



Universidade Federal Fluminense - UFF
Programa de Pós-Graduação em Defesa e Segurança Civil

MESTRADO EM DEFESA E SEGURANÇA CIVIL

JOSÉ CARLOS MARTINS DOS REIS

**CIDADES RESILIENTES: PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS COM
ÊNFASE NO TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO DE MARICÁ-RJ.**

Niterói

2021

Ficha catalográfica automática - SDC/BFD
Gerada com informações fornecidas pelo autor

R375c Reis, José Carlos Martins dos
CIDADES RESILIENTES: PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS COM
ÊNFASE NO TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO DE MARICÁ-RJ. /
José Carlos Martins dos Reis ; Reiner Olibano Rosas,
orientador ; Elson Antônio do Nascimento, coorientador.
Niterói, 2021.
110 p. : il.

Dissertação (mestrado profissional)-Universidade Federal
Fluminense, Niterói, 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PPGDSC.2021.mp.82113831791>

1. Resiliência. 2. Desastre Natural. 3. Poço Artesiano. 4. Contaminação Biológica. 5. Produção intelectual. I. Rosas, Reiner Olibano, orientador. II. Nascimento, Elson Antônio do, coorientador. III. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional. IV. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Geociências. V. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Saúde da Comunidade. VI. Título.

CDD -

JOSÉ CARLOS MARTINS DOS REIS

**CIDADES RESILIENTES: PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS COM
ÊNFASE NO TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO DE MARICÁ-RJ.**

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Dissertação, apresentado ao Programa de Pós-graduação em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Defesa e Segurança Civil. Área de Concentração: Planejamento e Gestão de Eventos Críticos. Linha de Pesquisa: Instrumentos de Gestão para a Redução de Riscos de Desastres.

Orientador: Prof. Dr Reiner Olibano Rosas

Coorientador: Prof. Dr. Elson Antônio do Nascimento.

Niterói

2021

Ata da sessão de julgamento do Trabalho de Conclusão de Mestrado em Defesa e Segurança Civil, do aluno **José Carlos Martins dos Reis**, realizada em 26 de novembro de 2021.

Ao vigésimo sexto dia do mês de novembro de 2021, às 8h, reuniu-se a Banca Examinadora designada na forma regimental pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense, Área de Concentração: Planejamento e Gestão de Eventos Críticos, Linha de Pesquisa Ameaças de Riscos e Desastres para julgar o trabalho de conclusão do curso, apresentado pelo aluno José Carlos Martins dos Reis, sob o título: **“Cidades Resilientes: Panorama dos Recursos Hídricos com Ênfase no Tratamento de Esgoto no Município de Maricá-RJ”**, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Defesa e Segurança Civil. A defesa foi realizada de forma remota utilizando a ferramenta Google Meet após a decretação das medidas de isolamento social, por conta da Pandemia de Covid-19.

A Banca foi presidida pelo Orientador:

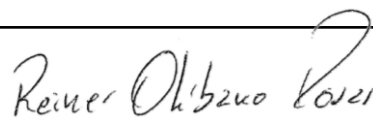
Prof. Dr. Reiner Olíbano Rosas (UFF)

Tendo ainda como membros os Professores:

Prof. Dr. Elson Antonio do Nascimento (coorientador, UFF), Prof. Dr. Wanderson Luiz Silva (UFF) e Prof. Dr. Marcelo Wermelinger Lemes (IFRJ)

Aberta a sessão pública, foi concedido ao aluno o tempo de 40 minutos para expor o conteúdo de seu trabalho. Finda a exposição, seguiu-se o exame do aluno, através da arguição de cada examinador. Encerrada a arguição, a Comissão reuniu-se em caráter reservado e considerando os questionamentos formulados pelos examinadores e as correspondentes respostas apresentadas, concluiu pela aprovação do candidato. De acordo com o Regulamento Geral dos Cursos de Pós-Graduação desta Universidade, foi lavrada a presente Ata que após lida e julgada conforme, vai assinada pelos membros presentes. Niterói, 26 de novembro de 2021.

SUGESTÕES E/OU CONDIÇÕES E PRAZO DA BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Reiner Olíbano Rosas
Universidade Federal Fluminense - UFF



Prof. Dr. Elson Antonio do Nascimento
Universidade Federal Fluminense - UFF



Prof. Dr. Wanderson Luiz Silva
Universidade Federal Fluminense - UFF



Prof. Dr. Marcelo Wermelinger Lemes
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ

*“Porque há um só Deus, e um só
Mediador entre Deus e os homens,
Jesus Cristo homem”.*

Bíblia Sagrada: 1 Timóteo 2:5

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o autor da minha fé, que até aqui tem me ajudado.

Agradeço a minha mãe, Carmen, meu primeiro exemplo de resiliência, que me deu a vida, me criou no caminho do bem e me concedeu inspiração para vencer.

Agradeço ao meu pai José Arimathéa (in memoriam), que me ensinou que a busca pela melhora deve ser um estilo de vida.

Agradeço a minha dedicada esposa, meu socorro bem presente, Josiane, que a tempo e fora de tempo acreditou, compreendeu e incentivou me nessa caminhada.

Agradeço aos meus filhos: Leonardo, Erico e Jacqueline, presentes de Deus em minha vida.

Agradeço aos meus irmãos: Ana Maria, Luciana, Angelo Ricardo e Jorge Luís (in memoriam), que sempre demonstraram orgulho e não poupam elogios a minha caminhada.

Agradeço à Erica Almeida de Sá, secretária do mestrado que nunca mediu esforços para o bom funcionamento do curso e a tranquilidade dos alunos e professores

Agradeço aos professores do mestrado que com dedicação e sabedoria souberam transmitir de forma clara e concisa seus conhecimentos a uma gama de discentes com formação profissional tão heterogênea.

Agradeço ainda os meus orientadores, pela atenção e empenho dedicados na produção desta dissertação.

RESUMO

O aumento populacional, por imigração, nos municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RM-RJ), tem gerado cada vez mais preocupação nos gestores públicos locais, devido ao rápido aumento da demanda por mais serviços públicos e também pelo surgimento de novas ocupações irregulares, principalmente em áreas de risco, acentuando ainda mais a exposição e vulnerabilidade à riscos de desastres. Maricá é um dos municípios da Região Metropolitana que mais tem sentido os impactos desse movimento migratório, principalmente após o ano de 2010, quando iniciou-se a exploração de petróleo nos campos do Pré-Sal, ocasionado assim um aumento expressivo no recebimento de receitas oriundas da exploração de petróleo (royalties). A cidade está inscrita na campanha “Construindo Cidades Resilientes” da ONU, uma campanha incentivadora e colaborativa, que fornece uma série de ações e passos desejáveis, com o objetivo de criar para as cidades participantes a condição de resiliência à desastres, tornando as hábeis e prontas a se adaptarem às mudanças e superarem as pressões das situações adversas. O município tem avançando positivamente na direção desse título, no entanto, alguns dos seus serviços públicos essenciais como a oferta de água potável e tratamento de esgoto sanitário, não são disponibilizados na mesma velocidade e volume com que o aumento populacional ocorre, fazendo com que parte da população tenha de buscar por meios próprios soluções alternativas. Fato esse que gera o alerta para o possível surgimento de um desastre natural biológico epidêmico, causado pela contaminação dos lençóis freáticos do município, provocando assim uma série de doenças para a população, além de danos ao meio ambiente, considerando-se que a maior parte da população tem nos corpos hídricos subterrâneos sua fonte de abastecimento de água, e têm nas fossas sépticas e fossas rudimentares o seu sistema de tratamento de esgotos sanitários. O presente trabalho alerta para o fato de que essas formas de abastecimento de água e de tratamento e descarte de esgotos necessitam de rígido controle estatal, também são apresentadas propostas de sistema descentralizado de esgoto sanitário, eficiente, sustentável, por baixo custo, de instalação fácil e rápida e manutenção simples.

Palavras-chave: Resiliência; Recursos Hídricos; Desastres Naturais; Tratamento Descentralizado de Esgoto; Biodigestor Anaeróbico Compacto, Redução de Riscos de Desastres.

ABSTRACT

The population increase, due to immigration, in the municipalities of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro (RM-RJ), has generated increasing concern among local public managers, due to the rapid increase in demand for more public services and also the emergence of new occupations irregularities, particularly in risk areas, further accentuating exposure and vulnerability to disaster risks. Maricá is one of the municipalities in the Metropolitan Region that has felt the impacts of this migratory movement the most, especially after 2010, when oil exploration began in the Pre-Salt fields, thus causing a significant increase in the receipt of revenues from the oil exploration (royalties). The city is enrolled in the UN's "Building Resilient Cities" campaign, an encouraging and collaborative campaign that provides a series of desirable actions and steps, with the objective of creating the condition of disaster resilience for participating cities, making them skilled and ready to adapt to changes and overcome the pressures of adverse situations. The municipality has been advancing positively towards this title, however, some of its essential public services, such as the supply of drinking water and sanitary sewage treatment, are not available at the same speed and volume with which the population increase occurs, causing part of the population has to seek alternative solutions on its own. This fact raises the alert for the possible emergence of an epidemic biological natural disaster, caused by the contamination of groundwater in the municipality, thus causing a series of diseases for the population, in addition to damage to the environment, considering that most of the The population has its source of water supply in underground water bodies, and its sanitary sewage treatment system in septic tanks and rudimentary tanks. The present work alerts to the fact that these forms of water supply and sewage treatment and disposal require strict state control, proposals for a decentralized sanitary sewage system, efficient, sustainable, at low cost, easy to install, are also presented. and quick and simple maintenance.

Keywords: Resilience; Water Resources; Natural Disasters; Decentralized Wastewater Treatment; Compact Anaerobic Biodigester, Disaster Risk Reduction.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Proteção Ambiental
CNS	Cadastro Nacional de Saúde
CAPS	Centro de Atenção Psicossocial
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CODAR	Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos
COMPERJ	Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil
CRED	Centro para Pesquisa Sobre Epidemiologia de Desastres
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
EIRD	Estratégia Internacional para Redução de Desastres
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EM-DAT	Banco de Dados Internacional de Desastres
ESDEC	Escola de Defesa Civil
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FUNDREM	Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IFF	Instituto Federal Fluminense
IN	Instrução Normativa
INEA	Instituto Estadual do Ambiente, RJ
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ITBI	Imposto de Transmissão de Bens Imóveis

LOA	Lei Orçamentária Anual
MAH	Marco de Ação Hyogo
MCMV	Minha Casa Minha Vida
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
NBR	Normas Brasileiras
OMS/ONU	Organização Mundial de Saúde/Organização das Nações Unidas
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A
PIB	Produto Interno Bruto
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPA	Plano Plurianual
PPP	Parceria Público Privada
PSF	Posto de Saúde da Família
RAFA	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente
RM-RJ	Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro
RRD	Redução de Riscos de Desastres
SANEMAR	Companhia de Saneamento de Maricá
SEDEC	Secretaria Nacional de Defesa Civil
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SINDEC	Sistema Nacional de Defesa Civil
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
TDC	Tempo de Detenção Celular
TDH	Tempo de Detenção Hidráulica
TPN	Terminal Ponta Negra
TSS	Total de Sólidos Suspensos
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket (Reator anaeróbio de fluxo ascendente)
UNDRR	United Nations Office for disaster Risk Reduction (nomenclatura a partir de maio de 2019) Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos de Desastres
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction (nomenclatura utilizada até maio de 2019)
UPA	Unidade de Pronto Atendimento Médico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	4
1.1.1. Objetivo Geral	4
1.1.2. Objetivos Específicos	4
2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1. Resiliência	5
2.1.1. Construindo Cidades Resilientes: a Campanha	6
2.2. RISCOS DE DESASTRES	11
2.2.1. Conceito e Classificação de Desastres	11
2.2.2. Classificação dos Desastres no Brasil	13
2.2.3. O Risco do Desastre e a Sua Percepção	14
2.2.4. Redução de Riscos de Desastres	14
2.3. Esgoto Sanitário: Conhecendo o Problema	17
2.3.1. Composição do Esgoto Sanitário	18
2.3.1.1. Poluentes Químicos Presentes no Esgoto	19
2.3.1.2. Poluentes Biológicos Presentes no Esgoto	20
2.3.2. Volume do Esgoto Sanitário	20
2.4. Tratamento de Esgoto Sanitário	21
2.4.1. Aspectos de Operação	21
2.4.2. Métodos de Tratamento de Esgoto sanitário	22
2.4.3. Níveis de Tratamento de Esgoto sanitário	22
2.4.3.1. Nível de Tratamento Preliminar ou Pré- Tratamento	23

2.4.3.2. Nível de Tratamento Primário	23
2.4.3.3. Nível de Tratamento Secundário	23
2.4.3.4. Nível de Tratamento Terciário	25
2.4.3.5. Disposição Final	26
2.5. Sistema de Tratamento Centralizado de Esgoto (SES), o Modelo Ideal	27
2.6. Sistemas de Tratamento Descentralizado de Esgoto	27
2.6.1. Tratamento Descentralizado do Tipo Sistema de Tanque Séptico	27
2.6.2. Elementos Componentes do Sistema de Tanque Séptico	29
2.6.2.1. Tanque Séptico	29
2.6.2.2. Filtro Anaeróbio	31
2.6.2.3. Sumidouro	33
2.6.2.4. Caixa de Gordura Como Retardante da Colmatção dos Sumidouros	36
2.6.3. Biodigestor Anaeróbio	37
2.6.3.1. Biodigestor Anaeróbio Compacto	40
3. ÁREA DE ESTUDO	42
3.1. O Município de Maricá	42
3.2. Caracterização Ambiental	44
3.2.1.1. Geomorfologia	44
3.2.2. Pedologia	44
3.2.3. Clima	45
3.2.4. Hidrografia	45
3.2.5. Vegetação	46
3.3. Caracterização Socioeconômica	47

3.3.1. Demografia	47
3.3.2. IDH	47
3.3.3. Economia	48
3.3.3.1 PIB	48
3.3.4. Educação	51
3.3.5. Saúde	52
3.3.6. Saneamento Básico	52
3.3.6.1. Abastecimento de Água	53
3.3.6.2. Esgotamento Sanitário	53
3.3.6.3. Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	54
3.3.6.4. Drenagem pluvial	54
4. RISCOS DE DESASTRES NATURAIS NO MUNICÍPIO	55
4.1. A Exposição ao Risco de Desastres Naturais no Município de Maricá	55
4.2. O Comportamento do Município Frente aos Riscos de Desastres Naturais aos Quais Está Exposto	56
4.3. A Evolução do Município Quanto aos Dez Passos Para se Tornar uma Cidade Resiliente	60
5. AVALIAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA E TRATAMENTO DE ESGOTO MUNICÍPIO	62
5.1. A Oferta de Água no Município	62
5.2. A Oferta de Tratamento de Esgoto no Município	64
5.3. A Relação Água e Esgoto e o Risco Invisível de um Possível Desastre Natural Biológico	68
6. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ABORDAGEM	72
6.1. O Distrito de Itaipuaçu	72

6.2. Sistema de Tratamento Centralizado Para o Distrito	74
6.3. Tratamento Descentralizado de Esgoto para o Distrito	76
6.3.1. Alternativas de Sistema de tratamento Descentralizado para o Distrito	78
6.3.1.1 Sistema de Tanque Séptico	78
6.3.1.2. Biodigestor Anaeróbio Compacto	80
7. METODOLOGIA	81
8. COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE O SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO E O BIODIGESTOR ANAERÓBIO COMPACTO	83
8.1 Resultado Encontrado	86
CONCLUSÕES E SUGESTÕES	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

1. INTRODUÇÃO

Resiliência quando relacionada ao estudo do comportamento humano, significa a habilidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposta a riscos, de resistir, absorver, acomodar-se, e reconstruir-se diante dos efeitos de um desastre em tempo e modo adequados, incluindo a preservação e restauração de suas estruturas e funções essenciais (TABOADA; LEGAL; MACHADO, 2006).

Existem várias definições para o termo cidade resiliente e não se poderia defini-lo em apenas uma frase, pois o que torna uma cidade resiliente não é uma única característica, trata-se de um conjunto de ações que resultem em uma qualidade ou status, como exemplo a capacidade adquirida de, no presente, após sofrer um desastre, gerar o reestabelecimento rápido em o mais próximo da integralidade anterior, dos seus serviços básicos, bem como retomar sua atividade social, institucional e econômica. (UNISDR, 2015a).

No ano de 1999, a Organização das Nações Unidas (ONU) preocupada com as frequentes ocorrências de desastres em todo o mundo, acordou em uma de suas Assembleias Gerais pela aprovação, em dezembro de 1999, de criar a “International Strategy for Disaster Reduction” (ISDR) ou “Estratégia Internacional para a Redução de Desastres” EIRD (português), (CASTELLO BRANCO; SAITO, 2017). O objetivo dessa estratégia era chamar a atenção das autoridades nacionais e na escala local para a importância da redução do risco de desastres, para que essas se voltassem para desenvolvimento de comunidades mais resilientes aos riscos de desastres naturais. Para que essa estratégia pudesse ser implementada foi fundado o Escritório das Nações Unidas para a Redução de Risco de Desastres (United National Office Disaster Risk Reduction, UNISDR), denominação que foi utilizada pela ONU até o dia 31 do mês de abril do ano de 2019, passando a adotar e fazer uso, a partir de 1º de maio do mesmo ano, da sigla UNDRR (UN Office for Disaster Risk Reduction) (UNDRR, 2019).

Segundo (ARRIAL; ARRIAL, 2017), a cidade resiliente é aquela cidade preparada para diante de um desastre, de natureza ambiental ou não, ter atitudes previamente planejadas para conseguir atender todas as necessidades básicas de seus moradores, com a participação sincronizada de órgãos de vários setores,

inclusive a própria comunidade e, além disso, conseguir se reerguer em seus aspectos sociais e econômicos.

