População Estimada	
			Aritmética	Geométrica
P0	1991	4754		
P1	2000	4886		
P2	2010	5269		
	2017		5459	5472
	2018		5486	5502
	2019	5599	5513	5532
	2020		5540	5562
	2025		5676	5715
	2030		5811	5871
	2035		5947	6033
	2040		6082	6198
	2045		6218	6368
	2048		6299	6472
	2050		6353	6543
	2055		6489	6722
	2060		6624	6907
População Saturação		4676		

Conforme demonstrado no Quadro 15, a população total do município, incluindo as zonas urbanas e rurais, para o ano de 2018 é de 5.502 hab e para 2048, é de 6.472 hab, segundo a progressão geométrica.

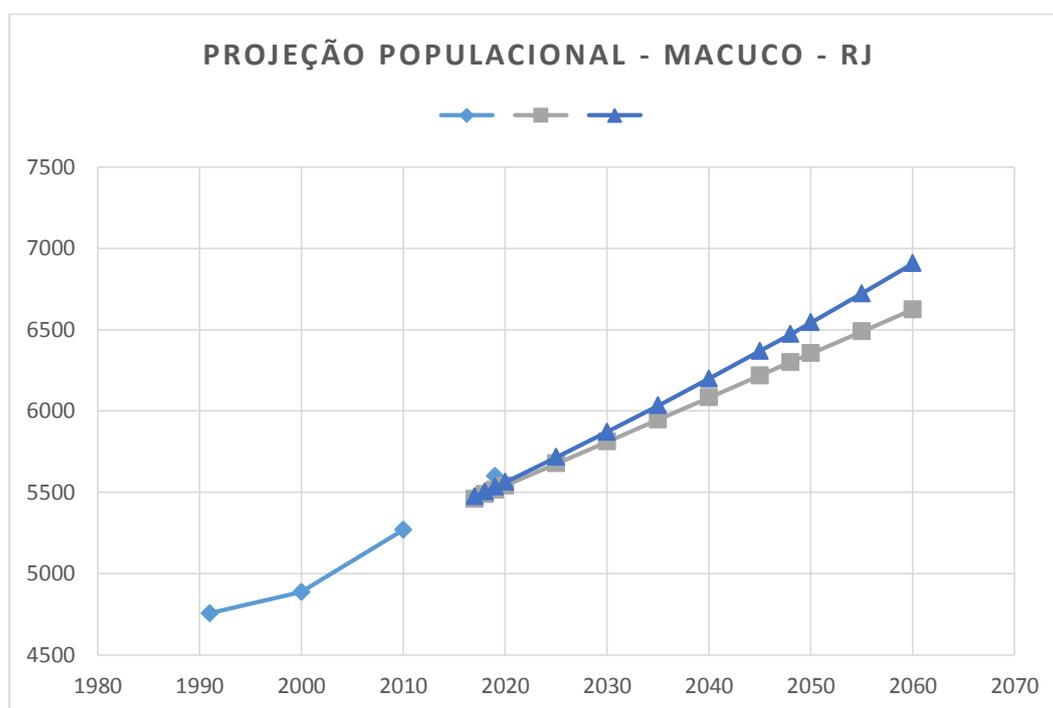


Figura 20 – Gráfico Projeção populacional – Macuco -RJ. (Fonte: Autor, 2019).

Para o distrito de Euclidelândia no ano de 2018 1.618 hab e para 2048, um total de 2.352 hab, de acordo com a progressão geométrica, conforme Quadro 16.

Quadro 16 – Projeção populacional – Distrito Euclidelândia - Cantagalo – RJ. (Fonte: Autor, 2019).

ESTUDO PROJEÇÃO POPULACIONAL - DISTRITO EUCLIDELÂNDIA				
Nomenclatura	Ano	População (Censo IBGE)	População Estimada	
			Aritmética	Geométrica
P0	1991	1155		
P1	2000	1061		
P2	2010	1464		
	2017		1578	1598
	2018		1594	1618
	2019		1610	1638
	2020		1627	1659
	2025		1708	1765
	2030		1789	1879
	2035		1871	2000
	2040		1952	2129
	2045		2033	2266
	2048		2082	2352
	2050		2115	2412
	2055		2196	2567
	2060		2277	2732

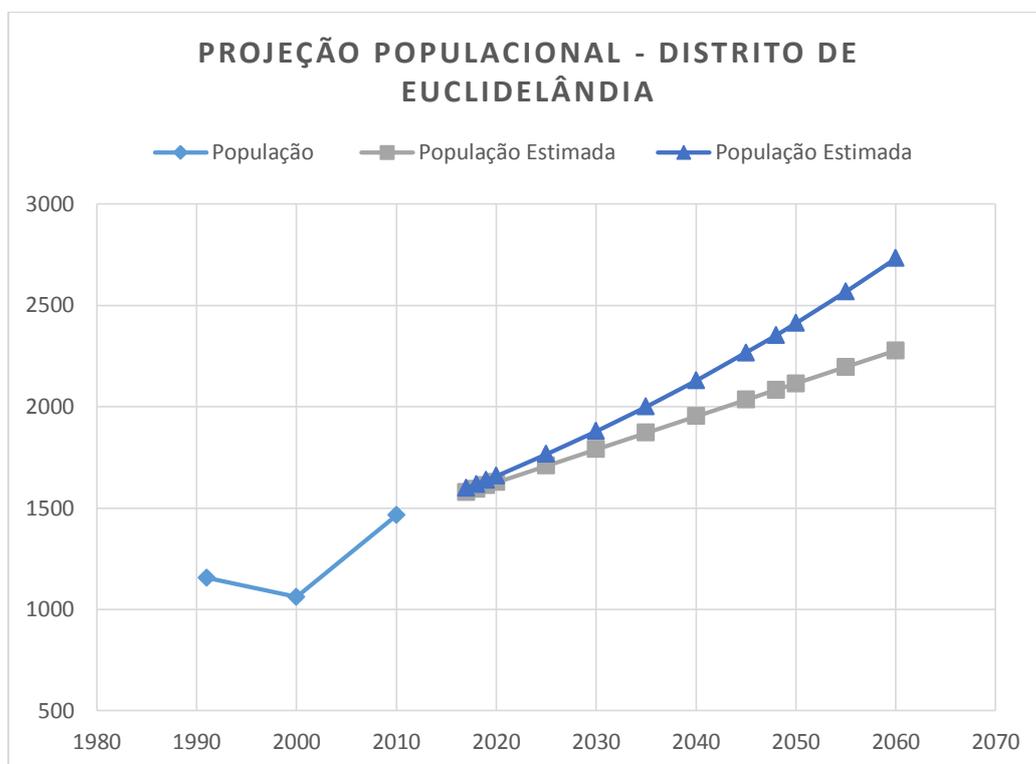


Figura 21 – Gráfico Projeção populacional – Distrito de Euclidelândia – Cantagalo -RJ. (Fonte: Autor, 2019).