A busca de uma cidade em se tornar uma cidade resiliente é decorrente do que foi acordado na II Conferência Mundial sobre Desastres, em 2005, campanha que foi uma iniciativa do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR), que incentiva cidades e governos locais a se preparar e aumentar a resiliência frente a catástrofes. O documento ou acordo decorrente dessa conferência e que foi assinado pelos Estados Membros das Nações Unidas ficou conhecido como “Marco de Ação de Hyogo (MAH): Aumento da resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres” (EIRD/ONU, 2007).

O Marco de Ação de Hyogo é considerado o instrumento mais importante para a implementação da redução de riscos de desastres, que foi adotado pelos Estados Membros das Nações Unidas. Seu objetivo geral é aumentar a resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres, nele foram definidas atividades e medidas políticas esperadas para o decênio 2005-2015. O documento possui cinco áreas prioritárias para ações e medidas para a redução das vulnerabilidades que são:

- A redução do risco de desastre deve ser uma prioridade;
- Deve-se conhecer o risco e adotar medidas para a sua redução;
- Desenvolver uma maior compreensão e conscientização;
- Reduzir o risco e
- Fortalecer a preparação em desastres para uma resposta eficaz, em todos os níveis (POZZER; COHEN; COSTA, 2014).

Para que se pudesse realizar o acompanhamento da implementação desse Marco, ou Quadro de Ações, os Estados membros da ONU utilizaram a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (UNISDR, sigla em inglês), secretariado interagências das Nações Unidas, cujo propósito é de coordenar, promover e fortalecer a redução do risco de desastres a nível mundial, regional, nacional e local, buscando com isso reduzir significativamente os impactos dos desastres. A UNISDR ou EIRD tem a missão de facilitar e apoiar ações para proteger as vidas e aumentar a resiliência das comunidades.

Em março de 2015, na cidade Sendai, em Miyagi, no Japão, foi realizada a III Conferência Mundial sobre a Redução do Risco de Desastres, cujo propósito dentre outros foi o de realizar a avaliação e a revisão da implementação do Marco de Ação de Hyogo (MAH), além de propor a elaboração de um marco “pós 2015” para dar seguimento ao MAH. Após realizadas a avaliação e a revisão do MAH constatou-se que, apesar de existirem pontos positivos e avanços nesse período, foi observado que os desastres se mantinham em contraposição aos esforços aplicados para o alcance do desenvolvimento sustentável. Diante do ocorrido e com o propósito de dar sequência aos propósitos da III conferência, propôs-se então um novo Marco, ou Quadro de Ações, que foi intitulado de: “Marco de Sendai Para a Redução do Risco de Desastres para o período 2015-2030”. A partir desse novo acordo global, verificou-se a necessidade da continuidade e de se reforçar a campanha “Construindo Cidades Resilientes”, campanha adotada no Marco de Ações anterior (MAH), foram então, estabelecidas e incorporadas novas diretrizes ao novo Marco de Sendai, para os próximos 15 anos (2015-2030). A nova campanha que daria sequência e apresentaria reforço ao que já fora iniciado no Marco de Hyogo intitulou-se “Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade Está se Preparando!” (UNISDR, 2015a).

O Marco de Sendai tem como objetivo principal a redução substancial e significativa nos riscos de desastres e nas perdas de vidas, meios de subsistência e saúde, bem como de ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países. O Marco Sendai além de possuir princípios norteadores possui também prioridades específicas, e é na sua primeira prioridade, denominada “Compreensão do Risco de Desastres, para o Alcance em um Contexto Global e Regional”, que se faz presente na sua alínea (f) o termo “Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se Preparando!”.

A cidade de Maricá, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, assim como outras mais de 60 cidades em todo o Estado, está inscrita na campanha da UNDRR “Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se Preparando!”, onde pretende através de seu comprometimento e engajamento receber o título de Cidade Resiliente (BRASIL - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2019).

O município a partir do entendimento de que a sua, já existente, exposição e vulnerabilidade aos riscos desastres naturais e enxergando sua provável potencialização em decorrência do movimento migratório, atual e futuro, se candidatou e se comprometeu, não somente em alcançar o título, mas em também se tornar uma cidade segura.

Esse empenho deu-se quando foi identificada a necessidade de se preparar e anteceder-se às alterações que as demandas atuais somadas aos efeitos que grandes volumes de recursos oriundos dos Royalties do petróleo provocariam na cidade, como exemplo o aumento populacional por novos entrantes no município, além da já esperada e prevista taxa de natalidade, aumento do número de moradias em áreas de risco aumentando a suscetibilidade a desastres e vulnerabilidade social e a demanda por novos serviços, alguns dos quais já deficientes, além das mudanças climáticas e suas consequências, de difícil mensuração, tanto na potencialidade e frequência das ocorrências quanto dos danos imediatos e mediatos.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o empenho do município de Maricá, município da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, em relação ao seu engajamento e alcance dos requisitos necessários para a obtenção do título de cidade resiliente, com ênfase nos aspectos hídricos e no tratamento do esgoto.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar os diversos tipos de riscos de desastres naturais de origem hídrica aos quais a população de Maricá está submetida, em consonância com o COBRADE e outras fontes oficiais e quais ações o município utiliza para sua prevenção ou mitigação.

- Avaliar os recursos hídricos do município, quanto ao abastecimento de água e tratamento de esgoto, a partir de informações disponíveis, visando a identificação de possíveis impactos ambientais ou desastres naturais frente a demandas da população referentes ao consumo e a ocupação do solo.
- Propor diretrizes e ações, a partir de medidas preventivas e mitigadoras dos desastres identificados, visando contemplar os requisitos preconizados para o atendimento à condição de cidade resiliente, no que se refere a recursos hídricos com ênfase em alternativas de tratamento de esgoto para o distrito de Itaipuaçu.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Resiliência

Resiliência, termo inicialmente utilizado nos estudos da Física e da engenharia com o objetivo de avaliar a capacidade de um corpo de, após sofrer tensão ou energia de deformação sobre si, retornar ao seu estado anterior e preservar suas principais características. Posteriormente foi utilizado em várias outras disciplinas e áreas, tanto das ciências exatas como nas humanas, a exemplo da psicologia (TABOADA; LEGAL; MACHADO, 2006). O termo resiliência foi recentemente adotado em âmbito internacional nos programas e ações de redução de desastres e seus impactos, assim como também pelos órgãos de defesa e segurança civil do Brasil, com o objetivo de se empregar uma única palavra ou termo que traduzisse a capacidade de um sistema de se restaurar ou retornar à sua normalidade ou ao seu estado mais próximo e possível dessa, após o atingimento de um desastre ou situação adversa (UNISDR, 2009).

Porém a utilização desse termo para designar algo que represente um retorno à uma normalidade ou estado anterior ao evento indesejado, não deve ser aceito sem antes analisarmos a própria etimologia da palavra e de suas várias aplicações, pelo fato de estarmos falando de eventos, indesejados, aplicados (ocorridos) sobre uma comunidade antrópica, composta por pessoas e seus variados componentes definidores próprios, que vão desde bens materiais,

propriedades, referenciais cotidianos e históricos, sensação de pertencimento, e por último à vida desses habitantes. Sabe-se que a resposta ou reação de cada indivíduo é subjetiva e, portanto, diferente em termos de grau de atingimento, capacidade de absorção do impacto sofrido, reflexos negativos imediatos ou posteriores ao evento, atingimento psicológico e até mesmo psiquiátrico.

Nesse momento um objeto inanimado, como um fio metálico, a exemplo do que se vê na Física, poderia realmente voltar a ser o fio metálico, antes do estresse imposto, ou talvez a algo mais próximo do seu normal anterior, nesse caso não haverá uma perda significativa a ponto de lhe tirar a paz, o emprego, os entes queridos, o domicílio ou sua noção de pertencimento, nem lhe trará sequelas psicológicas emocionais que lhes impeçam de levar uma vida normal. Seria ideal nos utilizarmos de expressões como “Resiliência à Desastres” ou ainda “Resiliência Urbana” (FERREIRA, 2016).

Atualmente mais da metade da população mundial reside em cidades e em centros urbanos, e a tendência é que haja um aumento significativo a cada ano, pois esses locais se tornaram o centro das oportunidades, tanto para os mais abastados financeiramente quanto para os mais necessitados, uns por status outros para não morrerem de fome. Esse aumento ocasionará uma maior demanda por habitações que deverão estar ordenadas, projetadas e em consonância com as várias normas legais, porém também haverá acréscimo de habitações sem o menor controle prévio como em locais sem infraestrutura, em áreas de risco, em áreas de preservação ambiental além de outras onde não seja permitida ou segura a presença do homem como morador, acarretando conseqüentemente a exposição e a vulnerabilidade ao risco de desastre.

2.1.1. Construindo Cidades Resilientes: A Campanha

Nessa direção, a campanha das nações Unidas para a Redução de Risco de Desastres intitulada: “Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade Está se Preparando!”, atua prestando orientação, ajuda e incentivo junto aos governos locais, quanto às questões de governabilidade local e seus riscos urbanos. Para que esses possam reduzir os riscos de desastres e suas conseqüências, através de

ações prévias que visem criar ou aumentar a resiliência dessas comunidades através da aplicação das diretrizes do Marco de Sendai (UNISDR, 2015b).

Nessa campanha, através de parcerias entre a UNDRR e os stakeholders, são oferecidas possíveis soluções e ferramentas, que permitem aos governos e atores locais envolvidos identificarem suas fragilidades e obstáculos na sua capacidade de se tornarem resilientes e também fomentando sua capacidade, técnica e de conhecimento para a gestão de risco. O resultado pretendido é que através da campanha, as cidades se envolvam e se tornem parte de uma ampla aliança de cidades resilientes em todo o mundo (UNDRR, 2020).

O foco da campanha se dá preferencialmente aos governos locais, por serem o nível institucional mais próximo dos cidadãos, gerando assim maior facilidade nas comunicações das demandas de ações a serem implementadas, situação que se constitui fundamental para que se obtenha sucesso quanto ao compromisso na direção da redução do risco de desastres. Porém não há isenção da participação de um ou de outra parte na participação para tornar as cidades resilientes a responsabilidade é de todos: governos locais e nacionais, associações governamentais e não governamentais, organizações internacionais, regionais e da sociedade civil, doadores, setor privado, instituições acadêmicas e associações profissionais assim como todos os cidadãos devem participar. Todos devem assumir o seu papel e dar a sua contribuição para a construção de cidades resilientes, frente aos desastres iminentes ou de futuras ocorrências (UNDRR, 2020).

A adesão e o comprometimento, assim como a cooperação e a colaboração de todos os envolvidos e interessados (stakeholders), são considerados elementos garantidores de resultados positivos, não só para o sucesso dessa campanha como para o desenvolvimento de uma visão participativa, colaborativa voluntária na administração local, nas ações de redução de riscos de desastres.

No Brasil dentre os casos de sucesso obtido por essa combinação de comprometimento e envolvimento de forma colaborativa voluntária por todas as partes envolvidas, cita-se a cidade de Campinas, no Estado de São Paulo, que ao aderir à campanha não restringiu sua participação (enquanto governo local) apenas nas ações pertinentes ao seu departamento de defesa civil, mas envolveu toda a sua administração na construção de sua resiliência. Isso se deu através da criação

de um grupo de trabalho, específico e contínuo, como o propósito de desenvolver a resiliência no município de maneira abrangente, participativa e voluntária. Trata-se do Comitê da Cidade Resiliente (CCR), criado pelo Decreto nº 18.045 de 24 de julho de 2013, onde através desse ato o prefeito delega não somente ao seu departamento de defesa civil a incumbência de gerenciar as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, mas envolve uma série de outros órgãos, na tarefa de juntos, sob um mesmo propósito multidisciplinar e multissetorial, aliando o poder público à sociedade civil, ao setor privado, às instituições acadêmicas e aos cidadãos, dentre outros setores, além de órgãos estaduais e federais que estão direta e indiretamente vinculados às atividades de defesa civil e redução de riscos de desastres, todos unidos dessa forma na busca pela resiliência como fruto único e comum a todos. (DEFESA CIVIL DE CAMPINAS - SP, 2020).

A “Campanha Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se Preparando!”, possui um triplo objetivo, que poderá ser alcançado por meio da construção de parcerias duradouras, são esses o triplo objetivo:

- 1º. Ampliar Conhecimento: sensibilizar cidadãos e governos para todas as possibilidades de benefícios ao reduzir os riscos urbanos.
- 2º. Investir com Sabedoria: identificar recursos e alocações orçamentárias nos planos municipais como o Plano plurianual (PPA), Lei Orçamentária Anual (LOA) por exemplo e investir em atividades de redução de risco.
- 3º. Construir com Segurança: incluir a redução de risco de desastres no processo participativo de planejamento do desenvolvimento urbano, e providenciar infraestrutura adequada às áreas de riscos urbanos (UNISDR, 2015a).

A campanha apresenta ainda uma lista de dez passos essenciais para construção de cidades resilientes, que podem ser implantados por prefeitos e gestores públicos locais. A lista origina-se das cinco prioridades do Marco de Ação de Hyogo, um instrumento chave para ações de redução de riscos de desastres. Alcançando todos, ou alguns dos Dez Passos, as cidades passarão a adotar uma postura resiliente.

A seguir será apresentada a lista com os Dez Passos essenciais na forma de comando para cada passo e em seguida será apresentada uma outra lista com algumas sugestões de possíveis ações para cada passo de forma, a orientar os gestores a terem um ponto de partida para cada passo.

Lista dos Dez Passos essenciais:

- Passo Essencial 1: Organizar para a resiliência frente aos desastres.
- Passo Essencial 2: Identificar, compreender e utilizar os cenários de riscos atuais e futuros.
- Passo Essencial 3: Fortalecer a capacidade financeira para a resiliência.
- Passo Essencial 4: Promover o desenho do desenvolvimento urbano resiliente.
- Passo Essencial 5: Proteger as zonas de amortecimento naturais para melhorar a função de proteção proporcionada pelos os ecossistemas.
- Passo Essencial 6: Fortalecer a capacidade institucional para a resiliência
- Passo Essencial 7: Compreender e fortalecer a capacidade social para a resiliência.
- Passo Essencial 8: Aumentar a resiliência da infraestrutura.
- Passo Essencial 9: Assegurar a efetividade da preparação e uma resposta efetiva a desastres.
 - Passo Essencial 10: Acelerar a recuperação e reconstruir melhor, depois de qualquer desastre.

Lista com sugestões de procedimentos para cada passo:

1. Estabeleça mecanismos de organização e coordenação de ações com base na participação de comunidades e sociedade civil organizada, por meio, por exemplo, do estabelecimento de alianças locais. Incentive que os diversos segmentos sociais compreendam seu papel na construção de cidades mais seguras com vistas à redução de riscos e preparação para situações de desastres.

2. Elabore documentos de orientação para redução do risco de desastres e ofereça incentivos aos moradores de áreas de risco: famílias de baixa renda, comunidades, comércio e setor público, para que invistam na redução dos riscos que enfrentam.

3. Mantenha informação atualizada sobre as ameaças e vulnerabilidades de sua cidade; conduza avaliações de risco e as utilize como base para os planos e processos decisórios relativos ao desenvolvimento urbano. Garanta que os cidadãos de sua cidade tenham acesso à informação e aos planos para resiliência, criando espaço para discutir sobre os mesmos.

4. Invista e mantenha uma infraestrutura para redução de risco, com enfoque estrutural, como por exemplo, obras de drenagens para evitar inundações e, conforme necessário, invista em ações de adaptação às mudanças climáticas.

5. Avalie a segurança de todas as escolas e postos de saúde de sua cidade, e modernize-os se necessário.

6. Aplique e faça cumprir regulamentos sobre construção e princípios para planejamento do uso e ocupação do solo. Identifique áreas seguras para os cidadãos de baixa renda e, quando possível, modernize os assentamentos informais.

7. Invista na criação de programas educativos e de capacitação sobre a redução de riscos de desastres, tanto nas escolas como nas comunidades locais.

8. Proteja os ecossistemas e as zonas naturais para atenuar alagamentos, inundações, e outras ameaças às quais sua cidade seja vulnerável. Adapte-se às mudanças climáticas recorrendo a boas práticas de redução de risco.

9. Instale sistemas de alerta e desenvolva capacitações para gestão de emergências em sua cidade, realizando, com regularidade, simulados para preparação do público em geral, nos quais participem todos os habitantes.

10. Depois de qualquer desastre, vele para que as necessidades dos sobreviventes sejam atendidas e se concentrem nos esforços de reconstrução. Garanta o apoio necessário à população afetada e suas organizações comunitárias, incluindo a reconstrução de suas residências e seus meios de sustento (MADEIROS; GRIGIO; PESSOA, 2018).

2.2. Riscos de Desastres

2.2.1. Conceito e Classificação de Desastres

O DECRETO Nº 10.593/2020 (BRASIL, 2020), que dispõe sobre a organização Sistema Nacional de Defesa Civil (SINPDEC), define desastre como “resultado de evento adverso decorrente de ação natural ou antrópica sobre cenário vulnerável que cause danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais”.

Segundo a Instrução Normativa Nº01/2012, do Ministério da Integração Nacional em seu artigo 1º e parágrafo I, define desastre como: “Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios (BRASIL, 2012a).

O Glossário de Defesa Civil Estudos de Riscos e Medicina de Desastres, define desastre como o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

O glossário reúne e apresenta as melhores definições, os melhores conceitos e características da temática desastres como pode ser observado a seguir:

Em função dos danos e prejuízos, os Desastres são quantificados em termos de intensidade, já os Eventos Adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado.

Normalmente o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor.

Os desastres são classificados quanto à intensidade; quanto à evolução; e quanto à origem.

Quanto à Intensidade, os desastres podem ser classificados, a depender da intensidade do evento e da capacidade de restabelecimento da comunidade, em quatro níveis:

Nível I - de pequeno porte; Nível II - de médio porte; Nível III - de grande porte e Nível IV - de muito grande porte.

Quanto à Evolução, os desastres são classificados em: Desastres Súbitos ou de Evolução Aguda; Graduais ou de Evolução Crônica e Desastres Por Somação de Efeitos Parciais.

Os desastres súbitos de evolução aguda caracterizam-se pela subitaneidade, pela velocidade com que o processo evolui e, normalmente, pela violência dos eventos adversos causadores dos mesmos. Podem ocorrer de forma inesperada e surpreendente ou ter características cíclicas e sazonais (maior prevalência no Brasil), sendo facilmente previsíveis. Os desastres graduais ou de evolução crônica, ao contrário dos súbitos, caracterizam-se por serem insidiosos e por evoluírem através de etapas de agravamento progressivo. O desastre crônico mais importante no Brasil é a seca, pois apresenta essa característica de agravamento progressivo. Os desastres por somação de efeitos parciais caracterizam-se pela somação de numerosos acidentes (ou ocorrências) semelhantes, cujos danos, quando somados ao término de um determinado período, definem um desastre muito importante. Dentre os desastres por somação de efeitos parciais, destacam-se: os acidentes de trânsito; os acidentes de trabalho; os acidentes com crianças no ambiente domiciliar e peridomiciliar.

Quanto à causa primária ou origem do agente causador, os desastres são classificados em: Desastres Humanos ou Antropogênicos; Desastres Mistos e Desastres Naturais.

Os Desastres Humanos ou Antropogênicos – são classificados quanto à sua natureza em:

De natureza biológica – São doenças transmitidas por vetores biológicos, por água e alimentos, por inalação, por sangue e por outras secreções orgânicas, e por outros ou por mais de um mecanismo de transmissão;

De natureza social – São os relacionados com ecossistemas rurais e urbanos, com convulsões sociais, e com conflitos bélicos e por fim os desastres

De natureza tecnológica, que são os relacionados com desastres siderais, com os meios de transportes, construção civil, incêndios em instalações, com produtos perigosos, colapsos de abastecimento de energia ou poluição.

Os Desastres Mistos ocorrem quando as ações e omissões humanas contribuem para intensificar ou agravar fenômenos potencialmente indutores de desastres, também se caracterizam quando intercorrências de fenômenos naturais adversos, atuando sobre condições ambientais degradadas pelo homem, desencadeiam desastres.

Os Desastres Naturais são aqueles provocados por fenômenos e desequilíbrios da natureza e produzidos por fatores de origem externa que atuam independentemente da ação humana (BRASIL, 2002).

2.2.2. Classificação dos Desastres no Brasil

No Brasil, os desastres são classificados através da, Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, que foi adotada pelo Ministério da Integração Nacional, por meio da Instrução Normativa nº 01/ 2012, que estabelece os procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública, como guia orientativo, a COBRADE substituiu a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR), até então utilizada.

A COBRADE foi elaborada a partir da classificação utilizada pelo Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT) do Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) e da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU), com o propósito de adequar a classificação brasileira às normas internacionais, Além dos desastres constantes da classificação do EM-DAT, foram incluídos alguns desastres peculiares à realidade brasileira. O COBRADE considera apenas duas categorias de desastres: Desastre Natural e Desastre Tecnológico (BRASIL, 2012a).

A COBRADE é fundamental para a uniformização das definições de desastres, servindo de grande contribuição para entidades e profissionais em todo o território nacional. O acesso a tabela anexa da IN 01/2012 com lista completa em PDF, da classificação e codificação dos desastres e suas, e outras informações relativas, pode ser obtido através do site do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) pelo do link:

https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade.pdf/view

Quanto aos eventos adversos ou agentes que podem causar desastres do grupo Desastres Naturais, esses foram classificados pela COBRADE como desastre Natural: Geológico; Hidrológico; Meteorológico; Climatológico e Biológico. O presente trabalho avaliará o município de Maricá quanto as ameaças de Riscos de Desastres Naturais do Grupo-Hidrológico.

2.2.3. O Risco do Desastre e a Sua Percepção

O risco de desastres refere-se a acontecimentos indesejados com consequências às quais todos querem se ver livres ou escapar com o mínimo de perdas, porém, existem desastres que não permitem sua eliminação ou a extração do sistema vulnerável a ele exposto, restando apenas a possibilidade da redução de seus impactos ou a amenização de seus efeitos (mitigação). Mas para que um sistema exposto ao risco venha a agir, reagir e aceitar as medidas preventivas ou mitigadoras que lhes são oferecidas, é necessário que esse risco ou exposição a ele seja percebido, pois mesmo diante de alguns sinais e alertas evidentes do risco é possível que o sistema não se identifique a sua própria exposição ou ainda a vulnerabilidade desse sistema e seus componentes frente ao risco ou a ameaça, o conhecimento prévio é o desejado e necessário.

2.2.4. Redução de Riscos de Desastres

Para reduzir o risco de desastres é preciso agir nas alterações das condições que estabelecem os elementos que compõem um cenário de risco, os chamados

fatores de risco. Um cenário de risco é composto pela combinação de um evento que se constitua como uma ameaça, populações e infraestruturas expostas, em condições de vulnerabilidade, e com insuficiente capacidade de resposta. Nesta pesquisa, está sendo adotando a vulnerabilidade conforme definido por (ONU/EIRD, 2005) onde fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais, sob determinadas condições, aumentam a exposição de pessoas, comunidades, bens ou sistemas em resposta aos efeitos das ameaças.

No Brasil, dentre a legislação destinada às ações de redução do risco de desastres temos uma Lei Federal que é enfática em apresentar o papel do estado, nas três esferas, para a promoção de ações que visem a Redução dos Riscos de Desastres. Trata se da Lei 12.608/2012, (BRASIL, 2012b), que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa civil (PNPDEC), na qual Prescreve ser dever do Estado adotar medidas necessárias à redução dos riscos de desastres, como demonstrado em seu artigo segundo: “Art. 2º É dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre” e ainda em seu artigo quinto, onde estão os seus objetivos:

Art. 5º São objetivos da PNPDEC:

- I - Reduzir os riscos de desastres;
- II - Prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres;
- III - Recuperar as áreas afetadas por desastres;
- IV - Incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;
- V - Promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;
- VI - Estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;
- VII - Promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;
- VIII - Monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;

IX - Produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;

X - Estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;

XI - Combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;

XII - Estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;

XIII - Desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;

XIV - Orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção;

XV - Integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente.

A PNPDEC abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil, tratam-se de cinco ações distintas, porém inter-relacionadas, de responsabilidade dos três níveis de governo (local, estadual e federal) com as devidas competências (comuns e concorrentes), além da previsão de participação de outros setores da sociedade. O autor (HELENO; FERREIRA, 2012) enfatiza a importância da atualização e revisão da doutrina brasileira de proteção e defesa civil, principalmente a Lei 12.608/2012, produto da necessária observação e combinação da nossa legislação com a doutrina internacional, mais precisamente, com a doutrina emanada da UNISDR, e dos benefícios que essa atualização trouxe para a gestão de riscos de desastres. O “Ciclo de Gestão de Proteção e Defesa Civil” (Figura 01), elaborada pelo autor citado, mostra através de ilustração, a Gestão do Risco de Desastres como um processo de ações planejadas inerentes ao período de normalidade (pré-desastres), e diretamente relacionadas com a Prevenção, Mitigação e Preparação, enquanto que a Gestão de Desastres expressa as ações planejadas e relacionadas com o

período da anormalidade (pós desastres ou sua ocorrência), relacionadas diretamente com a Resposta e Recuperação ou Reconstrução, quando possíveis.

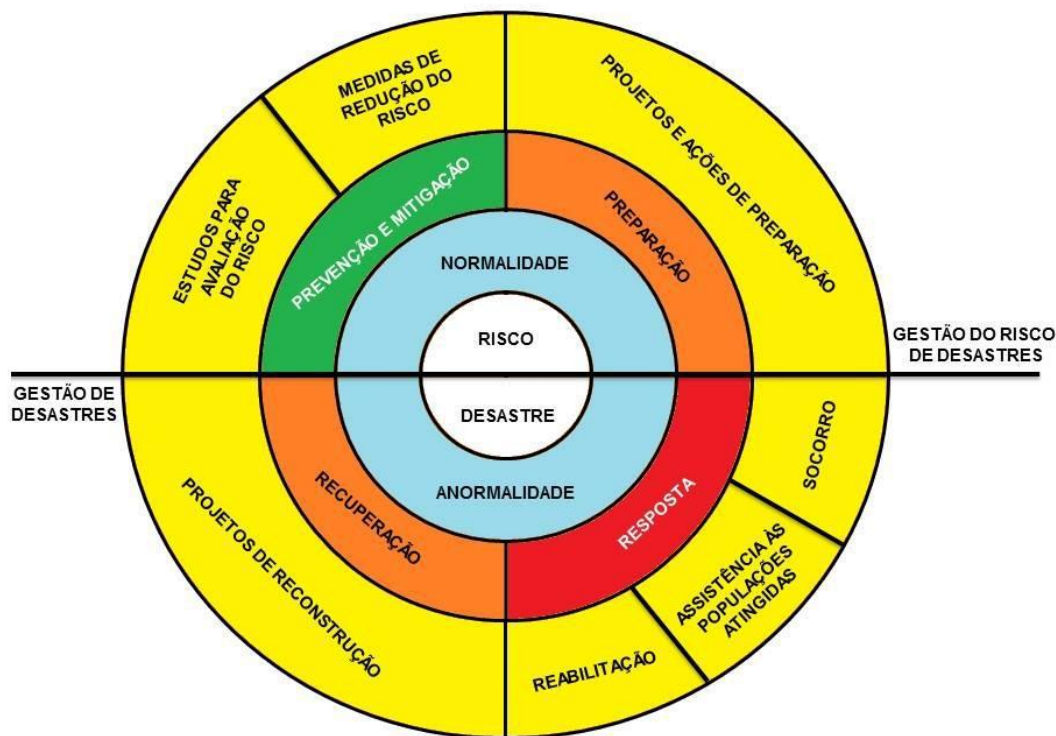


Figura 01: Ciclo de Gestão de Proteção e Defesa Civil, Fonte: (HELENO; FERREIRA, 2012)

2.3. Esgoto Sanitário: Conhecendo o Problema.

O termo esgoto é comumente utilizado sanitário (esgoto sanitário) na engenharia para denominar a água residuária acumulada a partir das contribuições de esgoto doméstico, de efluentes industriais além de águas do terreno que entram nas tubulações coletoras de esgoto quando essas existirem. Normalmente, o maior volume do esgoto sanitário na área urbana é relacionado com o esgoto doméstico, que é constituído por material fecal e por águas servidas de banheiros, cozinhas e lavatórios de residências, de estabelecimentos comerciais e de áreas e instalações públicas.

Segundo definição dada pela NBR 7229/1993, que trata de “Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos”, Esgoto Sanitário é a água residuária composta de esgoto doméstico, despejo industrial admissível a tratamento

conjunto com esgoto doméstico e água de infiltração. E define ainda: Água Residuária como líquido que contém resíduo de atividade humana e Esgoto Doméstico como água residuária de atividade higiênica e/ou de limpeza (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993).

As águas residuárias são oriundas de atividades residenciais, comerciais e industriais, cujos produtos resultantes contenham: Excrementos humanos (fezes e urina) frequentemente misturados com papel higiênico. Esta combinação é conhecida como água negra quando coletada em vasos sanitários com disponibilidade hídrica; Água de lavagem (pessoal, roupas, pisos, louças, carros, etc.), também conhecida como água cinza; Excesso de líquidos fabricados a partir de fontes domésticas (bebidas, óleo de cozinha, pesticidas, óleo lubrificante, tinta, líquidos de limpeza, etc.).

O presente trabalho fará uso das terminologias “esgoto, efluente ou esgoto sanitário” e ainda águas residuárias para fazer referência ao mesmo produto.

O IBGE utiliza a seguinte classificação quanto ao sistema de esgotamento sanitário utilizado pelos domicílios: rede geral; fossa séptica; fossa rudimentar; vala; rio, lago ou mar; e outro. São considerados apenas os domicílios com banheiro.

2.3.1. Composição do Esgoto Sanitário

A norma brasileira a relativa ao estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário NBR 9648/1986, define esgoto sanitário como: “Despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986).

Esgoto sanitário é a água residuária de uma população, em suas mais variadas composições e formas de organização, nas áreas urbanas o seu volume é majoritariamente domiciliar (residências e comércios), podendo conter ainda outras contribuições como despejo industrial, despejo de agricultura, parcelas de águas de infiltração como águas pluviais. O esgoto tipicamente domiciliar compõe-se basicamente de resíduos gerados pelas atividades humanas (fezes, urina, banho...), papel, restos de comida, sabão e águas de lavagem. Possui como característica

quando fresca cor acinzentada, ser turvo, além de odor desagradável, sua composição física é basicamente 99% de água e 1% de sólidos flutuantes de tamanhos variados como: grandes (fezes, plásticos, pedaços de pano, pedaços de madeira), pequenos (papéis, grãos, etc.) e microscópicos (coloidal). Esse teor de matéria sólida, apesar de representar apenas 0,1% do esgoto, é a mais importante de suas características físicas, quando do dimensionamento e controle de operações de sistemas e unidades de tratamento (ÁVILA, 2005).

O esgoto é composto por cerca de 99,9% de água, os 0,1% restantes são impurezas de natureza orgânica e inorgânica, constituídas de sólidos suspensos e dissolvidos, bem como de microrganismos (VON SPERLING, 1996).

Nesse percentual de 0,1% de sólidos no esgoto consta a presença de vários poluentes químicos e físicos, como veremos a seguir:

2.3.1.1. Poluentes Químicos Presentes no Esgoto

Alguns dos poluentes Químicos e Físicos possíveis de estarem presentes nos 0,1% de sólidos no esgoto, como por exemplo:

1. Metais Pesados, incluindo mercúrio, chumbo e cromo;
2. Partículas Orgânicas, como fezes, cabelos, comida, vômito, fibras de papel, material vegetal, húmus;
3. Material orgânico solúvel, como uréia, açúcares de frutas, proteínas solúveis, produtos farmacêuticos;
4. Partículas Inorgânicas, como areia, cascalho, partículas metálicas, cerâmicas;
5. Material Inorgânico solúvel, como amônia, sal marinho, cianeto, sulfeto de hidrogênio, tiocianatos, tiosulfatos;
6. Macro Sólidos, como absorventes higiênicos, fraldas, preservativos, agulhas, brinquedos infantis, animais mortos ou plantas;
7. Gases como sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono, metano;
8. Emulsões tais como tintas, adesivos, maionese, corantes capilares, óleos emulsionados;
9. Toxinas como pesticidas, venenos, herbicidas;
10. Fármacos, hormônios e outras substâncias perigosas.

2.3.1.2. Poluentes Biológicos Presentes no Esgoto

Quando esgoto contém fezes humanas, como é o caso do esgoto domiciliar com água negra, além dos sólidos descritos, esse também poderá conter patógenos de um ou mais tipos como:

1. Bactérias, como: Salmonella, Shigella, Campylobacter, Vibrio Cholerae; Vírus, como hepatite A Rotavírus, enterovírus;
2. Protozoários, como: Entamoeba histolytica, Giárdia lamblia, Cryptosporidium parvum);
3. Parasitas, como: Ascaris (lombriga), Ancylostoma (ancilto), Trichuris (whipworm).

Os autores Bettiol & Camargo (2006) descrevem que a composição do esgoto não é uma constante, pois alguns fatores podem alterar tanto a presença quanto a carga de um ou vários dos poluentes (químicos e biológicos) citados, essa alteração pode ocorrer em função do local de origem, ou seja, se proveniente de uma área tipicamente residencial ou tipicamente industrial, e em função da época do ano, alterações de temperatura, clima entre outros fatores (BETTIOL; CAMARGO, 2006).

2.3.2. Volume do Esgoto Sanitário

O volume de esgoto sanitário gerado em determinado tempo é denominado de vazão, expresso normalmente em L/s, m³/h ou m³/d, com valores variando de acordo com o horário, o padrão socioeconômico da população, as condições climáticas, a regularidade do sistema de abastecimento de água e a manutenção da rede coletora de esgoto (caso exista), naturalmente, do valor per capita de esgoto sanitário. Assim, os projetistas consideram o valor per capita de esgoto sanitário (q_e) como o resultado da multiplicação do valor per capita de água (q) por um coeficiente de retorno (C), que relaciona o volume de esgoto com o volume de água utilizada, sendo usual o valor de $C = 0,80$ (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

2.4. Tratamento de Esgoto Sanitário

O tratamento de esgoto sanitário quando eficiente propicia para a população, uma gama benefícios diretos como: proteger o meio ambiente, gerar empregos e até desencadear o desenvolvimento econômico regional, como benefícios indiretos podem ser citados os benefícios sociais como a redução de doenças infectocontagiosas e melhores condições de vida. Esses últimos são difíceis de mensurar ou monetizar, mas, é importante listá-los e descrevê-los para apontar o impacto e extensão decorrentes do tratamento adequado e eficiente do esgoto sanitário.

Como visto, os esgotos domésticos são constituídos por uma fração de sólidos orgânicos e inorgânicos e de microrganismos. O tratamento do esgoto é necessário devido a essa fração. A coleta e o tratamento de esgotos geralmente estão sujeitos a regulamentações e padrões legais locais, estaduais e federais. A Resolução CONAMA nº 430/2011, que altera a Resolução nº 357/2005 do mesmo órgão, dispõe sobre “as condições e padrões de lançamento de efluentes”, complementa e destaca que: “os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento”. O tratamento do esgoto sanitário consiste no conjunto de processos necessários para a remoção das impurezas presentes nas águas residuais e na conversão destas num efluente que possa ser novamente descarregado para os corpos de água naturais, no solo ou ainda podendo servir para diversos fins (BRASIL, 2011).