No Quadro 17 é possível observar as taxas de crescimento populacional para o município de Macuco e para o distrito de Euclidelândia.

Quadro 17 –Taxa do Crescimento Populacional – Macuco – RJ e Distrito de Euclidelândia – Cantagalo – RJ. (Fonte: Autor, 2019).

Período (Anual)	População (Hab/ano) - Macuco	Taxa (%) - Macuco	População (Hab/ano) - Euclidelândia	Taxa (%) - Euclidelândia
1991-2000	15	0.30	-10	-0,94
2000-2010	38	0.76	40	3,27

De acordo com o apresentado no Quadro 17, as taxas de crescimento populacional aumentaram no período dos anos de 2000 a 2010, em relação ao período anterior, 1991 a 2000. Com esse crescimento, foi descartado o método aritmético, visto que utiliza uma taxa de crescimento constante ao longo do tempo. Com isso, a metodologia de projeção populacional que melhor representa a tendência populacional para o município é a geométrica, sendo está adotada no estudo.

Nos Quadro 18 e Quadro 19 estão apresentadas as populações a serem adotadas.

Quadro 18 – População futura adotada no projeto do Município de Macuco – RJ.
(Fonte: Autor, 2019).

População futura de Projeto - Macuco - RJ			
ANO	Urbana (hab)	Rural (hab)	Total (hab)
2010 (IBGE)	4593	676	5269
2018	4796	706	5502
2048	5642	830	6472

Quadro 19 – População futura adotada no projeto
Distrito Euclidelândia – Cantagalo – RJ (Fonte: Autor, 2019).

População futura de Projeto - Distrito Euclidelândia	
ANO	Urbana (hab)
2010 (IBGE)	1464
2018	1618
2048	2352

Portanto, a população foi calculada para o ano de 2048 no município de Macuco como 6.472 habitantes, representando um crescimento médio entre os anos de 2010 até 2048 de 31,65hab/ano. Para o distrito de Euclidelândia, a população utilizada para o ano de 2048 é de 2.352 habitantes e um crescimento médio de 23,36hab/ano. Com isso, a população utilizada no estudo foi de 8.824 habitantes.

5.2. ESTUDOS DE DEMANDA

Segundo Silva (2007), as variações climáticas como a temperatura e precipitação, promovem uma variação mensal do consumo. O clima quente e seco contribui para um maior consumo. Com isso, o consumo médio do inverno tende a 80% da média diária anual enquanto no verão, o consumo tende a mais de 25% desta média. (Heller, 2006).

Para o estudo de demanda do município de Macuco, foram utilizadas as informações do SNIS (2019) em que são fornecidos o Volume Medido Anual x População atendida para os municípios. Nos consumos mensais, por falta de informações, foram adotados coeficientes de consumo multiplicadores, conforme indicado no Quadro 20. Os meses de menor consumo (inverno) $k=0,80$, os meses de consumo intermediário $k=0,98$, e os meses de consumo mais elevado (verão) $k=1,25$. Além da temperatura, o período de seca e estiagem também contribui no consumo de água. O consumo per capita

adotado foi o calculado para os meses de maior demanda, ou seja, os meses de consumo máximo. O período utilizado foi entre os anos de 2001 a 2018.

Quadro 20 – Coeficientes de Consumo. (Fonte: Autor, 2019).

Meses	K	Obs
Janeiro	1,25	Consumo Máximo
Fevereiro	1,25	Consumo Máximo
Março	0,98	Consumo Intermediário
Abril	0,98	Consumo Intermediário
Maio	0,98	Consumo Intermediário
Junho	0,80	Consumo Base
Julho	0,80	Consumo Base
Agosto	0,80	Consumo Base
Setembro	0,98	Consumo Intermediário
Outubro	0,98	Consumo Intermediário
Novembro	0,98	Consumo Intermediário
Dezembro	1,25	Consumo Máximo
Somatório Coeficiente (Kt)	12,00	

Segue a metodologia de cálculo usada para a determinação dos consumos de água no município:

- Consumo Base (meses de menor consumo) = Volume Anual / K_t x 0,80;
- Consumo Intermediário = Volume Anual / K_t x 0,98;
- Consumo Máximo = Volume Anual / K_t x 1,25;

Pelo Quadro 21, foi verificado que o consumo per capita para os meses de maior demanda variaram entre 226,43 e 319,44 l/hab/dia, com média no período de cálculo entre os anos de 2001 e 2018 de 255,93 l/hab/dia. O valor médio encontrado está acima do valor recomendado pela Instrução Técnica do INEA DZ-215R4 que indica o uso de consumo per capita para cidades do interior de 200 l/hab/dia. A Cedae utiliza o mesmo valor indicado na DZ para os projetos em áreas no interior do estado.

Os valores de população indicados no SNIS estão abaixo da população indicada no IBGE, em função disso, os resultados encontrados no SNIS provocaram um consumo per capita muito superior as recomendações da DZ-215R4 do INEA.

Quadro 21 – Consumos Medidos Anuais e Consumo *per capita*. (Fonte: Autor, 2019).

Ano	Volume Medido	População Atendida		Consumo Base			Consumo Intermediário			Consumo Máximo			
	1000 m3/ano	SNIS (hab)	IBGE (hab)	m3/mês	l/hab/dia (SNIS)	l/hab/dia (IBGE)	m3/mês	l/hab/dia (SNIS)	l/hab/dia (IBGE)	m3/mês	l/hab/dia (SNIS)	l/hab/dia (IBGE)	
2001	346,70	3.854	5.253	23.113,33	199,91	146,68	28.169,38	243,64	178,77	36.114,58	312,36	229,19	
2002	347,00	3.815	5.321	23.133,33	202,13	144,92	28.193,75	246,34	176,62	36.145,83	315,82	226,43	
2003	384,00	3.764	5.390	25.600,00	226,71	158,33	31.200,00	276,30	192,97	40.000,00	354,23	247,39	
2004	405,17	3.657	5.458	27.011,33	246,21	164,96	32.920,06	300,06	201,05	42.205,21	384,70	257,75	
2005	399,72	3.597	5.527	26.648,00	246,95	160,73	32.477,25	300,97	195,88	41.637,50	385,85	251,13	
2006	437,77	3.539	5.595	29.184,67	274,89	173,87	35.568,81	335,02	211,90	45.601,04	429,51	271,67	
2007	429,93	4.281	5.664	28.662,00	223,17	168,69	34.931,81	271,99	205,59	44.784,38	348,71	263,58	
2008	428,00	4.538	5.732	28.533,33	209,59	165,93	34.775,00	255,44	202,22	44.583,33	327,48	259,26	
2009	438,00	4.591	5.801	29.200,00	212,01	167,80	35.587,50	258,39	204,50	45.625,00	331,26	262,18	
2010	447,00	4.593	5.869	29.800,00	216,27	169,25	36.318,75	263,58	206,27	46.562,50	337,92	264,45	
2011	439,00	4.619	5.911	29.266,67	211,20	165,04	35.668,75	257,41	201,14	45.729,17	330,01	257,88	
2012	447,00	4.644	5.953	29.800,00	213,90	166,87	36.318,75	260,69	203,37	46.562,50	334,21	260,73	
2013	450,00	4.672	5.995	30.000,00	214,04	166,81	36.562,50	260,86	203,30	46.875,00	334,44	260,65	
2014	450,00	4.690	6.037	30.000,00	213,22	165,66	36.562,50	259,86	201,90	46.875,00	333,16	258,84	
2015	449,00	4.705	6.078	29.933,33	212,07	164,15	36.481,25	258,46	200,06	46.770,83	331,36	256,49	
2016	471,00	4.722	6.120	31.400,00	221,66	171,02	38.268,75	270,15	208,43	49.062,50	346,34	267,22	
2017	553,00	4.737	6.163	36.866,67	259,42	199,40	44.931,25	316,17	243,02	57.604,17	405,35	311,56	
2018	571,00	4.859	6.207	38.066,67	261,14	204,44	46.393,75	318,27	249,17	59.479,17	408,03	319,44	
		MEDIA				221,49	163,79		269,95	199,62		346,08	255,93

As perdas do sistema não entram no cálculo do consumo per capita, elas devem ser consideradas apenas no dimensionamento do macro sistema de produção e distribuição de água. As perdas encarecem o preço médio das contas dos usuários, pois seu cálculo entra na tarifa praticada de água.

As perdas que ocorrem no sistema são devidas às tubulações com idade avançada e com manutenção insuficiente, falta de controle dos níveis dos reservatórios, falta de controle das pressões do sistema e a falta de monitoramento do sistema, ocasionando vazamentos nas tubulações.

Além disso, existem as perdas não aparentes devido a erros de micromedição ou macromedição, as ligações clandestinas, fraudes no sistema, política tarifária ou erros de cadastro.

As perdas médias no sistema de abastecimento de água, conforme indicação da Gerência da Região Serrana da Cedae, estão em torno de 30%. A região urbana é hidrometrada.

No Quadro 22 pode-se observar o consumo do município de Macuco, referente ao mês de dezembro de 2017.

Quadro 22 – Consumo Medido – mês 12/2017 (Fonte Cedae, 2018).

REFERENCIA	MUNICIPIO	CATEGORIA	LIGAÇÕES	ECONOMIAS	VOLUME FATURADO (m ³)
201712	MACUCO	COMERCIAL COMUM	111	144	2.608,50
201712	MACUCO	DOMICILIAR COMUM	2.260	2.623	44.614,20
201712	MACUCO	ENT.S/FIM LUCRATIVO	17	19	439,00
201712	MACUCO	INDUSTRIAL COMUM	3	3	116,00
201712	MACUCO	PUBL.ESTADUAL	4	6	358,50
201712	MACUCO	PUBL.MUNICIPAL	31	36	2.942,60
			2.426,00	2.831,00	51.078,80

De acordo com a CEDAE, considerando apenas a linha da tabela referente ao domiciliar comum, o consumo mensal foi de 44.614,20m³, com um consumo médio por economia residencial foi de 17,009m³/mês = 566,96 l/dia em função das 2.623 economias. Admitindo que a população urbana nas economias atendida é de 6.097 hab, tem-se uma ocupação média de 2,324 hab/economia. Com isso, tem-se um consumo per capita de 243,93 l/hab/dia, valor próximo a média encontrada no cálculo do estudo de demanda.

No projeto será adotado o consumo de água per capita de 200l/hab/dia, e para o esgoto será utilizado o fator de retorno de 0,80, o que dá o valor de contribuição adotado de esgoto de 160 l/hab/dia.

A justificativa desta escolha é que o valor encontrado no Quadro 21, baseado no consumo anual medido de 255,93 l/hab/dia, está acima do recomendado pela DZ-215, 200 l/hab/dia, e o encontrado pelas medições da CEDAE no mês de dezembro de 2017, 243,93 l/hab/dia, representa um mês que possui maior consumo, próximo à média do consumo máximo. A média de 199,62 l/hab/dia do consumo intermediário está próximo do valor recomendado pelo INEA, para o abastecimento per capita de cidades do interior.

Os valores de efluente de esgoto e carga orgânica são calculados a partir das seguintes equações 1 e 2:

$$\text{Efluente} = \text{População} \times \textit{per capita} \times 0,80 \quad (1)$$

$$\text{Carga Orgânica} = \text{População} \times C_p \quad (2)$$

Onde:

$$C_p = \text{contribuição per capita} = 50\text{g DBO dia (DZ-215-R4)}$$

No Quadro 23 são indicados a população e número de domicílios no município pelos bairros, o efluente e a carga orgânica gerados individualmente por localidade. Essa separação auxilia na geração de dados para a tomada de decisão. A contagem dos domicílios foi feita a partir da imagem do Google de dezembro de 2017.

Quadro 23 – Geração de efluente e carga orgânica por localidade. (Fonte: Autor, 2019)

Bairros	Ano 2018		Ano 2048		Efluente (l/s)		Carga Organica kg.DBO/dia	
	População	domicílios	População	domicílios	2018	2048	2018	2048
GLÓRIA	524	214	653	267	0,971	1,210	26,20	32,66
NOVA MACUCO	1097	448	1367	559	2,031	2,531	54,83	68,33
MORRO SANTOS REIS	903	369	1125	460	1,672	2,084	45,15	56,27
MARAVILHA / BARREIRA	1238	506	1543	631	2,292	2,857	61,88	77,13
RETA	568	232	708	290	1,053	1,312	28,42	35,42
PARAISO	758	310	945	386	1,404	1,749	37,90	47,23
CENTRO	1326	543	1653	676	2,456	3,060	66,30	82,63
Total	6414	2623	7994	3269	11,877	14,803	320,68	399,68

5.3. ESCOLHA DA ALTERNATIVA

Conforme o desenvolvido anterior com as matrizes, foi possível criar cenários para desenvolvimento do projeto de esgotamento sanitário do município de Macuco. Para a elaboração dos projetos de esgotamento sanitário, foram desenvolvidas as alternativas técnicas de solução para o sistema, considerando os custos de implantação e operação, além da possibilidade de se fazer a obra em etapas.

A alternativa escolhida é a que permite a realização das obras em etapas, com objetivo de possibilitar a prefeitura de realizar as obras à medida que os recursos solicitados sejam disponibilizados, sem o comprometimento da operacionalidade, funcionalidade e eficiência do sistema. Ao criar o sistema por etapas é possível desenvolver em módulos e assim atender a população conforme for possível a execução das obras.

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2011), as áreas com topografia plana tendem a possuir redes de esgotamento sanitário com baixa declividade, visto que o escoamento ocorre de acordo com o caimento do terreno. Assim, as redes coletoras, devem acompanhar a topografia natural das vias de forma a evitar redes muito profundas. Com isso, as alternativas do projeto devem analisar entre a implantação de uma elevatória para vencer um desnível ou

continuar com a rede profunda, pois mais a jusante há possibilidade de redução da profundidade.