2.4.1. Aspectos de Operação

Quanto aos aspectos de operação, o tratamento de esgoto pode ser: físico, químico ou biológico. O primeiro utiliza a aplicação de forças físicas, como, gradeamento, mistura, floculação, sedimentação, (suspensão das partículas insolúveis/pesadas na água e separação destas, uma vez assentes no fundo do reservatório), arejamento (circulação de ar através da água para fornecer oxigénio) e filtração (utilização de filtros para remover contaminantes). São exemplos de

tratamentos químicos o uso de agentes oxidantes, como cloro e ozônio, como desinfetantes e a neutralização (adição de um ácido ou uma base de modo a restituir o pH natural da água). O tratamento biológico consiste na aplicação de técnicas biotecnológicas ao tratamento de águas residuais, com o fim de gerar a remoção da matéria orgânica carbonácea, a nitrificação e a desnitrificação. Essas operações podem ocorrer juntas ou apenas uma ou outra isoladas.

2.4.2. Métodos de Tratamento de Esgoto sanitário

Considerando os métodos de tratamento, quanto a definição, foram elencados o método Anaeróbio e Aeróbio, há ainda os métodos definidos como “outros métodos”, que podem utilizar tanto o Anaeróbio como o Aeróbio, ou não se enquadrar em nenhuma das outras duas definições.

No método Anaeróbio, as ações são ocasionadas por microrganismos que atuam mesmo na ausência de oxigênio, esses são usados para tratar águas residuais quando estas são ricas em matéria orgânica e lamas provenientes de sedimentação, produzindo assim o gás metano, que pode ser descartado ou utilizado como fonte alternativa de energia.

No método Aeróbio, os microrganismos atuam na presença de oxigênio e são capazes de converter matéria orgânica em CO₂ e energia.

2.4.3. Níveis de Tratamento de Esgoto sanitário

O tratamento de esgotos é dividido em níveis, classificados de acordo com o grau de remoção de poluentes ao qual se deseja atingir.

Os níveis de tratamento de esgoto são:

Nível preliminar ou pré- tratamento (remoção de sólidos grosseiros como areia e gordura);

Nível primário (remoção de sólidos sedimentáveis e, em decorrência, parte da matéria orgânica);

Nível secundário (predominam mecanismos biológicos com o objetivo de remover a matéria orgânica e eventualmente nutrientes como nitrogênio e fósforo) e

Nível terciário (remoção de poluentes específicos - usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis - ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário).

Existem ainda o nível de tratamento conhecido como “outros níveis”, que são assim definidos por não se encaixarem em apenas uma ou em nenhum dos outros níveis.

2.4.3.1. Nível de Tratamento Preliminar ou Pré- Tratamento

Nesse nível ocorre apenas a remoção de sólidos grosseiros, através de barreiras físicas, são utilizadas unidades como sistemas de grades e de peneiras, para retirada das partículas maiores e o tanque de decantação para a remoção da areia. Esse tratamento remove os materiais que podem ser facilmente coletados do esgoto bruto antes que comprometam ou obstruam equipamentos e linhas de esgoto, como areia e sólidos grosseiros.

2.4.3.2. Nível de Tratamento Primário

O tratamento primário destina-se, por meio de mecanismos de ordem física, à remoção de sólidos flutuantes e à remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e, em decorrência, parte da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) em suspensão associada à matéria orgânica componente dos sólidos em suspensão sedimentáveis (VON SPERLING, 1996).

2.4.3.3. Nível de Tratamento Secundário

Neste nível de tratamento predominam os mecanismos biológicos, onde tem se a remoção da “DBO solúvel” associada à matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos, Caso seja precedido pelo tratamento primário, ocorrerá também a remoção da “DBO em suspensão” finamente particulada agregada à matéria orgânica em suspensão não sedimentável e, caso contrário, haverá a remoção da DBO em suspensão associada à matéria orgânica em suspensão (VON SPERLING, 1996).

Existe na literatura uma gama de alternativas de processos possíveis de serem utilizadas no tratamento no nível secundário, segue alguns exemplos mais utilizados no Brasil:

A. Lodo Ativado

O processo de Lodos Ativados (convencional), onde o princípio básico deste sistema é que os sólidos são recirculados do fundo da unidade de decantação, para a unidade de aeração, provocando o aumento da concentração de bactérias presentes no lodo, responsáveis pela degradação da matéria orgânica, (VON SPERLING, 1996).

B. UASB - Reator Anaeróbio de Manta de lodo e Fluxo Ascendente.

O Reator UASB utiliza como tecnologia de tratamento a decomposição anaeróbia da matéria orgânica (bactérias dispersas no reator), onde a biomassa cresce dispersa no meio e não aderida a um filtro suporte, como no caso dos filtros biológicos percoladores ou dos filtros anaeróbios, por ser constituído de separador trifásico, observa-se uma eficiente separação entre os sólidos do líquido gerando um efluente clarificado e mantendo permanência da biomassa no reator.

C. Sistema de Lagoas de Estabilização.

As lagoas de estabilização são escavações rasas e cercadas por talude de terra e geralmente têm forma retangular ou quadrada. Esse sistema é considerado uma das técnicas mais simples de tratamento de esgoto e dependendo da área disponível, topografia do terreno e grau de eficiência desejado, podem ser empregados os seguintes tipos de sistemas de lagoas de estabilização: lagoas facultativas; sistema de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas (Sistema

Australiano); lagoas aeradas facultativas; sistema de lagoas aeradas de mistura completa seguida por lagoas de decantação (MENDONÇA, 1990).

D. Reatores com biofilmes.

Neste sistema a matéria orgânica é estabilizada por bactérias que crescem aderidas a um meio suporte (que pode ser pedras ou material plástico). Existem sistemas em que a aplicação do esgoto se dá na superfície (sendo o fluxo do esgoto descendente) havendo a necessidade de decantação secundária e, também, sistemas submersos com introdução de oxigênio que pode ser tanto com fluxo de ar ascendente quanto fluxo de esgoto ascendente ou descendente.

E. Filtros Biológicos

Filtros biológicos são unidades de tratamento de esgotos destinados a oxidação. O efluente é aspergido continuamente sobre um leito de pedras justapostas entre as quais o ar pode circular. O ambiente ecológico desempenhado pelo filtro biológico tem como condicionantes a matéria orgânica, luz, oxigênio, temperatura e pH. O leito de pedras, atravessado por líquido contendo matéria orgânica e os outros fatores acima citados, propicia o desenvolvimento de microrganismos aeróbios. A variabilidade dos fatores de oxigenação também permite desenvolvimento anaeróbio resultando uma alternância de condições que permite a predominância de organismos facultativos. As populações microbianas nos leitos dos filtros biológicos são principalmente bactérias heterotróficas, consumidoras da matéria orgânica predominante e por isso consideradas os principais agentes primários da purificação.

2.4.3.4. Nível de Tratamento Terciário

O tratamento do esgoto no nível terciário, também conhecido como tratamento avançado, é utilizado como um tratamento adicional ou complementar, para atuar na remoção de substâncias remanescentes do tratamento secundário convencional (TOSETTO, 2005), a demanda por esse nível de tratamento pode se dar por recomendação legal, quanto ao descarte e, ou quando se pretende utilizar os efluentes do tratamento com fins de reuso. Nesse nível de tratamento onde ocorrem

operações e reações de ordem biológica e química, onde objetiva-se gerar a remoção de: nutrientes, organismos patogênicos, compostos não biodegradáveis, metais pesados, sólidos inorgânicos dissolvidos e sólidos em suspensão remanescente dos outros níveis que lhe sucederam SPERLING, 2005, apud(HUNT, 2013).

O tratamento de esgotos nesse nível é pouco usual nos municípios brasileiros, principalmente pela precariedade deficiência ou até mesmo pela ausência pela oferta pública de tratamento de esgoto sanitário na maioria das cidades, justificadas pela falta de recursos financeiros.

A escolha pelo método de tratamento terciário depende do uso potencial do efluente tratado, da natureza do esgoto (doméstico, industrial), da compatibilidade das várias operações e processos, da disponibilidade de meios de disposição dos contaminantes finais, da viabilidade ambiental e econômica de cada método, além disponibilidade financeira e econômica de cada Município, ou comunidade. TCHOBANOGLIOUS, 1991 apud (TOSETTO, 2005).

2.4.3.5. Disposição Final

Apesar de não ser considerada um nível de tratamento, a disposição final dos efluentes tratados importa diretamente até qual ou quais níveis de tratamento o esgoto sanitário deverá ser realizado, pois fatores como o local escolhido para o descarte ou o tipo de reuso pretendido, demandarão a observação legal de padrões de qualidade vigente a cada destino escolhido ou desejado.

Como já citado, uma opção para o destino desses efluentes que não o descarte, é o reuso, essas águas tratadas podem ser reutilizadas, nos centros urbanos, na indústria, na área paisagística, na agricultura, no ambiente doméstico, no âmbito recreacional, na recarga de aquíferos, na aquicultura e na pesca. Existem várias tecnologias usadas para tratar águas residuárias para cada finalidade pretendida de reutilização.

2.5. Sistema de Tratamento Centralizado de Esgoto (SES), o Modelo Ideal

O sistema de esgotamento sanitário é a integração dos componentes responsáveis pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários” (DIAS; ROSSO; GIORDANO, 2012).

De acordo com a NBR-9648/1986, “Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) “é o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente o esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”.

Os autores Tsutiya e Sobrinho dividem o sistema de esgotamento sanitário (SES) em: rede coletora (preferencialmente exclusiva), interceptor, emissário, sifão invertido, corpo d' água receptor, estação elevatória (EEE) e estação de tratamento (ETE). Em relação a estação de tratamento de esgoto, que pode ser uma ou mais, o ideal seria que as mesmas tivessem capacidade para operar em todos os níveis de tratamento, inclusive o terciário, com desinfecção com o fim de alcançar os padrões exigidos tanto para seu lançamento no corpo hídrico e ou reuso(TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

2.6. Sistemas de Tratamento Descentralizado de Esgoto

2.6.1 Tratamento Descentralizado do Tipo Sistema de Tanque Séptico

O presente trabalho, com o propósito de adotar a nomenclatura acadêmica e normativa (ABNT), utilizará a terminologia “Tanque Séptico” para referir se ao que tem sido popularmente conhecido como Fossa Séptica” e utilizará o termo “Sistema de tanque Séptico” para fazer referência ao sistema completo de tratamento de esgoto, conforme corrobora e elucida Cleverson V. Andreoli: fossa séptica e tanque séptico, são unidades de tratamento de esgoto distintas, o autor alega que a principal diferença está no fato do tanque séptico ser uma unidade de tratamento de esgotos acoplado a um dispositivo de infiltração dos efluentes líquidos no solo (sumidouro), enquanto a fossa séptica é utilizada para disposição final dos esgotos, o autor descreve tanques sépticos como um conjunto de estruturas de fluxo

horizontal que tem a função de tratar o esgoto por processos de sedimentação, flotação e digestão anaeróbia (ANDREOLI, 2009).

Segundo a NBR 7229/1993, que adota a nomenclatura Tanque Séptico: “tanque séptico é uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão”, como dito, essa nomenclatura será adotada quando o presente trabalho cuidar de apresentar e especificar e analisar a unidade de forma individual, assim como a norma faz, pois ao se referir ao sistema completo, a referida norma traz a seguinte definição: “Sistema de tanque Séptico” é o “Conjunto de unidades destinadas ao tratamento e à disposição de esgotos, mediante utilização de tanque séptico e unidades complementares de tratamento e/ou disposição final de efluentes e lodo”. Essas “unidades complementares”, citadas pela norma, são o Filtro Anaeróbio e o Sumidouro os elementos componentes do sistema de tanque séptico podem ser confeccionado no próprio local, em blocos cerâmicos ou blocos de concreto (Figura 02), também existem peças pré-fabricadas em anéis de concreto (Figura 03), que após adquiridos são montados no local definitivo. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993).

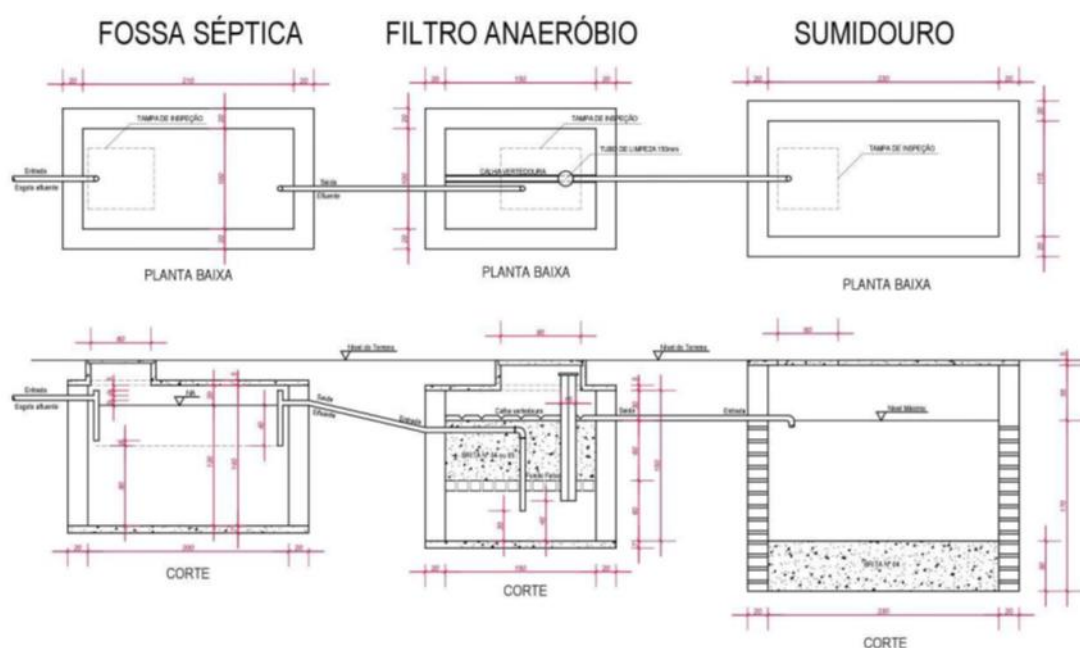


Figura 02, Sistema de Tanque Séptico, Moldado no Local, em Blocos Cerâmicos, Fonte: (ZAGO; DUSI, 2017)

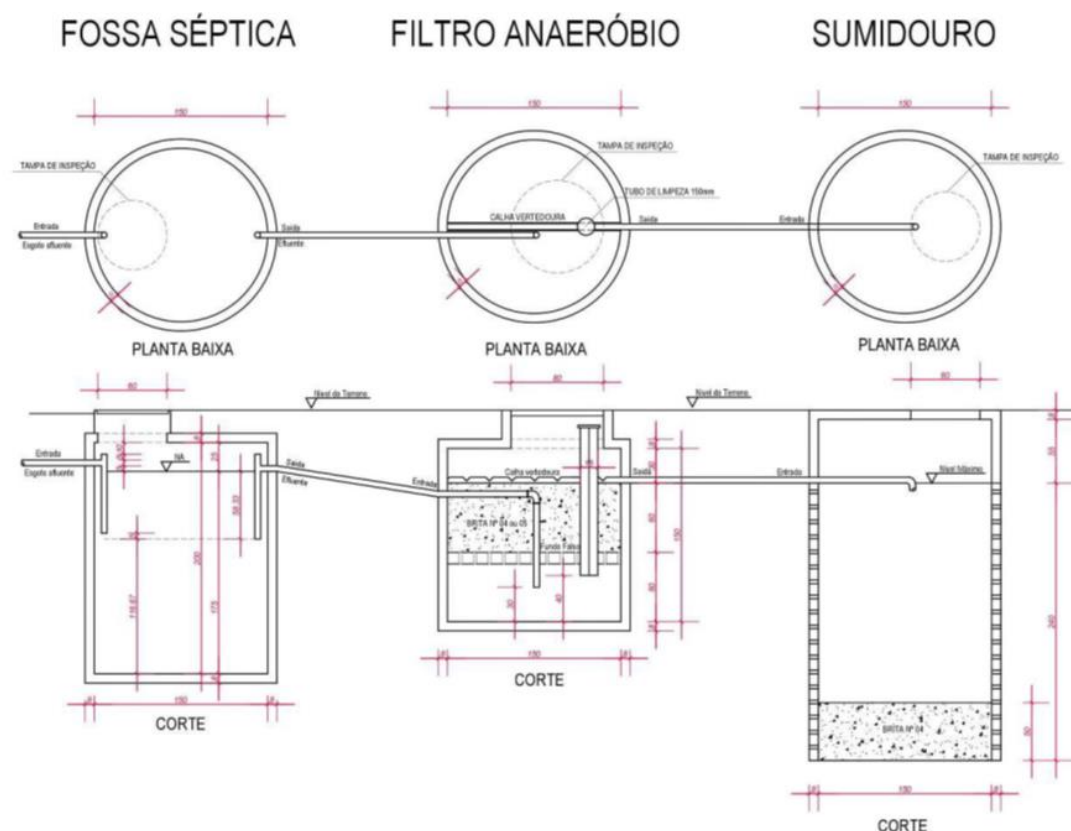


Figura 03, Sistema de Tanque Séptico, Pré-Fabricados, em Anéis de Concreto, Fonte: (ZAGO; DUSI, 2017)

2.6.2. Elementos Componentes do Sistema de Tanque Séptico

2.6.2.1. Tanque Séptico

O tanque séptico é uma caixa impermeável, cilíndrica ou prismática, que tem a função de reter o esgoto por um período tempo determinado para que haja a separação da matéria sólida (lodo de esgoto) da parte líquida do esgoto. O efluente (parte líquida) resultante é direcionada para Filtro Anaeróbico ou para o solo, através de sua disposição em sumidouros ou valas de infiltração.

O funcionamento de um tanque séptico é distribuído em quatro etapas: Retenção, Decantação; Digestão e Redução de volume, na retenção todo o esgoto é retido no tanque durante um período de tempo, na decantação a parte sólida presente no esgoto é sedimentada e depositada no fundo do tanque, formando o lodo. Os sólidos que não sedimentarem, formados por graxas, óleos, gorduras e outros materiais misturados com gases é retida na superfície livre do líquido, no

interior do tanque séptico (escuma). A decantação ocorre simultaneamente com o processo de retenção; na digestão o lodo e a espuma são digeridos por bactérias anaeróbias, a redução de volume é resultante da digestão das bactérias anaeróbica, pois o processo de digestão resulta em gases, líquidos e na acentuada redução de volume dos sólidos retidos e digeridos. Por fim estes sólidos adquirem características estáveis e condições mais adequadas, para que preferencialmente o efluente líquido seja encaminhado ao filtro anaeróbio antes de ser enviado ao sumidouro e conseqüentemente, no solo sem risco de contaminação.

Alguns fatores podem interferir no funcionamento do tanque séptico, dentre os principais fatores tem se: Variação da vazão; Geometria do tanque (prismática ou circular); Dispositivos de entrada e saída; Compartimentos (número de câmaras) e Condições de operação. Mesmo que observado esses cuidados existem ainda recomendações a serem seguidas para garantir não só o funcionamento mais ainda a eficiência dos tanques sépticos como exemplo limpeza periódica. A NBR 7229/1993 estabelece que o tempo de limpeza do tanque séptico deve ser o mesmo previsto em projeto, mas permite o aumento ou diminuição no intervalo, caso ocorram variações nas vazões previstas. A norma salienta ainda que ao se executar a limpeza do tanque séptico não se retire todo o volume do lodo existente, orientando que se permaneça no fundo do tanque no mínimo 10% do volume de lodo, para garantir as atividades das bactérias evitando assim a eliminação das mesmas e a interrupção do tratamento.

O processo de limpeza periódicas dos tanques sépticos, assim como dos Filtros Anaeróbios, deve ser realizado por empresas especializadas, conhecidas como “limpa fossa”, que são empresas privadas contratadas diretamente pelos usuários para realizar a retirada do lodo que se concentra no sistema e proceder a sua disposição final. Essas empresas são conhecedoras de todos os tramites técnicos e legais para as atividades de retirada, transporte e descarte do material retirado dos tanques sépticos e também contam com veículos maquinários e equipes capacitadas para o manejo do lodo, é recomendado que se verifique o registro dessas empresas nos órgãos de controle ambiental, pois o descarte do lodo necessita controle e fiscalização.

Não é recomendado o uso do tanque séptico como receptor de águas pluviais e outros despejos que possam provocar alterações indesejadas ao processo de tratamento do esgoto, alterando seu funcionamento e sua eficiência.

Com a finalidade de manter a boa qualidade das águas superficiais e subterrâneas e a funcionalidade do tanque séptico, a NBR 7229/1993, determina que sejam obedecidas as dimensões mínimas, para sua construção ou aquisição, o mesmo ocorre quanto a escolha do local da instalação do mesmo, onde deve se manter as distâncias mínimas obrigatórias, entre os elementos do sistema e os elementos construtivos como: muros, o domicílio, poços (manilhados ou artesianos), cisternas, ramal de abastecimento água do lote ou da rede pública, divisas do terreno, além de elementos naturais como arvores, corpos d'água, além da necessidade de distância vertical mínima de 1,50m do lençol freático, no caso dos sumidouros.

2.6.2.2. Filtro Anaeróbio

O Filtro Anaeróbio é um reator (onde ocorrem reações) biológico, de formato prismático ou cilíndrico, composto por duas câmaras sobrepostas e separadas por um fundo falso (laje de concreto ou outro material perfurado), que além de ter a função de suportar o material filtrante, sobre ele disposto, também permite a passagem para a câmara superior, do efluente vindo de sua câmara inferior, cuja função é receber o efluente originado no tanque séptico. É em sua câmara superior que ocorrem as reações biológicas (anaeróbias), antes de o esgoto ser conduzido gradativamente, através de sua tubulação de descarga, para o destino pretendido. O material filtrante, normalmente brita nº 04 ou nº 05 tem a função de promover as reações biológicas sobre a matéria orgânica contida no efluente, após essas o líquido estará dentro das condições mínimas exigidas pela legislação ambiental correlata, para ser descartado em valas de infiltração, sumidouros ou corpos hídricos ou reaproveitado a depender da utilização a que se pretenda.

Segundo a NBR 13969/1997 Filtro Anaeróbio “trata se de um reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submerso, onde atuam microrganismos

facultativos e anaeróbios, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

O filtro anaeróbio é um tanque contendo material de enchimento que forma um leito fixo. Na superfície do material de enchimento ocorre a fixação e o desenvolvimento de microrganismos na forma de biofilme ou flocos. Os compostos orgânicos solúveis contidos no esgoto afluente entram em contato com o leito do filtro, difundindo-se através das superfícies do biofilme ou do lodo granular, sofrendo a ação microbiana e sendo convertido em produtos intermediários e finais, especificamente metano e gás carbônico. Os filtros anaeróbios são utilizados para tratamento de esgotos pelo menos desde a década de 1950, mas constituem ainda uma tecnologia em franco desenvolvimento.

Trata-se de uma alternativa com uma tecnologia compacta e de baixo custo, apresenta elevada segurança operacional, além de operação e monitoramento mais simples. Geralmente são mais indicados para o tratamento de esgotos predominantemente solúveis, visto que os riscos de entupimento no material de enchimento aumentam proporcionalmente à concentração de sólidos em suspensão. Produz um efluente razoável, ou seja, não tem grande eficiência na remoção de patogênicos, mas permite um pré-tratamento (desbaste) com grande vantagem ao tratamento secundário.

A eficiência dos filtros na remoção da carga orgânica está associada à atividade biológica (fortemente influenciada pela temperatura) e, principalmente, a duas variáveis de projeto: o Tempo de Detenção Celular (TDC) ou tempo de retenção de sólidos biológicos no interior do filtro, e o Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) que é o tempo médio de permanência do líquido no interior do filtro, em contato com o meio suporte, Chernicharo, 2001 apud (ROSÁRIO, 2016).

Para que se obtenha os TDC e TDH desejados, os filtros anaeróbios precisam ser construídos em acordo com as orientações de dimensionamento em obediência a NBR 13969/1997, que determina que a altura máxima útil de um Filtro Anaeróbio (câmara inferior mais câmara superior) seja limitada a 1,20m e que a sua câmara inferior possua altura máxima limitada a 0,60m já considerando a espessura do fundo falso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

É recomendável a observância da norma e o fiel cumprimento das suas determinações, orientações e solicitações, para que se evite a construção ou aquisição de um dispositivo, que além de estar em desacordo com a previsão legal, possa ocasionar danos à saúde e ao meio ambiente, com graves consequências para esses, além de gastos extras de dinheiro e tempo com sua regularização.

Dentre os aspectos construtivos dos filtros Anaeróbios a busca de alternativas para o material de enchimento vem merecendo importante esforço de pesquisa. O material de enchimento além de ser responsável pela maior parcela dos custos, estabelece também a dimensão volumétrica do sistema. No Brasil tem-se utilizado como material suporte a pedra britada, geralmente N°4 (50mm-76mm) ou N°5 (76mm-100mm), mas também podem ser utilizados outros materiais, tais como: anéis de plásticos, elementos cerâmicos, módulos de plásticos, elementos de madeiras, cilindros de plásticos perfurados, esferas perfuradas ou gomos de bambu. Apesar da busca por melhorias tecnológicas dos materiais de enchimento nos processos de filtração anaeróbia, sua aplicação em escala real, com agregados de rocha, resulta em ótimos resultados.

O Filtro Anaeróbio muitas das vezes tem seu uso negligenciado, a despeito da sua importância, em alguns domicílios são instalados apenas o conjunto de Tanque Séptico como elemento principal (tratamento) e o sumidouro (descarte) com tratamento dos efluentes.

O Filtro Anaeróbio assim como o tanque séptico pode ser confeccionado in loco em blocos cerâmicos ou de concreto, também pode ser adquirido pré-fabricado em anéis de concreto e montado no local ou ainda em modelos de polipropileno ou fibra de vidro, prontos para a instalação no local.

2.6.2.3. Sumidouro

O destino final do efluente de um sistema de tanque séptico é etapa tão ou mais importante que todas as anteriores, pois trata-se do encaminhamento para o descarte do produto final (exceção do lodo) de todo o processo de redução de contaminantes presentes no esgoto a níveis aceitáveis, é pelo sumidouro que se dará o seu lançamento no solo (por infiltração) ou sua reutilização. Quando se

pretende descartar o efluente final do tratamento de esgoto e não há possibilidade de o fazer em um corpo hídrico, para que o descarte ocorra de forma controlada e segura, usualmente utiliza-se o Sumidouro ou a Vala de Infiltração. Devido ao fato da vala de infiltração demandar maior área útil e ser pouco usual no município de Maricá, o presente trabalho se deterá em analisar apenas o Sumidouro como componente do sistema de tanque séptico destinado ao descarte e ao lançamento do efluente final dos esgotos tratados no solo.

A NBR 13969/1997 define Sumidouro como sendo a unidade de depuração e de disposição final do efluente de tanque séptico e ainda como “poço escavado no solo, destinado à depuração e disposição final do esgoto no nível subsuperficial”. A mesma norma também se refere ao sumidouro como “poço absorvente”, as características básicas e necessárias do sumidouro é que este não possua laje de fundo, nem outro dispositivo que cause sua impermeabilização, pois sua função principal é permitir a penetração por infiltração (percolação) dos efluentes oriundos do tanque séptico no solo, além do fundo os sumidouros devem permitir a infiltração através de aberturas em suas paredes.

O sumidouro utiliza a capacidade de infiltração natural do terreno (taxa de percolação), conhecer a capacidade de infiltração ou taxa de percolação do solo é requisito necessário e imprescindível, para que se projete, dimensione, quantifique e instale adequadamente o sumidouro, pois é a taxa de percolação que informará em que velocidade o líquido lançado no sumidouro irá percolar (infiltrar) no solo onde se pretende instalar o sumidouro. A negligência dessa observância pode levar a adoção de um elemento filtrante que além de operar em desacordo com as normas e legislação afetas, ainda poderá acarretar problemas graves ao sistema de tratamento, como transbordamento e alagamento devido à pouca permeabilidade do solo, como em solos demasiadamente argilosos, ou ainda acarretar o atingimento do lençol freático com o efluente carregando ainda elevada carga de patógenos contaminantes ainda presentes nos efluentes, devido à grande permeabilidade do solo como ocorre em solos arenosos, ocasionando a contaminação desses lençóis.

A norma que regula o uso e dimensionamento dos sumidouros, NBR 13969/1997, também fornece as orientações sobre os procedimentos a serem executados para se determinar a capacidade de infiltração natural do solo, através da sua taxa de percolação.

É recomendável que o sumidouro seja no formato cilíndrico e deve possuir suas paredes formadas por blocos cerâmicos ou placas pré-moldadas, dispostos de tal forma a permitir a Infiltração dos efluentes líquidos no solo. Os mesmos podem ser confeccionados “in loco”, com blocos cerâmicos ou de concreto, também podem ser adquiridos prontos para instalação em materiais diversos, desde anéis de concreto, ou ainda em material como polietileno ou fibra de vidro, todos os modelos devem possuir furos em suas paredes, além de possuir resistência física e mecânica para combater os esforços aos quais serão submetidos o mesmo se dá para sua tampa, que também deve permitir acesso quando da ocasião da inspeção.

As dimensões do sumidouro são determinadas de acordo com a capacidade de infiltração do solo previamente identificada, devendo possuir diâmetro mínimo de 0,30m é recomendável ainda que sua altura seja estabelecida após se conhecer o nível do lençol freático. Por previsão de norma, para evitar que ocorra a contaminação das águas do lençol freático é necessário que o fundo do sumidouro esteja a uma distância de profundidade mínima de 1,50m do lençol freático.

O solo ao redor do sumidouro não deve sofrer nenhum tipo de compactação mecânica ou manual, durante e após sua escavação e reaterro, devendo a escavação ser feita preferencialmente com ferramentas manuais, também é recomendável que o fundo do sumidouro seja preenchido com cascalho, coque ou brita nº 3 ou nº 4, em altura mínima a 0,50 m, sua laje (tampa) deve ficar ao nível do terreno e ser construída de concreto armado, possuindo abertura para inspeção.

A NBR 13969/1997 determina que se faça previamente o ensaio de saturação no solo, onde será instalado o sumidouro, para se possa determinar a taxa de percolação e o coeficiente de infiltração do solo, é aconselhável que antes de se definir os detalhes de um sumidouro, que se conheça o nível do lençol freático, independentemente de haver abastecimento de água potável desse lençol ou de qualquer outra fonte no domicílio onde será instalado o sumidouro, pois esse nível também servirá de parâmetro para que se possa determinar o local ideal para se construir e até mesmo a quantidade necessária de sumidouros.

O ensaio de saturação do solo é de suma importância para todo o sistema de tanque séptico, pois a sua não observação pode acarretar na contaminação do lençol freático, ocasionando dentre outros a necessidade de se realocar o sumidouro

e em casos mais extremos a necessidade de se providenciar uma nova fonte de abastecimento de água potável.

Quando a taxa de percolação do solo for desfavorável a que se instale o fundo do sumidouro a determinada profundidade por ser o solo demasiadamente permeável e o nível do lençol freático não permitir a construção do sumidouro em com a altura necessária, é admitido que se construa mais sumidouros, em números tanto quanto sejam suficientes para receberem toda a demanda de efluente a ser infiltrada no solo, sem comprometer a velocidade da infiltração ou a integridade do lençol freático. No caso da instalação de mais de um sumidouro é necessário que se instale uma caixa de distribuição e inspeção para o recebimento prévio dos efluentes dos filtros anaeróbios e posterior distribuição, para cada um dos sumidouros, guardando sempre a distância mínima prevista entre estes.

O sumidouro, ainda que não exija limpeza periódica, precisa ter sua integridade e funcionalidade aferidas periodicamente, pois como os efluentes líquidos ainda possuem materiais orgânicos quando são lançados no sumidouro, sua presença tende a acarretar o fenômeno conhecido como colmatção, causando a impermeabilização das paredes e do fundo do sumidouro, ou do solo ao redor do mesmo, reduzindo assim a capacidade de infiltração (permeabilidade) do solo, independente de que se tenham sido observado outros requisitos de projeto, dimensionamento e instalação, pois diversos fatores podem acelerar e potencializar o processo de colmatção podendo assim, comprometer todo o sistema de tratamento do esgoto, podendo ocasionar dentre outros transtornos, a sua substituição.

2.6.2.4. Caixa de Gordura Como Retardante da Colmatção dos Sumidouros

A adoção de um dispositivo conhecido como caixa de gordura é a solução para retardar a colmatção do sumidouro, pois por ela se dará passagem prévia do esgoto gerado na cozinha antes de ser lançado no tanque séptico, ocasionado assim a retenção de parte da gordura contida nesse efluente, reduzindo se assim o volume a ser lançado no sumidouro. A caixa de gordura pode ser construída com blocos cerâmicos ou de concreto, ou ainda ser adquirida no comércio em modelos pré-fabricados em diversos materiais.

A NBR 8160/1999, define caixa de gordura como: “caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a mesma”. As caixas de gordura podem ser construídas no terreno ou adquiridas prontas, disponíveis em modelos e materiais diversos como concreto, PVC, fibra dentre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999).

2.6.3. Biodigestor Anaeróbio

A utilização de biodigestores anaeróbios no tratamento de esgoto doméstico remonta ao século XIX, onde Sganzerla 1983 apud (PERMINIO, 2013), relata que a Índia em 1857, construiu na cidade de Bombaim, sua primeira instalação operacional destinada a produção de gás combustível para abastecer um hospital de pacientes portadores de hanseníase, vários países como Alemanha e França, dentre outros, estabeleceram as bases teóricas e experimentais da biodigestão anaeróbia, nessa mesma época, a exemplo de Donald Cameron, que em 1890 projetou uma fossa séptica, onde o gás produzido foi utilizado na iluminação pública da cidade de Exeter, na Inglaterra.

A continuidade das pesquisas resultou na grande difusão do biodigestor como forma de geração de biogás, além do tratamento dos dejetos animais e ainda utilizar seu produto final como biofertilizante.

A china foi outro país que por questões econômicas e principalmente por estratégia militar, investiu maciçamente nessa tecnologia, a sua eficiência foi tanta que o país expandiu sua aplicação a todo o seu território, criando seu próprio modelo, atualmente, a questão militar deu lugar ao grande número de habitantes a serem alimentados, isso foi identificado como um perigo social e político, o que levou o país a optar por manter as atividades de cultivo e manejo dos solos pouco mecanizada, mantendo também a utilização dos biodigestores em vigor.

A Índia, segue utilizando os biodigestores até os dias atuais, não por questões militares, mas por também possuir muitas pessoas para alimentar, e principalmente suprir a falta de combustíveis fósseis.

Enquanto a Índia utiliza o biodigestor para compensar seu déficit energético pela falta de combustíveis alternativos, a China, sem o problema de crise energética, busca obter do biodigestor o máximo possível de biofertilizante para alimentar sua população. Essa diferença no interesse maior pela utilização de um ou de outro produto gerado pelo biodigestor fez com que cada país desenvolvesse o seu próprio modelo de biodigestor anaeróbio, (Figuras 04 e 05) e são esses os modelos mais utilizados no mundo, inclusive no Brasil.