Os sistemas existentes no município serão mantidos, e os que estão fora de operação deverão ser recuperados ou ampliados para a integração com o sistema projetado.

A cidade de Macuco se desenvolve ao longo do rio Macuco e seus bairros contribuem com esgotamento em direção ao rio. A bacia do município foi dividida em duas sub-bacias, de modo a facilitar o entendimento dos projetos, separou-se em margem esquerda e margem direita.

5.3.1. Margem Esquerda

A sub-bacia é constituída pelos bairros da Reta, Santos Reis, Nova Macuco e Glória. O bairro da Glória já possui esgotamento sanitário operado pela Cedae, com sistema coletor e sistema de tratamento, portanto por possuir solução bem implementada, não será objeto do estudo.

No dimensionamento das redes coletoras, de acordo com a NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário, item A-8.5, deve ser considerada no cálculo da vazão da rede, além da geração do esgoto, a contribuição pela infiltração do lençol freático. A taxa de infiltração indicada na norma varia de 0,05 a 1,00 l/s/km. De acordo com a NBR 9.649/1986, a taxa de infiltração deve ser entre 0,05 e 1,0 L/s/km, nesse estudo foi utilizado o padrão CEDAE, adotando no cálculo a taxa de infiltração de 0,50 l/s/km. Conforme as equações 4, 5 e 6.

$$\text{Infiltração} = 0,50 \text{ l/s/km} \times \text{Extensão (km)} \quad (4)$$

$$Q_{\text{atual}} (2018) = \text{População} \times \textit{per capita} \times 0,80 \times k_1 + \text{infiltração} \quad (5)$$

$$Q_{\text{futura}} (2048) = \text{População} \times \textit{per capita} \times 0,80 \times k_1 \times k_2 + \text{infiltração} \quad (6)$$

Segundo Guidi (2015), também devem ser considerados no dimensionamento das vazões os coeficientes para máxima vazão diária (k_1) e máxima vazão horária (k_2).

No Quadro 24 estão as quantidades de rede previstas ou existentes para a sub-bacia da margem esquerda do rio Macuco por bairro.

Quadro 24 – Redes Coletoras de Esgoto e Vazões de Projeto – Sub Bacia Margem Esquerda. (Fonte: Autor, 2019).

Bairros	Extensão	População		Efluente (l/s)		Infiltração	Q (l/s)		OBS
	redes (m)	2018	2048	2018	2048	l/s	2018	2048	
Reta	4.362,00	568	708	1,053	1,312	2,181	3,760	4,543	Proposta
Santos Reis	3.457,00	903	1125	1,672	2,084	1,729	4,237	5,480	Proposta
Nova Macuco	2.010,00	1097	1367	2,031	2,531	1,005	4,051	5,561	Existente
Glória	1.847,00	524	653	0,971	1,210	0,924	2,379	3,101	Existente
Total	11.676,00	1471	1833	5,726	7,137	5,838	14,427	18,684	

O bairro da Reta apresenta como característica uma vala não canalizada que percorre o bairro com diversos lançamentos de esgoto in natura em seu interior. A implantação da rede coletora tem suma importância nesse bairro para captar esses lançamentos e direcionar ao tratamento.

A intervenção no bairro seria a implantação de rede coletora ao longo de toda extensão da vala até o deságue no rio Macuco, na Rua Carlos Badini Júnior em frente ao Ciep. Para este ponto que apresenta topografia mais baixa da sub-bacia, foram estudadas duas alternativas, uma sendo a implantação de uma rede coletora pela margem do rio, reduzindo os custos energéticos, e a outra, uma estação elevatória de esgoto com recalque para a rede proposta para o bairro Santos Reis, na mesma Rua Carlos Badini Júnior.

Devido à interferência da rede com a vala, ficaria difícil a implantação dos coletores ao longo do rio Macuco na margem esquerda. Portanto, em função dessa interferência, a melhor opção encontrada foi a segunda: implantar a estação elevatória de esgoto, mesmo com maior custo energético se reduz o valor necessário para a implantação do sistema de esgotamento no bairro.

De acordo com a CEDAE, os bairros Santos Reis e Nova Macuco possuem sistema separador de esgoto e drenagem nos logradouros. Em função de obras executadas foras das normas técnicas, as tubulações estão fora dos padrões, utilizando tubos de PVC predial DN100mm. O destino das redes existentes nos bairros, tanto as de esgoto como as de drenagem, são o rio Macuco.

A proposta para o bairro Santos Reis é a substituição das redes de esgoto por tubulações padronizadas para sistema público com diâmetro mínimo de 150mm, seguindo o padrão de normas brasileiro. Para complementar o sistema, é importante captar as redes coletoras de esgoto que estão desaguando no rio Macuco, direcionando para o tratamento adequado. Assim, executando uma rede coletora de cintura localizada entre as casas e o leito do rio. Esta rede se estenderá até o final do bairro Nova Macuco.

O bairro Glória possui a melhor abrangência do sistema de esgotamento sanitário do município. O sistema existente está funcionando abaixo da capacidade. Sua ETE tem capacidade para tratar até 5,4l/s, de acordo com informações do fabricante, porém atualmente atende a uma demanda de 3l/s. De posse dessa informação, verifica-se que os 2,4l/s de capacidade extra não são suficientes para atender ao acréscimo de vazão gerado pelo resto da sub-bacia, bairros da Reta, Santos Reis e Nova Macuco.

Segundo a CEDAE, a ETE Glória poderia ser utilizada para receber apenas a contribuição do bairro Nova Macuco, com a atual capacidade, porém existe a possibilidade da construção de um novo bairro entre os bairros Nova Macuco e Glória, com isso a ETE poderia atender no futuro o bairro Glória e este novo bairro. Dessa forma, as alternativas para a sub-bacia seriam:

- Construção de uma Estação Elevatória de Esgoto no limite do bairro Nova Macuco, e essa elevatória teria seu recalque para a ETE Glória. Em função do aumento das contribuições, a ETE precisaria de uma capacidade aumentada com a construção de um novo módulo de tratamento.
- Construção de uma Estação Elevatória de Esgoto no limite do bairro Nova Macuco, com recalque para a ETE, que será proposta para atendimento da sub-bacia da margem direita. A tubulação de recalque faria a travessia do rio Macuco presa à ponte existente de acesso do bairro Glória. Essa solução concentra os recursos de tratamento em apenas uma ETE, que poderia ser construída em módulos facilitando a operação e manutenção.
- Construção de uma nova ETE no limite do bairro Nova Macuco, para atender os bairros da Reta, Santos Reis e Nova Macuco. A ETE Glória ficaria

responsável pelo atendimento da expansão do bairro Glória, que possivelmente será no grande terreno vazio que existe entre os bairros Nova Macuco e Glória. Essa solução desconcentra as soluções de tratamento, aumentando a necessidade de operadores para as ETEs do município.

O fator determinante para a escolha das melhores soluções será o custo de implantação e o custo de operação. A solução ótima apresentará a melhor relação de custo e benefício para o município e a implantação em etapas conforme os recursos forem disponibilizados.

5.3.2. Margem Direita

A sub-bacia da margem direita é formada pelos bairros Barreira, Centro, Dr. Chiquito e Paraiso. Esses bairros não possuem redes separadoras de esgotamento, e são atendidos por redes unitárias com lançamento diretamente nas tubulações de águas pluviais. O destino das redes pluviais é o rio Macuco.

A topografia da sub-bacia possui áreas muito acidentadas, somente tornando mais planas ao se aproximarem do rio. Os bairros Dr. Chiquito e Barreira, que têm como ponto mais baixo a “chegada” na RJ-116, possuem essa característica. Já o bairro do Centro possui a topografia plana com seus logradouros seguindo a direção do curso do rio Macuco até o limite da cidade. O bairro Paraiso foi implantado no fundo do vale ao longo de um talvegue, sua rua principal se desenvolve por todo o bairro e serve como coletora das casas construídas ao redor. No Quadro 25 estão indicadas as vazões de projeto para os bairros da sub-bacia da margem direita do rio Macuco.

Quadro 25 – Redes Coletoras de Esgoto e Vazões de Projeto – Sub Bacia Margem Direita. (Fonte: Autor, 2019).

Bairros	Extensão redes (m)	População		Efluente (l/s)		Infiltração l/s	Q (l/s)		OBS
		2018	2048	2018	2048		2018	2048	
Maravilha / Barreira /	9.910,00	2564	3195	4,747	5,917	4,955	12,076	15,606	Proposta
Paraiso	1.670,00	758	945	1,404	1,749	0,835	2,940	3,984	Proposta
Total	11.580,00	3322	4140	6,151	7,666	5,790	15,017	19,589	

De acordo com as características da margem direita e o explorado nas matrizes para o sistema de esgotamento da cidade, o sistema para coleta da sub-bacia não tem muitas alternativas, sendo o mais indicado a implantação de

redes coletoras nos logradouros, com destino final próximo ao fim da cidade na RJ-116, e nesse local próximo ao rio Macuco deverá ser construída uma Estação de Tratamento.

Nos Quadro 26 e Quadro 27 estão listados os equipamentos urbanos, estações elevatórias de esgotos e estações de tratamento de esgotos para as sub-bacias e suas respectivas alternativas, que seriam mais viáveis para aplicação no sistema de esgotamento sanitário de Macuco.

Quadro 26 – Equipamentos Propostos – Alternativa 1. (Fonte: Autor, 2019)

Alternativa 1	População		Efluente (l/s)		Infiltração l/s	Q (l/s)		Recalque	
	2018	2048	2018	2048		2018	2048	L (m)	DN (mm)
Elevatória da Reta	568	708	1,053	1,312	2,181	3,760	4,543	80	100
Elevatória Nova Macuco	2568	3201	4,756	5,927	4,915	12,048	15,583	210	200
ETE Macuco	5890	7340	10,907	13,593	10,705	27,064	35,172	-	-

Quadro 27 – Equipamentos Propostos – Alternativa 2. (Fonte: Autor, 2019)

Alternativa 2	População		Efluente (l/s)		Infiltração l/s	Q (l/s)		Recalque	
	2018	2048	2018	2048		2018	2048	L (m)	DN (mm)
Elevatória da Reta	568	708	1,053	1,312	2,181	3,760	4,543	80	100
Elevatória Nova Macuco	2568	3201	4,756	5,927	4,915	12,048	15,583	450	200
ETE Macuco	3322	4140	6,151	7,666	5,790	15,017	19,589	-	-
Ampliação ETE Glória	2568	3201	4,756	5,927	4,915	12,048	15,583	-	-

Para a coleta dos esgotos sanitários nos logradouros serão utilizados tubos de PVC para sistemas públicos de esgotamento sanitário, com diâmetro mínimo de 150mm, ligados em todas as mudanças de direção por poços de visita em anéis de concreto pré-moldado. As ligações domiciliares utilizarão caixas de inspeção com ligação às redes coletoras, através de tubos de PVC 100mm, de acordo com a NBR 9649.

O sistema de esgotamento sanitário garantirá uma melhora significativa de qualidade de vida para os habitantes, uma vez que a falta de infraestrutura adequada compromete a saúde e bem-estar da população, além de degradar o meio ambiente. Com a implantação do sistema de saneamento os benefícios para a população são evidentes e necessários.

5.3.3. Sistema de Tratamento

O trabalho foi desenvolvido segundo a DZ-0215.R-4 – Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem não industrial do Estado do Rio de Janeiro, e com as normas da Associação Brasileira de

Normas Técnicas, garantindo assim as condições técnicas de acordo com a legislação vigente. Para a emissão de efluente líquidos de origem não industrial foram obedecidos os parâmetros compilados da DZ-0215.R-4 da Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente, atual INEA - Instituto Estadual do Ambiente, relacionados nos Quadro 28, Quadro 29 e Quadro 30.

Quadro 28 – Vazão per capita de água e contribuição per capita de esgoto em função do padrão da residência, em bacias onde não houver valores de contribuição per capita medidos pela concessionária de água e esgoto local, considerando-se o coeficiente de retorno água/esgoto igual a 0,80. (Fonte: DZ 215-R4 – INEA)

Padrão	Vazão per capita de água (litros/dia)	Contribuição per capita de esgoto (litros/dia)	Contribuição unitária de esgoto (g DBO/dia)	Contribuição per capita de esgoto (mg/L de DBO)
Alto	300	250	60	240
Médio - Região Metropolitana	250	200	54	270
Médio - Interior	200	160	50	310
Baixo - Conjuntos Habitacionais	150	120	45	375
Baixo - Ocupação Desordenada	120	100	40	400

Quadro 29 – Eficiência de remoção para dimensionamento da unidade de tratamento. (Fonte: DZ 215-R4 – INEA)

Carga Orgânica Bruta (C) (kg DBO/dia) ⁽¹⁾	Eficiência Mínima de Remoção de DBO - (%) ⁽²⁾
$C \leq 5$	30 ⁽³⁾
$5 < C \leq 25$	65
$25 < C \leq 80$	80
$C > 80$	85

Notas:

1. Carga orgânica produzida por dia.
2. Eficiências mínimas do sistema projetado, em termos de remoção de DBO e RNFT (ou SST).
3. Condição válida considerando-se a possibilidade de infiltração adequada do efluente da fossa séptica no solo ou a existência de rede coletora; caso contrário, deverá ser implantado tratamento complementar através de filtro anaeróbio, ou similar de eficiência equivalente.