A atividade ou a reação que ocorre no interior de um biodigestor anaeróbio é a biodigestão anaeróbia, um processo microbiológico, no qual uma série de micro-organismos, atuam transformando o material orgânico, compostos de moléculas mais complexas para aqueles com estruturas mais simples. Como resultados benéficos da biodigestão anaeróbia de excrementos, é a produção de biogás e também de efluente clarificado e mais estabilizado, química e biologicamente. O biodigestor anaeróbio tem garantido seus benefícios socioeconômicos em todo o mundo, países como Estados Unidos e Canadá têm aplicado parte de seus recursos, humanos, tecnológicos e financeiros em pesquisa e desenvolvimento de biodigestores anaeróbios (DA SILVA et al., 2012).

Atualmente o Brasil tem utilizado essa tecnologia no meio rural em larga escala com fins de saneamento rural, tendo como produtos o biogás e o biofertilizante, diminuindo os custos de produção e garantindo a proteção do solo e dos recursos hídricos, principalmente os lençóis freáticos MAGRINHO et al., 2006 apud (REIS, 2012). As pesquisas para a utilização do biodigestor anaeróbio foram mais intensas a partir dos anos de 1980, em especial na região sul do país, onde se concentravam e ainda concentram grandes criadores de bovinos, aves e suínos, cuja enorme geração de excrementos e dejetos se apresentavam como problemática e tinha-se nos biodigestores um forte aliado na solução do problema e ainda possibilitar utilizar os subprodutos dessa tecnologia. Na região nordeste o interesse dos pesquisadores devido ao clima quente da região (acima de 25°C), foi direcionado para o aproveitamento da biomassa gerada nas pequenas e médias propriedades rurais, (ALMEIDA, 2013).

No Brasil, vêm sendo desenvolvidos por alguns órgãos, universidades e associações uma série de estudos e trabalhos na utilização do biodigestor anaeróbio para o tratamento dos esgotos de comunidades em áreas urbanas, inclusive com

estudo de casos, com implantação e acompanhamento, desde a definição do tipo de biodigestor, o local para a instalação o material a ser utilizados no fabrico do biodigestor e a aplicação do material biofertilizante (TONETTI et al., 2018).

Os estudos envolvendo o uso de biodigestores, no Brasil, têm sido utilizados em duas principais linhas de pesquisas: tratamento descentralizado de efluentes, no meio urbano e rural e uso energético do biogás. Além uma terceira vertente importante relacionada ao uso do efluente para melhorar a fertilidade de solo e, com isso, aumentar a sustentabilidade do sistema produtivo (DA SILVA et al., 2012).

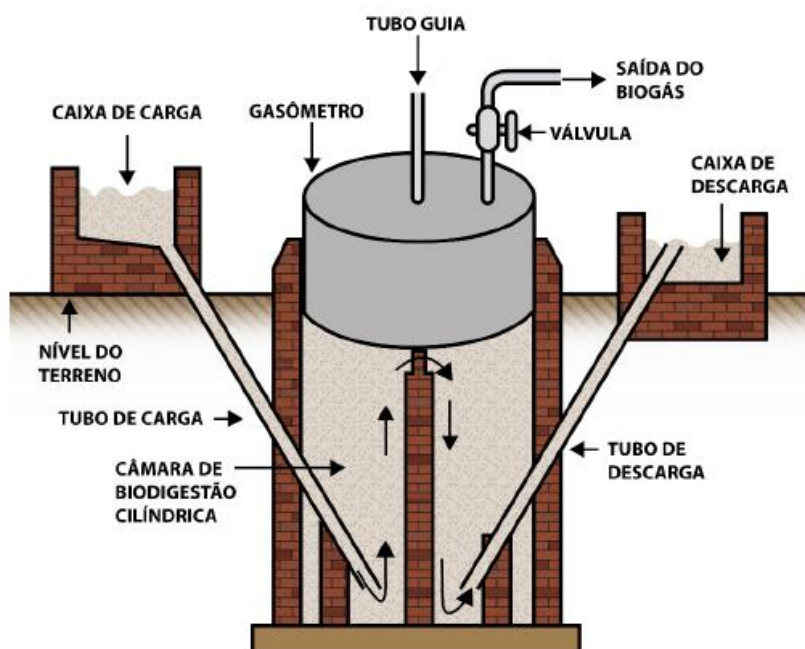


Figura 04: Modelo Representativo do Biodigestor Indiano, Fonte:(OLIVEIRA, 2018)

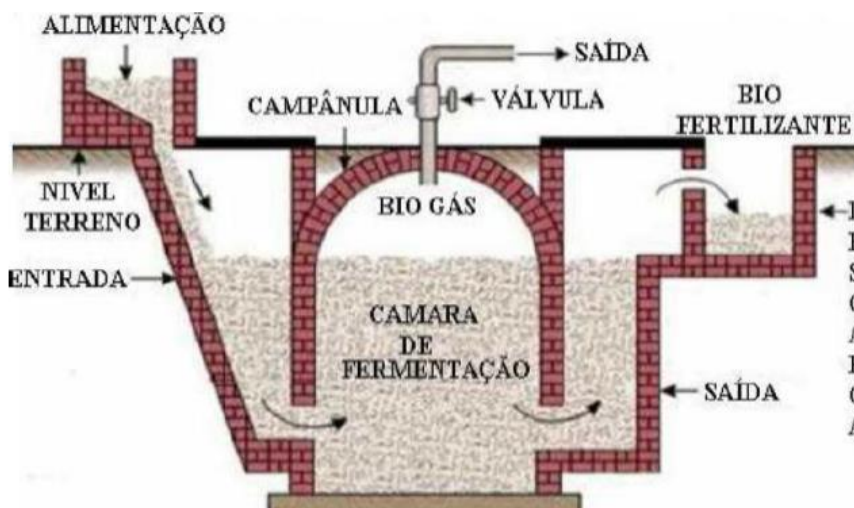


Figura 05: Modelo Representativo do Biodigestor Chinês, Fonte: (OLIVEIRA, 2018)

2.6.3.1. Biodigestor Anaeróbio Compacto

O Biodigestor Anaeróbio compacto (Figura 06), é um reator biológico anaeróbio, de concepção relativamente simples, baixo investimento e boa relação custo x benefício, utilizado enterrado diretamente no solo sem necessitar estrutura auxiliar, não requer grandes áreas para a sua instalação, de fácil operação e manutenção.

Por se tratar de um reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA) ou UASB, sigla em Inglês, seu funcionamento se resume em: o esgoto sanitário após sair, preferencialmente, de uma caixa de inspeção existente no domicílio, passa pela tubulação de entrada do biodigestor e escoar de forma ascendente para seu interior; a parte sólida sedimenta no fundo; a parte líquida passa por um filtro anaeróbio interno, onde após ser depurada e filtrada, resulta em um efluente mais limpo. O gás produzido pela digestão anaeróbia no interior do biodigestor é dissipado através da tubulação de ventilação do próprio sistema de esgoto do domicílio.

Segundo (WILKIE, 2004), por operar na ausência de oxigênio, seu uso traz uma série de outras vantagens. Dentre as vantagens citadas pelo autor temos que a utilização do Biodigestor Anaeróbio segundo WILKIE:

- a). Não implicar em altos custos com aeração;
- b). Não demandar consumo de energia elétrica, uma vez que dispensa o uso de bombas, motores, aeradores, painéis elétricos etc.
- c). Contribuir com o gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes, já que além de dejetos animais, outras fontes de origem orgânica como efluentes domésticos, lodo sanitário, resíduos sólidos urbanos e agrícolas, podem ser utilizados para abastecer o biodigestor;
- d). Minimizar gastos com a destinação de resíduos e contribuir com o aumento da vida útil de aterros sanitários;
- e). Estabilizar os sólidos do esterco e produzir baixo volume de lodo (cerca de 5 a 10 vezes inferior em relação aos processos aeróbios);
- f). Reduzir a quantidade de microrganismos patogênicos e a carga orgânica contaminante de solos e mananciais;

- g). Impedir que gases de efeito estufa, em especial o metano, 21 vezes mais poluente que o gás carbono, seja liberado na atmosfera, gerando créditos de carbono;
- h). Prevenir a liberação de odores e a proliferação de insetos;
- i). Ter como um dos produtos finais do processo um biofertilizante, efluente que pode ser comercializado e/ou utilizado como fertilizante orgânico e na produção de ração animal.

Os biodigestores anaeróbios compactos, constituem-se de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente e um tanque séptico de fundo reto ou fundo cônico em um único produto, a vantagem do formato cônico do fundo do tanque está em permitir uma melhor concentração da matéria sólida neste estágio, o que possibilita um processo de digestão mais eficiente desse material, resultando na liberação da fase líquida para o estágio seguinte do filtro, onde será depurada por microrganismos presentes no material filtrante.

Outra vantagem é o fato dos biodigestores anaeróbios compactos serem confeccionados em material totalmente impermeável, como o polietileno ou fibra, nos modelos mais comercializados, evitando possíveis infiltrações que podem alterar as reações anaeróbias e o seu funcionamento outra vantagem é a de impedir possíveis vazamentos que poderiam ocasionar a contaminação do solo e do lençol freático.

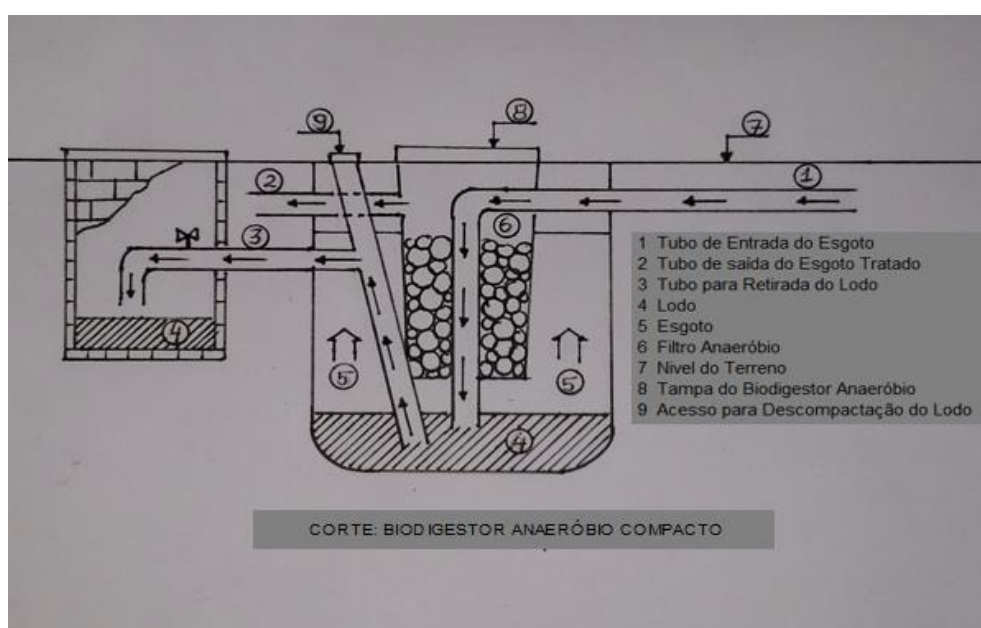


Figura 06: Biodigestor Anaeróbio Compacto (corte), Fonte: o autor

Por ter sua utilização voltada, também para o atendimento de domicílios em áreas urbanas e por se tratar de um produto recentemente idealizado e posto em uso, em modelo compacto e apesar de existirem vários fabricantes e modelos, poucas são as produções científicas encontradas que possam trazer um conceito de eficiência e de eficácia, de forma a permitir sua indicação como inconteste. A maioria de material publicado em relação a esse tipo de tecnologia está voltado para a produção e utilização principalmente voltadas ao meio rural, quando do aproveitamento do material descartados na criação de animais, como fezes de cabras e porcos, ou rejeitos do cultivo de vegetais como a vinhaça cana de açúcar.

Foi realizada por esse trabalho pesquisa, via correio eletrônico, junto aos setores técnicos de quatro fabricantes de biodigestores anaeróbios compactos e destinados também ao uso no tratamento de esgoto sanitário no meio urbano, onde foi apresentada a indagação sobre a existência de material acadêmico ou científico, que lhes servissem de aval para a indicação do seu produto. O seguinte resultado foi obtido: Dois fabricantes apresentaram, através de anexos, os resultados de “Relatório de Ensaio” e “Laudo de Eficiência”, de laboratórios credenciados, através de análises realizadas nos efluente e nos lodos gerados pelos seus respectivos biodigestores e Dois fabricantes limitaram se a informar que seguem às orientações da ABNT NBR 7229 e do CONAMA.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. O Município de Maricá

Maricá (Figura 07) é um município do Estado do Rio de Janeiro e faz parte da Região Metropolitana do Estado. Possui extensão territorial de 361,572 Km². O município é banhado pelo Oceano Atlântico e faz fronteira com os municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá e Saquarema. Possui uma população de 127.461 habitantes, segundo o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020a).

3.2. Caracterização Ambiental

3.2.1. Geomorfologia

O município é rodeado por maciços costeiros (composição pré-cambriana e cristalina) e serras que chegam diretamente ao mar, basicamente, são encontradas as seguintes formações no município: planícies costeiras; planícies colúvio-alúvio-marinha; planícies flúviolagunares; colinas isoladas; e maciços costeiros e interiores (SILVA JR; CRISTO, 2014 apud (FERREIRA, 2017)).

Quanto á litologia as formações presentes, são constituídas de gnaisses e granitos pré-cambrianos, que formam serras alongadas na direção NE-SW, e de sedimentos do pleistoceno superior nas baixadas. As associações de solos podzólico-cambissolo ocupam as maiores altitudes e as encostas, onde também aparecem afloramentos rochosos (JACQUES, 1997) .

Entre as serras localizam-se vales amplos, que se encontram sobre falhas, refletindo a morfologia da bacia, que é caracterizada por aluviões arenosos na região de confluência do rio Ubatiba com o rio Itapeteiú, e argilosos na região entre o rio Ubatiba e Ludgero (PERRIN, P. 1977 apud (JACQUES, 1997)).

Suas principais serras são Calaboca, Mato Grosso, Lagarto, Silvado, Espreado e Tiririca (entre Maricá e Niterói, formando um Parque Estadual). A bacia do rio Ubatiba faz parte do Complexo Lagunar Fluminense, que se estende de Piratininga (Niterói) até Cabo Frio, e apresenta gradientes topográficos que variam do nível do mar a 670 metros(JACQUES, 1997).

3.2.2. Pedologia

O solo do município se apresenta montanhoso ao norte e a oeste, com grande incidência de serras, com predominância de Argissolos, como Podzólico Vermelho-Amarelo álico e com menor incidência, o Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico. À medida que se aproxima do sul e sudeste, com o relevo tornando-se plano e baixo tem se a presença de solos Podzólico Amarelo álico e Aluviais eutróficos. No sentido oeste e sudoeste os solos predominantes são Glei Pouco

Húmico distrófico e Glei Pouco Húmico salino solódico (próximo da orla). Nos distritos de Inoã e Itaipuaçu, destacam-se a presença de Afloramentos de rocha, porém distantes um do outro. No litoral, onde predomina o solo Podzol Hidromórfico distrófico, o uso agrícola só se torna possível mediante obras de rebaixamento de lençol freático, servindo para pastagens e olericultura. Em outros locais o solo podzólico é álico (saturação com alumínio superior a 50%), sendo favorável somente ao uso agrícola mecanizado, devido à baixa fertilidade (RAMADON, 1996) e (CPRM-EMBRAPA SOLOS, 2000).

3.2.3. Clima

O clima do município de Maricá é classificado como tropical e Aw (clima quente com chuva de verão), segundo a classificação climática de Köppen. Este tipo de clima é caracterizado por uma estação chuvosa no verão (outubro a março) e nítida estação seca no inverno (entre abril a setembro, sendo julho o mês mais seco) (ALVARES et al., 2013). A precipitação no município é de 1300 mm de acumulados médios anuais, variando entre 150 mm (inverno) até 450 mm (verão). As temperaturas mínimas ficam entre 16°C no inverno e 22°C no verão e as temperaturas máximas entre 24,5°C no inverno e 32°C no verão (SILVA; DEREZYNSKI, 2014).

3.2.4. Hidrografia

O sistema lagunar do município de Maricá (Maricá-Guarapina), está inserido na Região Hidrográfica V, pertencente à Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, esses sistemas lagunares têm grande importância no esculpimento das feições morfológicas locais e consequentemente influenciam seus aquíferos freáticos. O mesmo se dá para o grande complexo lagunar Maricá-Guarapina, com seus rios, lagoas, riachos e brejos. Em contribuição com as lagoas de Maricá, Barra de Maricá, do Padre, Guarapina, Brava e Jaconé, sendo que esta última está situada na divisa com o município vizinho de Saquarema (região dos Lagos), que está inserida na Região Hidrográfica -VI Lagos São João (INEA, 2021).

A rede hidrográfica do município é bastante peculiar: praticamente todos os seus cursos d'água nascem e deságuam no complexo lagunar do município. Maricá é drenado, basicamente, por três bacias hidrográficas - Vigário, Ubatiba e Caranguejo, além de quatro outras bacias de menor expressão: Cambori, Lagoa do Jacaroá, Lagoa do Padre e Grande Jaconé e outras microbacias. (IBAM, 2020).

O rio Ubatiba, com cerca de dezoito quilômetros de extensão com largura variável, (sem ultrapassar os 20 metros), é o principal rio do município, nasce na Serra do Espraiado, onde recebe o nome de "Silvado" e, juntamente com um de seus afluentes, o rio "Caboclo", é responsável pelo abastecimento de água potável do 1º Distrito Sede Maricá e alguns bairros próximos. Após a confluência com o rio Itapeteiú, passa a se chamar rio Mombuca. Posteriormente, percorre mais cerca de três quilômetros, passando pelo Centro do município, até desaguar na Lagoa de Maricá, no distrito sede, antes do exutório (ponto de saída), porém, recebe a contribuição de outro importante tributário, o rio Ludgero (CONEN, 2015).