Quadro 30 – Concentrações máximas de matéria orgânica, em DBO e RNFT, permitidas para o lançamento de efluentes sanitários de indústrias, estabelecimentos comerciais, canteiros de obras e ETE's de concessionárias de serviços de esgotos. (Fonte: DZ 215-R4 – INEA)

Carga Orgânica Bruta (C) (kg DBO/dia) ⁽¹⁾	Concentrações máximas em DBO e RNFT (ou SST). (mg/l) ⁽²⁾
$C \leq 5$	180 ⁽³⁾
$5 < C \leq 25$	100
$25 < C \leq 80$	60
$C > 80$	40

Notas:

1. Carga orgânica produzida por dia.
2. Concentrações máximas permitidas de DBO e RNFT (ou SST) no efluente
3. Condição válida considerando-se a possibilidade de infiltração adequada do efluente da fossa séptica no solo ou a existência de rede coletora; caso contrário, deverá ser implantado tratamento complementar através de filtro anaeróbio, ou similar de eficiência equivalente.

Os Sistemas de Tratamento de Esgotos propostos serão responsáveis pelo tratamento dos esgotos gerados no município. O tratamento dos esgotos será feito a nível primário e secundário, seguindo as diretrizes da legislação, sendo os efluentes tratados lançados nos cursos d'água.

Dessa forma, duas alternativas para o tratamento dos efluentes sanitários foram analisadas: lodos ativados por aeração prolongada e reator anaeróbio com fluxo ascendente.

A justificativa por analisar alternativas para o tratamento se dá devido ao fato de verificar qual a melhor solução de tratamento para o município, avaliando fatores como custo, operação, conhecimento técnico dos operadores, além da proximidade com residências. Dentre as opções de tratamento foi escolhida a que seria melhor para o local.

5.3.3.1. Lodos ativados por aeração prolongada

De acordo com Von Sperling (2014), é o sistema composto por tanque de aeração, decantador secundário, complementado por digestor aeróbio de lodo e leitos de secagem para a desidratação do excesso de lodo. A ETE será precedida de tratamento preliminar (gradeamento, medidor de vazão e caixa de areia) e elevatória de esgoto bruto. O sistema de aeração do tanque de aeração e de lodo é formado por sopradores de ar do tipo ROOTS e malha de difusores (membrana) de bolhas finas.

5.3.3.2. Reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA ou UASB) e lodos ativados convencionais

Segundo Von Sperling (2014), esse sistema é composto por reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA), lodo ativado convencional (tanque de aeração e decantador secundário). O excesso de lodo produzido será encaminhado para os leitos de secagem, responsáveis pela desidratação do lodo. O sistema será precedido de tratamento preliminar (gradeamento, medidor de vazão e caixa de areia) e elevatória de esgoto bruto. O sistema de aeração do tanque de aeração é formado por sopradores de ar do tipo ROOTS e malha de difusores (membrana) de bolhas finas.

Ainda segundo Von Sperling (2014), apresenta como vantagens a redução da produção do lodo, redução do consumo de energia e maior simplicidade operacional, porém apresenta como desvantagens a menor capacidade de remoção biológica de nutrientes, além da maior percepção de mau cheiro vindo da estação de tratamento.

Para a coleta e tratamento dos gases gerados na etapa anaeróbia, será indicada a utilização dutos de PVC DN50mm e sistema de queima de gases do tipo "flare", com combustão aberta e válvula corta-fogo.

A escolha do sistema mais adequado é influenciada por questões relacionadas aos custos de construção, operação e manutenção, além das circunstâncias de implantação destes dispositivos tais como a proximidade com unidades residenciais, comerciais e demais atividades. As preferências e padronizações

da prefeitura e da CEDAE nos equipamentos adotados também é um fator determinante.

O terreno disposto pela prefeitura fica próximo de área residencial, com isso o tipo de tratamento escolhido foi de lodo ativado por aeração prolongada. Além da atual ETA Glória ser do tipo lodo ativado o que auxilia na padronização do tratamento no município.

5.3.4. Principais Critérios e Parâmetros Utilizados

De acordo com a NBR 9649, os principais critérios e parâmetros utilizados para a elaboração deste estudo, considerando as análises anteriores, as normas técnicas e as legislações vigentes foram:

• Consumo per capita de água (litros/hab.dia)	200
• Coeficiente de máxima vazão diária (k1)	1,20
• Coeficiente de máxima vazão horária (k2)	1,50
• Diâmetro mínimo (mm)	150
• Coeficiente de retorno	0,80
• Tensão trativa mínima (Pa)	1,00
• Velocidade máxima geral (m/s)	5,00
• Tirante hidráulico máximo (%)	75
• Vazão mínima geral (l/s)	1,50
• Coeficiente de Manning	0,013
• Recobrimento mínimo – vias (m)	0,90
• Recobrimento mínimo – passeio (m)	0,65
• Taxa de contribuição de infiltração (l/s.km)	0,50

5.3.5. Estudo Financeiro

Para balizar a escolha da melhor alternativa, o fator preço é importante. Com isso, foram determinados os valores para implantação de cada uma das melhores alternativas. Para determinação dos preços unitários utilizados no orçamento das redes, foram elaborados orçamentos baseados em índices da Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro (EMOP-RJ) para um sistema de esgotamento com 8.325 metros de redes coletoras em logradouros

semelhantes ao do município. O índice de preços consultado para o cálculo foi o índice EMOP de março de 2018.

Para as elevatórias e estações de tratamento, foram elaborados orçamentos com índice Emop com estimativa das quantidades principais (forma, concreto, armadura e escavação) e preços estimativos de mercado para os equipamentos.

A alternativa “A” consiste na execução das redes coletoras em todos os logradouros, construção de uma elevatória de esgoto para interligação entre as sub-bacias da margem esquerda com a da margem direita, e construção de uma ETE única para todo o distrito sede (exceto bairro Glória). Nos Quadro 31, Quadro 32, Quadro 33 e Quadro 34 estão os custos para implantação dessa alternativa.

Quadro 31 – Custos de implantação das Redes Coletoras. (Fonte: Autor, 2019).

Bairros	Extensão redes (m)	Unitario R\$	Total R\$
Bacia margem esquerda			
Reta	4.362,00	829,52	3.618.366,24
Santos Reis	3.457,00	829,52	2.867.650,64
Total MD	7.819,00		6.486.016,88
Bacia margem esquerda			
Maravilha / Barreira / Centro	9.910,00	829,52	8.220.543,20
Paraíso	1.670,00	829,52	1.385.298,40
Total ME	11.580,00		9.605.841,60
Total geral	11.580,00		16.091.858,48

Quadro 32 – Custos de implantação das Estações Elevatórias. (Fonte: Autor, 2019).

Identificação da Elevatória	Bomba P (cv)	Recalque		Custo R\$
		L (m)	DN (mm)	
Reta	2	80,00	100	R\$ 207.404,35
Nova Macuco	7,5	210,00	200	R\$ 348.915,17

Quadro 33 – Custos de implantação das Estações de Tratamento. (Fonte: Autor, 2019)

Identificação da ETE	População (hab)	Custo			Total (R\$)
		Obras Civis (R\$)	Equipamentos (R\$)	Eventuais (R\$)	
Macuco	7.500	1.319.013,47	580.900,00	379.982,69	2.279.896,16

Quadro 34 – Custos de implantação do Sistema de Esgotamento. (Fonte: Autor, 2019).

Coletores	R\$ 16.091.858,48
Elevatórias	R\$ 556.319,52
ETEs	R\$ 2.279.896,16
Total	R\$ 18.928.074,16

A alternativa “B” consiste na execução das redes coletoras em todos os logradouros, construção de uma elevatória de esgoto para interligação dos bairros Reta, Santos Reis e Nova Macuco com o bairro Glória, ampliação da ETE Glória para atender toda sub-bacia da margem esquerda, e construção de uma ETE para atender a sub-bacia da margem direita. A grande diferença entra as alternativas é a ampliação da ETE Glória ao invés de apenas a construção de uma nova ETE. Nos Quadro 35, Quadro 36, Quadro 37 e Quadro 38 estão os custos para implantação dessa alternativa.

Quadro 35 – Custos de implantação das Redes Coletoras. (Fonte: Autor, 2019).

Bairros	Extensão redes (m)	Unitario R\$	Total R\$
Bacia margem esquerda			
Reta	4.362,00	829,52	3.618.366,24
Santos Reis	3.457,00	829,52	2.867.650,64
Total MD	7.819,00		6.486.016,88
Bacia margem esquerda			
Maravilha / Barreira / Centro	9.910,00	829,52	8.220.543,20
Paraíso	1.670,00	829,52	1.385.298,40
Total ME	11.580,00		9.605.841,60
Total geral	11.580,00		16.091.858,48

Quadro 36 – Custos de implantação das Estações Elevatórias. (Fonte: Autor, 2019).

Identificação da Elevatória	Bomba P (cv)	Recalque		Custo R\$
		L (m)	DN (mm)	
Reta	2	80,00	100	R\$ 207.404,35
Nova Macuco	7,5	450,00	200	R\$ 489.675,77

Quadro 37 – Custos de implantação das Estações de Tratamento. (Fonte: Autor, 2019)

Identificação da ETE	População (hab)	Custo			
		Obras Civis (R\$)	Equipamentos (R\$)	Eventuais (R\$)	Total (R\$)
Macuco	5.000	971.121,14	437.500,00	281.724,23	1.690.345,37
Ampliação Glória	3.500	869.265,07	390.213,25	3.571,97	1.263.050,29

Quadro 38 – Custos de implantação do Sistema de Esgotamento. (Fonte: Autor, 2019).

Coletores	R\$ 16.091.858,48
Elevatórias	R\$ 697.080,12
ETEs	R\$ 2.953.395,66
Total	R\$ 19.742.334,26

Conforme o Quadro 39, com o comparativo dos orçamentos para cada uma das alternativas dos sistemas de esgotamento, a alternativa que apresenta o menor custo de implantação é a alternativa A. Essa alternativa apresenta uma eficiência satisfatória, reduzindo o lançamento da carga orgânica no rio Macuco a níveis dentro da legislação, ainda possibilitando a execução em etapas.

Quadro 39 – Comparativo dos Custos de implantação do Sistema de Esgotamento por alternativa. (Fonte: Autor, 2019).

	Alternativa A	Alternativa B
Coletores	R\$ 16.091.858,48	R\$ 16.091.858,48
Elevatórias	R\$ 556.319,52	R\$ 697.080,12
ETEs	R\$ 2.279.896,16	R\$ 2.953.395,66
Total	R\$ 18.928.074,16	R\$ 19.742.334,26

Dentro dessa alternativa, é possível com o planejamento adequado, a implantação dos sistemas em etapas, mesmo com investimentos fracionados. Assim, podem-se definir diretrizes para o investimento em curto, médio e longo prazo, de acordo com os recursos que forem disponibilizados para a criação do sistema de esgotamento sanitário do município de Macuco.

5.4. PLANO DE AÇÕES

De acordo com as estratégias elaboradas, o cronograma é traçado buscando as soluções em curto, médio e longo prazo. As estratégias de curto prazo têm ações imediatas com duração de até 5 anos, as ações de médio prazo com ações a partir do 5º ano até o 12º ano e as ações de longo prazo a partir do 12º ano.

Com isso, se busca as soluções do plano de ações que se obtém um melhor resultado com um menor custo para medidas de curto prazo. Além disso, é possível criar um planejamento de ações conforme a disponibilidade de recursos para o investimento.

5.4.1. Ações de Curto Prazo

As ações de curto prazo são desenvolvidas de acordo com o planejamento de ações. Esse planejamento é realizado para que se tenha o menor custo para medidas de curto prazo. Assim, a primeira etapa de obra seria a execução do sistema coletor e de tratamento do esgotamento sanitário, atingindo ao menos o índice de 50% da população urbana, incluindo:

- Sub-bacia margem direita do rio Macuco, com implantação das redes coletoras do bairro Maravilha, Barreira e Centro e a Estação de Tratamento de Esgotos, com capacidade para atender 3.500habs;
- Conscientização da população sobre a importância dos sistemas de saneamento.

5.4.2. Ações de Médio Prazo

As ações de médio prazo são desenvolvidas de acordo com o planejamento de ações, buscando o menor custo para medidas de médio prazo. Assim, a segunda etapa de obra seria a execução do sistema coletor e de tratamento do esgotamento sanitário, atingindo ao menos o índice de 80% da população urbana. As ações de médio prazo são desenvolvidas visando à complementação do sistema de esgotamento do município, incluindo:

- Implantação das redes coletoras dos bairros Paraíso;
- Sub-bacia da margem esquerda do rio Macuco, com implantação das redes coletoras e a Estação Elevatória para os bairros Santos Reis e Nova Macuco;
- Complementação da ETE com mais um módulo para 2.500 habs.

5.4.3. Ações de Longo Prazo

As ações de longo prazo são desenvolvidas visando à universalização do sistema de esgotamento do município, atingindo o índice de 100% de atendimento urbano com coleta e tratamento de esgotamento sanitário, incluindo:

- Sub-bacia da margem esquerda do rio Macuco, com implantação das redes coletoras e a Estação Elevatória para o bairro da Reta;
- Complementação da ETE com mais um módulo para 1.500 habs;
- Implementação do sistema de esgotamento completo na Região.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que o município não possui PMSB aprovado, o que seria a diretriz para o sistema de esgotamento sanitário de Macuco, foi preciso utilizar as ferramentas de planejamento estratégico para verificar a viabilidade de implantação do sistema de esgoto. Para desenvolver o planejamento estratégico do sistema de esgotamento, foi preciso identificar e caracterizar o município, assim conhecendo suas características buscar conhecimento para analisar o cenário existente em relação ao saneamento.

Essa metodologia necessita de uma base de conhecimento do problema para sua aplicação, sendo um fator negativo que a falta desse conhecimento pode levar a decisões muitas vezes equivocadas, ou viciadas que levam a um resultado inadequado para o setor de saneamento. Como fator positivo, que sua utilização define o plano de execução para o sistema, criando uma diretriz para a alocação dos recursos.