3.2.5. Vegetação

A cobertura vegetal do município atualmente conta com parte das formações florestais originais remanescente, como a floresta ombrófila densa, característica do Bioma da mata atlântica, presente nos relevos montanhosos, solo rochoso e raso, que foram quase que inteiramente despidos de sua vegetação para substituição por cultivo e formações de grama nas áreas mais planas e também para o uso de área de pastagem. Essa vegetação é possível de ser observada nas Serras da Tiririca, do Macaco, do Caju, do Silvado, do Espraiado, do Mato Grosso e de Jaconé, também na Ponta do Fundão, Ilha Cardoso e Morro do Mololôque (BAHIENSE, 2003).

Alguns decretos governamentais garantiram através da criação de Unidades de Conservação (UCs), Parques e Áreas de Proteção Ambiental, a conservação e a proteção da vegetação originária do município e em boa parte o Bioma da Mata Atlântica. a exemplo tem se a Área de Proteção Ambiental Estadual de maricá (APA de Maricá), que abrange um complexo ecossistema de restinga, na costa do município e o Parque Estadual da Serra da Tiririca (PESET), que abrange toda a

serra da tiririca e encontra-se entre os municípios de Niterói e Maricá (ALIPRANDI, 2013).

3.3. Caracterização Socioeconômica

3.3.1. Demografia

A densidade demográfica para o município de Maricá, segundo o IBGE em 2010 é de 351,55 hab./km² (IBGE, 2020a).

3.3.2. IDH

O IDH refere-se a um índice síntese do progresso em longo prazo de três dimensões básicas sobre aquilo que se entende por desenvolvimento humano, ou seja, é uma síntese da avaliação das variáveis de renda, educação e saúde (longevidade) associadas a determinado recorte.

O conceito de desenvolvimento humano parte do pressuposto de que para aferir o avanço da qualidade de vida de uma população não se deve considerar apenas sua dimensão econômica, mas também outras características sociais, culturais e políticas que nela têm influência. Nesse sentido, o IDH utiliza três critérios em sua avaliação:

- Educação – medida por meio da alfabetização das pessoas acima de 15 anos e da taxa de matrícula bruta (o somatório de pessoas, independentemente da idade, que frequentam os cursos fundamental, secundário e superior é dividido pela população local na faixa etária de 7 a 22 anos).
- Longevidade – medida pela esperança de vida ao nascer, sendo relevante porque sintetiza as condições de saúde e salubridade do local, pois quanto mais mortes houver nas faixas etárias mais precoces, menor será a expectativa de vida.

- Renda – medida por meio da soma dos rendimentos de todos os residentes da localidade em estudo, dividida pelo total de residentes.

O IDH, ajustado para a realidade específica dos municípios brasileiros, utiliza uma gama de 180 indicadores, que ajustados aos critérios de Educação, Longevidade e Renda dá origem ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M). O IDH-M varia de 0 a 1, conforme metodologia do IDH. E quanto mais próximo o indicador estiver de 1, maior o desenvolvimento da localidade (MOTA, 2019).

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD o IDHM, de maricá em 2010 estava em 0,765 (PNUD BRASIL, 2013).

Tabela 01: IDH-M do Município de Maricá (RJ) entre 1991 e 2010

Ano	Ranking	Município	IDHM	IDHM Renda	IDHM Longevidade	IDHM Educação
1991	507°	Maricá - RJ	0,52	0,629	0,714	0,313
2000	849°	Maricá - RJ	0,637	0,705	0,742	0,494
2010	289°	Maricá - RJ	0,765	0,761	0,85	0,692

Fonte: Autor adaptado de: PNUD (2013)

3.3.3. Economia

3.3.3.1 PIB

O produto interno bruto (PIB) do município de Maricá, segundo dados estatísticos do IBGE está dividido da seguinte forma: Serviços; Indústria; Administração, Saúde e Educação e Seguridade Social; Impostos Sobre Produtos Líquidos de Subsídios e Agropecuária. Após consulta à página do IBGE, no seu endereço eletrônico, foi possível obter os valores de PIB para cada uma das categorias e elenca-los na Tabela 02 para os anos de 2000 e 2010 e o ano 2017 (por ser esse o último ano com dados disponíveis na página consultada). Vale

destacar que em 2000, a fonte: “Administração, Saúde e Educação Públicas, e Seguridade Social” não foi contabilizada (IBGE, 2020a).

Tabela 02: Distribuição do PIB, da cidade de Maricá-RJ, nos anos 2000, 2010 e 2017

CATEGORIA	ANO		
	2000	2010	2017
SERVIÇOS	309.176	637.189	3.876.521.04
INDÚSTRIA	46.049	617.647	6.081.219,78
ADMINISTRAÇÃO, SAÚDE E EDUCAÇÃO PÚBLICAS E SEGURIDADE SOCIAL	-	544.443	1.233.230.34
IMPOSTOS SOBRE PRODUTOS LÍQUIDOS DE SUBSÍDIOS	15.319	69.742	236.176.54
AGROPECUÁRIA	4.999	4.253	11.732.71
TOTAL (Valores em Reais)	375.543	1.873.273	11.438.880.41

Fonte: Autor, adaptado de: IBGE, 2020

Em consulta à página do IBGE, em seu endereço eletrônico, foi constatado que o PIB Per Capita do Município de Maricá no ano de 2010 foi de R\$ 14.690,15 e no ano de 2017 foi de R\$ 74.873,54. A Renda Per Capta do Município em 2010 era de R\$ 910,41, onde o Salário Mínimo Nacional em vigor era da R\$ 510,00 (IBGE, 2020b).

Mesmo após a crise mundial do petróleo que provocou quedas abruptas no preço do barril e independente das frustrações com as expectativas de novos postos de trabalho e renda advindos dos grandes empreendimentos como COMPERJ, (redução e mudança no projeto original), além do Terminal de Ponta Negra e o Resort, (ainda sob embargo judicial).

O município continua sendo um grande beneficiados pelo recebimento de royalties do petróleo e participações especiais (PE), devido a exploração do petróleo oriundo dos poços do Pré Sal, devido à sua localização, fazendo com que maricá seja uma das cidades brasileiras mais beneficiadas pela entrada de receitas oriunda dos royalties, como pode ser visto na tabela 03 disponibilizada na página da internet “Comunica Bacia de Santos” da PETROBRAS (COMUNICA BACIA DE SANTOS, 2021).

Tabela 03 valores de Royalties e PE recebidos pelo município do estado do Rio de Janeiro

Município	Royalties	Participação Especial	Total Recebido (R\$)
ANGRA DOS REIS-RJ	R\$ 77.535.079,04		R\$ 77.535.079,04
ARARUAMA-RJ	R\$ 46.395.767,84	R\$ 151.575,06	R\$ 46.547.342,90
BERTIOGA-SP	R\$ 29.749.184,25		R\$ 29.749.184,25
CABO FRIO-RJ	R\$ 124.257.453,19	R\$ 11.075.021,54	R\$ 135.332.474,73
CANANÉIA-SP	R\$ 8.340.590,77		R\$ 8.340.590,77
CARAGUATATUBA-SP	R\$ 44.078.913,16	R\$ 145.660,79	R\$ 44.224.573,95
CUBATÃO-SP	R\$ 47.196.688,57		R\$ 47.196.688,57
DUQUE DE CAXIAS-RJ	R\$ 50.726.890,65		R\$ 50.726.890,65
GUAPIMIRIM-RJ	R\$ 26.463.967,57		R\$ 26.463.967,57
GUARUJÁ-SP	R\$ 993.038,00		R\$ 993.038,00
IGUAPE-SP	R\$ 13.727.651,10	R\$ 192.222,94	R\$ 13.919.874,04
ILHA COMPRIDA-SP	R\$ 15.227.952,04	R\$ 2.784,65	R\$ 15.230.736,69
ILHABELA-SP	R\$ 137.807.556,86	R\$ 101.170.285,11	R\$ 238.977.841,97
ITABORAI-RJ	R\$ 12.842.670,70		R\$ 12.842.670,70
ITAGUAÍ-RJ	R\$ 44.457.119,20		R\$ 44.457.119,20
ITANHAÉM-SP	R\$ 893.734,22		R\$ 893.734,22
MACAÉ-RJ	R\$ 392.783.711,90	R\$ 147.290,61	R\$ 392.931.002,51
MAGÉ-RJ	R\$ 29.414.826,09		R\$ 29.414.826,09
MARICÁ-RJ	R\$ 547.382.116,51	R\$ 536.196.333,83	R\$ 1.083.578.450,34
MANGARATIBA-RJ	R\$ 29.609.170,80		R\$ 29.609.170,80
MONGAGUÁ-SP	R\$ 769.604,42		R\$ 769.604,42
NITERÓI-RJ	R\$ 321.781.721,31	R\$ 471.313.620,96	R\$ 793.095.342,27
PARATY-RJ	R\$ 61.054.401,04		R\$ 61.054.401,04
PERUÍBE-SP	R\$ 1.945.586,34	R\$ 85.398,92	R\$ 2.030.985,26
PRAIA GRANDE-SP	R\$ 11.415.800,44		R\$ 11.415.800,44
RIO DE JANEIRO-RJ	R\$ 111.939.930,36	R\$ 89.587.350,77	R\$ 201.527.281,13
SANTOS-SP	R\$ 949.892,99		R\$ 949.892,99
SÃO GONÇALO-RJ	R\$ 12.842.670,70		R\$ 12.842.670,70
SÃO SEBASTIÃO-SP	R\$ 62.746.105,37		R\$ 62.746.105,37
SÃO VICENTE-SP	R\$ 11.415.800,44		R\$ 11.415.800,44
SAQUAREMA-RJ	R\$ 357.602.826,33	R\$ 63.156,72	R\$ 357.665.983,05
UBATUBA-SP	R\$ 121.703.850,46	R\$ 46.831,95	R\$ 121.750.682,41
Estado	Royalties	Participação Especial	Total Recebido (R\$)
SÃO PAULO	R\$ 390.187.476,99	R\$ 613.308.714,74	R\$ 1.003.496.191,73
RIO DE JANEIRO	R\$ 3.175.004.254,51	R\$ 4.615.534.162,59	R\$ 7.790.538.417,10
UNIÃO	R\$ 5.101.865.503,61	R\$ 7.299.522.322,00	R\$ 12.401.387.825,61

Fonte: site “ comunica bacia de campos” acessado em 02 de agosto de 2021

Embora toda essa entrada de capital no município, aumentando e em muito a sua receita, o mesmo continua sem um potencial econômico definido que seja capaz de oferecer postos de trabalho e renda, suficiente para gerar não só o aumento populacional, mas também ser atrativo para empreendimentos de setores potenciais que possam tornar Maricá uma cidade de população majoritariamente fixa, pois mesmo sendo um município rico, Maricá ainda é conhecida como “cidade dormitório”, onde a maioria da força de trabalho se desloca para os municípios vizinhos de Niterói e Rio de Janeiro.

Atualmente o município possui uma taxa de ocupação de entrada (imigração) maior que a de saída (emigração), Isso se deve provavelmente pela sua proximidade com grandes centros urbanos como Niterói e o Rio de Janeiro e pelas facilidades de locomoção e deslocamento oferecidas principalmente pelo prefeitura de maricá, pois além do uso do Bilhete único ofertado pelo Estado do Rio de Janeiro e as prefeituras das cidades de Niterói e do Rio de Janeiro, Maricá oferece ônibus e até bicicletas (por período de tempo) ambos com tarifa zero dentro do município para toda a população, além de patrocinar o custeio da passagem para os estudantes do ensino superior, através de cartão de vale transporte, podendo ser transformado para a modalidade Bilhete Único estadual, a ser usado em ônibus e vans intermunicipais. A prefeitura patrocina ainda o ensino superior em faculdades particulares através de seu programa “Passaporte Universitário” além de outras ações sociais e estruturais como aumento do número de escolas e postos de saúde e obras de melhorias, que garantem a fixação de residência da população ativa no município.

3.3.4. Educação

De acordo com o censo escolar do INEP para 2020, Maricá contava com 107 estabelecimentos de ensino, dos quais 65 unidades municipais (sendo 2 escolas indígenas), 10 estabelecimentos públicos de ensino da esfera estadual e de 01 estabelecimento federal de ensino superior IFF (Instituto Federal Fluminense), esse atualmente ofertando o ensino médio de Técnico em Edificações e Técnico em Meio

Ambiente e ainda Pós-Graduação Lato Sensu em Literatura, Memória Cultural e Sociedade, além de 31 estabelecimentos pertencentes à rede privada. A partir do ano de 2020 o município passou a ofertar também e de forma gratuita o ensino superior e de pós-graduação a nível de especialização, mestrado e doutorado através de seu programa conhecido como “Passaporte Universitário”, onde através de edital de Chamamento Público, estabelecimentos educacionais de ensino superior privados, concorrem a serem habilitados para firmar convênios ou contratos com o município para concessão de bolsas de estudos financiadas pelo município. O município oferece ainda cursos profissionalizantes gratuitos através de parceria com o sistema “S” (INEP, 2021).

3.3.5. Saúde

De acordo com o Cadastro Nacional de Saúde (CNS), do governo federal, Maricá possui 54 estabelecimentos de saúde administrados pelo município, dentre os quais, 32 unidades de Posto de Saúde da família (PSF), 03, Centro de Atenção Psicossocial (CAPS), 02 Hospitais Municipais com infraestrutura para atendimento de baixa, média e alta complexidade, 01 Unidade de Pronto Atendimento (UPA) 24 Horas, 01 Clínica Odontológica, 01 Central de Regulação Municipal, 01 Centro de Atenção à Saúde do Trabalhador, 01 Laboratório Central, 01 Laboratório de Imunobiológicos. O município conta ainda com oferta de 66 estabelecimentos privados entre Clínicas, ambulatórios, e Laboratórios de Exames, além de vários profissionais liberais de saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

3.3.6. Saneamento Básico

Saneamento Básico é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal e definido pela Lei nº.

11.445/2007, como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais (TRATA BRASIL, 2020).

3.3.6.1. Abastecimento de Água

Os serviços de captação, tratamento, distribuição e cobrança de água no município de Maricá estão a cargo da concessionária Águas do Rio, que após leilão de privatização, assumiu a partir de 1º de novembro de 2021, os serviços até então realizados pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro, (CEDAE). O município possui duas estações de tratamento de água, a (ETA-Maricá) no distrito Sede e a (ETA- Ponta Negra) no distrito de Ponta Negra, a concessionária abastece o município também através de uma “extensão de rede” vinda da estação de tratamento (ETA- Laranjal) do município vizinho de São Gonçalo. A concessionária Águas do Rio mantém ainda sob sua administração alguns poços artesianos como o Poço do Marquês, Poço do Caju e Poço de Manoel Ribeiro.

3.3.6.2. Esgotamento Sanitário

A cidade conta com cinco Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) públicas duas dessas estão localizadas no distrito Sede (centro) que são a ETE-Pedreiras e a ETE-Araçatiba) ambas destinadas a atender parte do distrito sede, a ETE-Carlos Alberto (Inoã) e a ETE-Carlos Mariguella (Itaipuaçu), são destinadas ao tratamento dos esgotos gerados pelos moradores dos dois conjuntos habitacionais para moradores de baixa renda conhecidos como Minha Casa Minha Vida (MCMV), nos distritos de Inoã e de Itaipuaçu a quinta estação de tratamento destina se exclusivamente ao tratamento do esgotos do Hospital Municipal Dr Ernesto Che Guevara, situado no bairro de são José do Imbassaí. A cidade possui ainda outras estações de tratamento privadas atendendo apenas aos condomínios particulares, o

restante da população desassistida de tratamento de esgoto sanitário, utilizam-se de várias outras formas de tratamento e descarte como fossas, sumidouros e até mesmo em valas a céu aberto.

3.3.6.3. Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

O Município possui coleta regular de resíduos sólidos através de contrato com empresa privada, também conta com varredores de vias e caminhões para coletas de inservíveis e materiais diversos, contudo o município não conta com aterro sanitário próprio, nem possui nenhuma central pública de reciclagem de resíduos sólidos. O descarte da maior parte do material coletado é destinado ao aterro sanitário do município vizinho São Gonçalo.

3.3.6.4. Drenagem pluvial

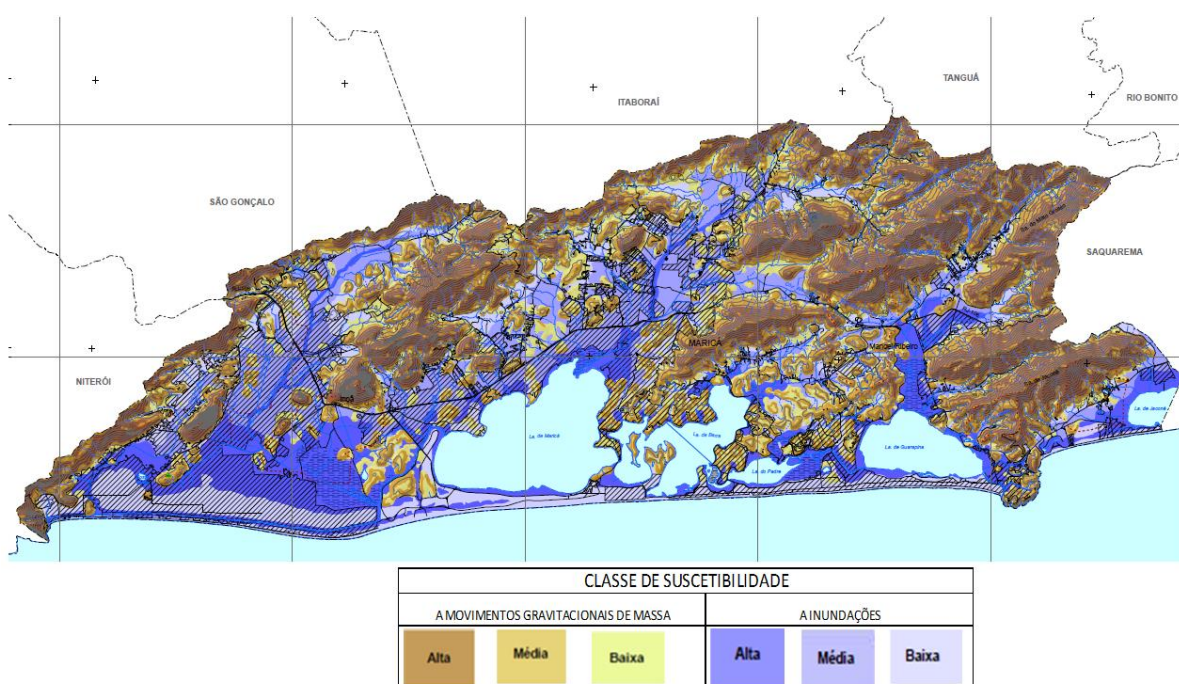
A micro e macrodrenagens das águas pluviais está a cargo do próprio município, através da sua Secretaria de Obras do município, o município ainda possui diversos bairros com logradouros sem drenagem ou com drenagem insuficiente, porém a prefeitura não tem poupado esforços nem capital para que se possa ofertar esse serviço a um maior número de bairros e suas ruas.