Assim, com a caracterização municipal bem realizada, foi possível compreender as dificuldades em relação ao esgotamento do município, e definir os parâmetros para implementar o planejamento estratégico relacionado ao sistema de esgoto.

Auxiliado pelas matrizes, foram definidos alguns cenários para desenvolvimento do projeto para o esgotamento sanitário de Macuco. O desenvolvimento dos cenários possui suma importância na definição das alocações dos recursos.

O uso das matrizes inclui uma ferramenta técnica para elaborar o projeto para o sistema de esgotamento, e assim definir o cronograma de metas a ser utilizado para o município.

Com a definição dos cenários possíveis, foi escolhida a melhor implantação para o sistema de esgotamento, utilizando premissas definidas pelo corpo técnico da prefeitura em que se desejava executar a obra em etapas, de acordo com a obtenção dos recursos para execução das melhorias no município.

Utilizando a definição de execução em etapas, a prefeitura consegue pleitear a obtenção de recursos e assim com o objetivo traçado, define de que forma implantará o esgotamento.

Esse planejamento estratégico auxilia na melhor forma de alocar os recursos, evitando desperdício e criando o plano de metas para executar o sistema de esgotamento. Assim, utilizando a ferramenta do planejamento, é possível definir antes de iniciar o projeto de que forma o projeto deve ser desenvolvido, criando ferramentas para utilização dos recursos financeiros de forma assertiva.

Dessa forma, com este trabalho foi possível verificar a viabilidade do uso do planejamento estratégico relacionado ao setor de saneamento e auxiliar em futuros projetos com o uso da ferramenta de planejamento estratégico para o sistema de esgotamento sanitário. Recomenda-se para futuros trabalhos, executar outras ferramentas de planejamento estratégico e compatibilizar os resultados encontrados para o sistema de esgoto.

Baseando-se neste estudo foi possível verificar a viabilidade da implantação do sistema de esgotamento, além dos valores envolvidos para sua execução e qual o melhor cenário para a sua implantação, definindo critérios a serem seguidos para o seu desenvolvimento.

Finalmente, pode-se concluir que este trabalho fornece importantes ferramentas para o desenvolvimento do projeto para o sistema de esgotamento sanitário do município de Macuco, visto que o sistema é fundamental para o município, preservando os recursos hídricos, reduzindo doenças de veiculação hídrica e aumentando a qualidade de vida da população.

7. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Brasileira nº 9.649, sobre projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. Disponível em <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.649-Projeto-de-Redes-de-Esgoto.pdf>>. Acesso em: 05. abril 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas de Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>>

ATLAS BRASIL, **Perfil do Município de Macuco**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/Macuco_rj>. Acesso em: 10 de abril de 2018.

ATLAS BRASIL. **Taxa média anual de crescimento: 2000 a 2010**. Consultado em 12 de abril de 2018. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_uf/rio-de-janeiro

BERNARDES, R. S.; SOARES, S. R. A. **Esgotamento combinado e controle da poluição: estratégias para planejamento do tratamento da mistura de esgotos sanitários e águas pluviais**. Brasília, 2004.

BRASIL. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília, 2013. Consultado em 17 de abril de 2018. Disponível: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECCBF8E2/Plansab_Versao_Conselhos_Nacionais_020520131.pdf.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Capacitação de Gestores**

BUARQUE, S. C. **Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários**. Textos para Discussão N.º 939. Brasília: IPEA, 2003.

CBH-R2R – **Comitê da Bacia Hidrográfica Rio Dois Rios**. Região Hidrográfica. Disponível em <<http://www.cbhriodoisrios.org.br/regiao hidro.php>> Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

CEIVAP. **Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Mapa de Uso do Solo. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br>>

DAMATO, M; MACUCO, P. **Proposta Metodológica para Avaliação e Mitigação de Impactos Ambientais Decorrentes da Implantação de Obras de Saneamento Básico**. México, 2002.

DAYCHOUM, M. **Ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2012

GOMES, L. G. S. **Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes**. Revista Produção on line. Santa Catarina: ABEPRO, v.6, Num. 2, 2006.

GUIDI, J. M. M., SILVA, J. V. V., LUVIZOTTO JUNIOR, E. **Análise da variação de consumo de água utilizando dados obtidos por sistemas supervisores remotos – estudo de caso: Município de Franca/SP**, Campinas, 2015

HELLER, L. & PÁDUA, V. L. (organizadores) **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora UFMG. 2006. 859p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Clima**. 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico: Aglomerados Subnormais**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados_subnormais/aglomerados_subnormais_tab_brasil_zip.shtm> Acesso em 17 fevereiro 2018.

IBIAPINO, R. P.; CASTRO, K. S.; BRASILEIRO JUNIOR, V. L.; PEREIRA, W. B. **Problemática do Esgotamento Sanitário na Cidade de Monteiro PB: Aplicação da Matriz SWOT**. In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campo Grande, 2017.

INEA. **Instituto Estadual do Ambiente** Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/index/index.asp>>. Acesso em 08 de abril de 2018.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades Macuco**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=330150>>. Acesso em: 22 de março de 2018

IBGE. **Censo Brasileiro de 2010**. Acesso em 14 de março de 2018. Disponível em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm.

LEAL, G. Q.; LEAL, H. M. Q. **As políticas públicas para o esgotamento sanitário urbano nacional: níveis de atuação e perspectivas**. In: VI Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales y Ambientales. Estudios Territoriales. São Paulo, 2014.

RAIS – **Relação Anual de Informações Sociais**. Relatório 2010. Disponível em <<http://www.rais.gov.br/sitio/download.jsf>>. Acesso em 04 de julho de 2019.

SILVA, L. D. B; GUIMARÃES, J. A.; CARVALHO, D. F. **Saneamento Básico, Notas de Aula**. Niterói, 2007.

SNIS – **Sistema Nacional Informações sobre Saneamento**. Relatório 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2019>>. Acesso em: 08 de março de 2020.

TRATA BRASIL, **Ranking do Saneamento**, Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas>>. Acesso em: 05 de setembro de 2019.

TRATA BRASIL, **Painel do Saneamento**, Disponível em: <<https://www.painelsaneamento.org.br/explore/localidade?SE%5BI%5D=33>>. Acesso em: 05 de setembro de 2019.

Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro. **Estudos Socioeconômicos dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro – Município de Macuco, 2011**. Disponível em < <http://www.cedca.rj.gov.br/pdf/Macuco.pdf> >. Acesso em 15 de março de 2018.

TSUTIYA, M., SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 3ª Edição. 2011.

TSUTIYA, Milton e ALEM SOBRINHO, Pedro. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 3ª Edição. 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2014. 452 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1-4ª Edição).

ZIMMERMAN, F. **Gestão da Estratégia com o uso do BSC**. Revisão e adaptação, Alexandre Laval Silva e Carlos Eduardo Penante D'Ávila Uchôa. Brasília: ENAP, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/2410>>. Acesso em: 05 mai. 2019.