Um dos grandes problemas de drenagem do município está na destinação final dessas águas, que após serem captadas pelas redes de drenagem existentes são lançadas diretamente nos rios, utilizando-os como meio de transporte, para em sequência serem lançadas nas lagoas da cidade, que a depender do volume pluviométrico e outras combinações, como a elevação da maré podem apresentar o seu nível alterado o suficiente para impedir o recebimento rápido de todo o volume dos efluentes dos rios em seus leitos, ocasionando muitas das vezes o transbordo desses rios e o alagamento das ruas e de casas, podendo essas águas ocasionarem também a propagação de doenças como leptospirose, e outras provenientes de agentes patógenos de origem fecal devido ao lançamento indevido de esgoto sanitário na rede de drenagem.

4. Risco de Desastres Naturais no Município

4.1. A Exposição ao Risco de Desastres Naturais no município de Maricá.

O município de Maricá está sujeito aos riscos de desastres naturais por: Inundações, Alagamentos, Enxurradas, Deslizamentos (de solos e ou rochas) e Quedas, Tombamento e Rolamento (de Blocos e ou Matacões). Através Sistema de Mapeamento de suscetibilidade do Serviço Geológico do Brasil, conhecido como Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), é possível acompanhar através da sua “Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações”, relativo ao município de Maricá - Rio de Janeiro, (mapa 01), os níveis de suscetibilidade classificados com: Alto ,Médio e baixo e ainda colorizados do escuro para o mais claro, com o propósito de facilitar a leitura e interpretação para cada área, distrito ou bairro do município, valendo também para identificar quais dessas estão a maior suscetibilidade para os desastres de movimentos gravitacionais de massa e inundações (CPRM, 2017).



Mapa 01: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações Fonte: CPRM adaptado

Para os riscos aos quais o município está sujeito, de acordo com a classificação adotada pela COBRADE, sua categorização, distribuição por grupo e subgrupo, por tipo e subtipo e definições pormenorizadas, podem ser observadas na (Figura 08), adaptada da tabela ilustrada da COBRADE.

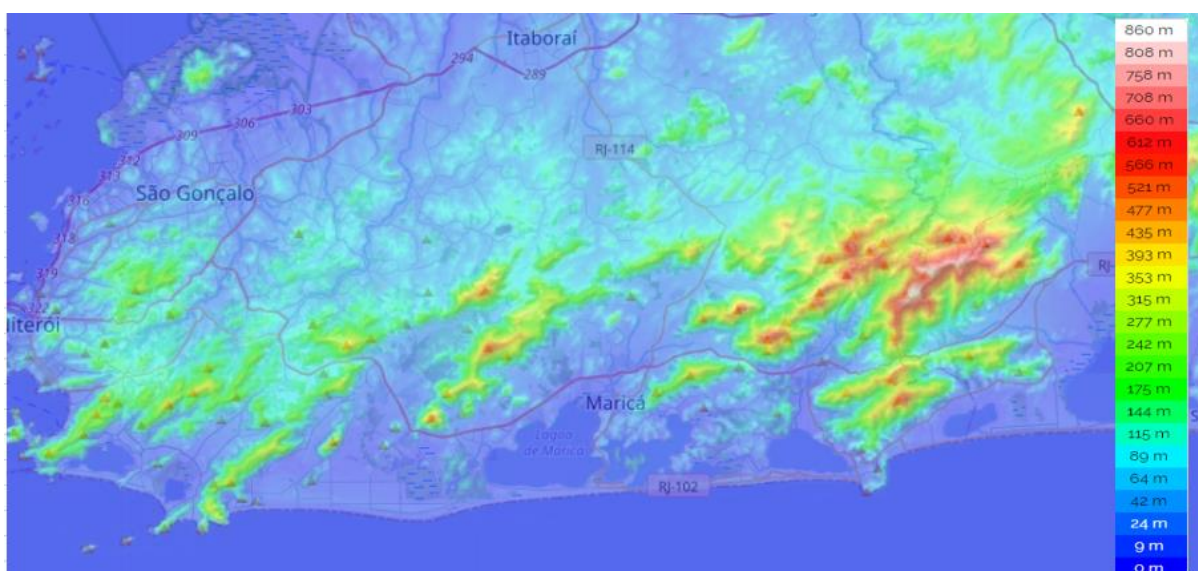
CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DE DESASTRES PARA O MUNICÍPIO DE MARICÁ - RJ					
CATEGORIA	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO
NATURAL	1. GEOLÓGICO	2. MOVIMENTO DE MASSA	1. Quedas, Tombamentos e Rolamentos 	Blocos.	Quedas de blocos são movimentos rápidos e acontecem quando materiais rochosos diversos e de volumes variáveis se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre. Tombamentos de blocos são movimentos de massa em que ocorre rotação de um bloco de solo ou rocha em torno de um ponto ou abaixo do centro de gravidade da massa desprendida. Rolamentos são movimentos de blocos rochosos a longo de encostas, que ocorrem geralmente pela perda de apoio.
				Lascas	As quedas de lascas são movimentos rápidos e acontecem quando fatias delgadas formadas pelos fragmentos de rochas se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre.
				Matacões	Os rolamentos de matacões são caracterizados por movimentos rápidos e acontecem quando materiais rochosos diversos e de volumes variáveis se destacam de encostas e movimentam-se num plano inclinado.
				Lajes	As quedas de lajes são movimentos rápidos e acontecem quando fragmentos de rochas extensas de superfície mais ou menos plana e de pouca espessura se destacam de encostas muito íngremes, num movimento tipo queda livre.
			2. Deslizamentos. 	1. solo e ou rocha	São movimentos rápidos de solo ou rocha, apresentando superfície de ruptura bem definida, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. Frequentemente, os primeiros sinais desses movimentos são a presença de fissuras.
	2. HIDROLÓGICO	1. INUNDAÇÕES. 	0	0	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.
		2. ENXURRADAS. 	0	0	Esgotamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracteriza-se pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.
		3. ALAGAMENTOS 	0	0	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

Figura 08: Desastres Geológicos e Hidrológicos, Fonte: autor, adaptada da tabela da COBRADE

4.2. O Comportamento do Município Frente aos Riscos de Desastres Naturais aos Quais Está Exposto

Por se tratar de um município relativamente plano, tendo com altitude mínima o nível do mar, altitude máxima de 918 metros e altitude média de 41 metros, é pequena a parcela da população de maricá exposta aos riscos de desastres naturais

geológicos como escorregamento e deslizamento de massa, poucos foram os incidentes em áreas cuja população esteve significativamente exposta. Quanto às medidas de prevenção e mitigação a esses riscos, o município tem realizado constantemente, através de sua Secretaria de Proteção e Defesa Civil, e de outros órgãos, ações de levantamento e de monitoramento de encostas e de outras áreas com risco de ocorrência de desastres, ações que vão desde a identificação de habitações nessas áreas, o monitoramento, e quando necessário o cadastramento e retirada, com posterior assentamento de famílias através de programas sociais. O (Mapa 02), apresenta a topografia do município, (TOPOGRAPHIC-MAP, 2021).



Mapa 02, mapa topográfico de Maricá, fonte: topographic-map.com

Historicamente em Maricá a incidência de desastres naturais com resultado de grandes e significativas perdas, como mortes, feridos, desaparecidos, desalojados ou desabrigados, é pouco frequente, historicamente ocorrem poucas perdas significativas, os desastres naturais em maricá, geralmente ocasionam infortúnios como: dificuldade de locomoção devido às obstruções temporárias de vias, invasão de águas nos domicílios, necessidade de saída temporária de domicílios, perda de parte do mobiliário e eletrodomésticos dentre outros. Os desastres naturais que ocorrem com mais incidência e causando maiores danos e transtornos ao município, são os desastres naturais do grupo hidrológicos, dos Subgrupos Inundações, enxurradas e Alagamentos, como os ocorridos em 2010 e

em 2016 (Figuras 09 e 10). Esses desastres naturais do grupo hidrológico, assim como os desastres naturais do grupo geológico, geralmente são ocasionados devido aos acentuados acumulados pluviométricos ocorridos em curtos períodos no município.

Observa-se que nos últimos anos tem sido realizadas, por parte do município, importantes e significativas ações de prevenção, mitigação alerta e resposta e recuperação aos desastres naturais, dentre os quais os de origem hídrica, como exemplo drenagem e limpeza de canais e de rios, ampliação e construção de novas redes de drenagem e pavimentação, cadastramento, retirada e reassentamento de famílias residentes em áreas de riscos, além da prestação de atendimento e socorro às vítimas de desastres, socorrendo, deslocando, alojando e abrigando temporariamente, oferecendo recursos e suporte material, atendimento médico e psicossocial, limpeza e desobstrução das vias e galerias, retiradas de materiais arrastados e carregados pelas enxurradas, dentre outras ações de resposta e recuperação. As ações de preparação aos riscos de desastres são realizadas pela administração local em ações que a sua Defesa civil, e órgãos da administração local em parcerias com diversos órgãos públicos nas três esferas administrativas.



Figura 09: Distrito Centro, Precipitações em 2010, Fonte: Jornal Extra



Figura 10: Distrito Itaipuaçu Precipitações em 2010, Fonte: Jornal G1

Em relação às ações de redução aos riscos de desastres (RRDs) aos quais o município está sujeito, Maricá não tem apenas sua defesa civil (secretaria de Proteção e Defesa Civil) como órgão de atuação na redução de riscos de desastres, mesmo antes da criação oficial da sua Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil, Maricá já atuava através de ações de resposta e recuperação, com o suporte da unidade do Corpo de Bombeiros Militar do RJ no município, além e de outras secretarias municipais. Atualmente outros órgãos estão estrategicamente envolvidos em ações de RRDs, através de demandas inerentes ao próprio órgão ou em cooperações combinadas, como a “Secretaria de Habitação e Assentamentos Humanos”, a “Secretaria da Participação Popular, Direitos Humanos e da Mulher”, o “Cidade Sustentável”, dentre outros, onde os planejamentos e ações realizados atuam direta e indiretamente, em conjunto ou não, na prevenção, mitigação e preparação dos riscos e desastres, como exemplo cita se a Secretaria Habitação e Assentamentos Humanos, que antes de entregar o título de propriedade às famílias de uma comunidade atendida, realiza várias ações, dentre as quais a investigação da possibilidade real de se habitar tal espaço, em caso positivo outros órgãos e ou secretarias são acionados vários outros propósitos, que vão além do cadastro dos moradores, como ações estruturais de melhorias e adaptações, como arruamento e acessos e fornecimento de serviços básicos, dentre os quais iluminação pública, equipamentos e serviços públicos como a coleta regular de resíduos sólidos .

4.3. A Evolução do Município Quanto aos Dez Passos Para se Tornar uma Cidade Resiliente

Após análise, constatou se que a cidade de Maricá, vem se empenhando e conquistando através de seus projetos e ações efetivas, uma parcela significativa dos dez passos essenciais, como pode ser observado o município após sua candidatura em 2017, seguiu em direção ao alcance desses passos, indo além em relação a alguns desses e ainda tentando vencer alguns obstáculos em relação a outros passos. A seguir temos a tabela 04, onde é possível observar a atuação do município frente as demandas de geradas por cada um dos Dez Passos Essenciais:

Tabela 04: Atuação do Município de Maricá e os Dez Passos Essências

AÇÕES REALIZADAS PELA PREFEITURA DE MARICÁ EM RELAÇÃO À CADA PASSO ESSENCIAL PARA UMA CIDADE RESILIENTE		
PASSO ESSENCIAL DO MARCO DE HYOGO	SUGESTÃO DE AÇÕES PARA CADA PASSO	AÇÃO REALIZADA
1. Organizar para a resiliência frente aos desastres	Estabeleça mecanismos de organização e coordenação de ações com base na participação de comunidades e sociedade civil organizada, por meio, por exemplo, do estabelecimento de alianças locais. Incentive que os diversos segmentos sociais compreendam seu papel na construção de cidades mais seguras com vistas à redução de riscos e preparação para situações de desastres	Criação e organização da Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Maricá em 2017, (até então o órgão era uma coordenadoria), com sede própria, e atuação de equipes de monitoramento 24 horas todos os dias. Abertura de concurso para provimento de novos servidores em diferentes especialidades, voltado para uma maior abrangência e efetividade de suas ações.
2. Identificar, compreender e utilizar os cenários de riscos atuais e futuros.	Elabore documentos de orientação para redução do risco de desastres e ofereça incentivos aos moradores de áreas de risco: famílias de baixa renda, comunidades, comércio e setor público, para que invistam na redução dos riscos que enfrentam.	Ações de levantamento, cadastro e monitoramento de áreas susceptíveis à desastres geológicos e hidrológicos como movimentos de massa e inundações. Monitoramento das áreas susceptíveis a incêndios e queimadas.
3. Fortalecer a capacidade financeira para a resiliência	Mantenha informação atualizada sobre as ameaças e vulnerabilidades de sua cidade; conduza avaliações de risco e as utilize como base para os planos e processos decisórios relativos ao desenvolvimento urbano. Garanta que os cidadãos de sua cidade tenham acesso à informação e aos planos para resiliência, criando espaço para discutir sobre os mesmos.	Criação do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) de Maricá em outubro de 2018. Ações de monitoramento pela Defesa Civil e outras secretarias nas áreas de riscos previamente cadastradas e novas áreas ou habitações que surjam.
4. Promover o desenho do desenvolvimento urbano resiliente.	Invista e mantenha uma infraestrutura para redução de risco, com enfoque estrutural, como por exemplo, obras de drenagens para evitar inundações e, conforme necessário, invista em ações de adaptação às mudanças climáticas.	Realização de obras de infraestrutura urbana como a modernização do sistema de drenagem pluvial com a criação de novas rede e galerias de drenagem pluvial, asfaltamento e calçamento.
5. Proteger as zonas de amortecimento naturais para melhorar a função de proteção proporcionada pelos ecossistemas.	Avalie a segurança de todas as escolas e postos de saúde de sua cidade, e modernize-os se necessário.	Não foram identificadas ações que resultassem em impactos relacionados a esse passo, embora existam estudos onde as vulnerabilidades e o grau de risco para os domicílios educacionais e de saúde do município.
6. Fortalecer a capacidade institucional para a resiliência	Aplique e faça cumprir regulamentos sobre construção e princípios para planejamento do uso e ocupação do solo. Identifique áreas seguras para os cidadãos de baixa renda e, quando possível, modernize os assentamentos informais.	O Plano Diretor do Município está sendo atualizado e no escopo do material elaborado denominado "produto 3 Diagnóstico Técnico" a temática está sendo discutida, através de diagnóstico conclusão e sugestões.
7. Compreender e fortalecer a capacidade social para a resiliência	Invista na criação de programas educativos e de capacitação sobre a redução de riscos de desastres, tanto nas escolas como nas comunidades locais.	Inúmeras campanhas educativas realizadas pela Defesa Civil de Maricá, em ações isoladas e em conjunto com outras secretarias, nas escolas e em comunidades. Capacitação de servidores agentes da defesa civil e de outros órgãos dos quanto como agentes voluntários. formação de turma de "Guarda Civil mirim.
8. Aumentar a resiliência da infraestrutura.	Proteja os ecossistemas e as zonas naturais para atenuar alagamentos, inundações, e outras ameaças às quais sua cidade seja vulnerável. Adapte-se às mudanças climáticas recorrendo a boas práticas de redução de risco.	Realização de obras de infraestrutura urbana como manutenção e criação de redes de e galerias de drenagem pluvial, desassoreamento de corpos hídricos asfaltamento e calçamento.
9. Assegurar a efetividade da preparação e uma resposta efetiva a desastres.	Instale sistemas de alerta e desenvolva capacitações para gestão de emergências em sua cidade, realizando, com regularidade, simulados para preparação do público em geral, nos quais participem todos os habitantes.	Implantação do Plano de Contingência de Defesa Civil de Maricá. Ações de alertas por envio de SMS pela para população, Capacitação e aparelhamento de associações de moradores e Lideranças comunitárias, para atuarem como orientadores e interlocutores junto à Defesa Civil, nos momentos de desastres ou de sua iminência.
10. Acelerar a recuperação e reconstruir melhor, depois de qualquer desastre	Depois de qualquer desastre, vele para que as necessidades dos sobreviventes sejam atendidas e se concentrem nos esforços de reconstrução. Garanta o apoio necessário à população afetada e suas organizações comunitárias, incluindo a reconstrução de suas residências e seus meios de sustento	Reassentamento de famílias vítimas das inundações ocorridas para novas moradias em áreas destinadas à moradia social. Apoio econômico social e psicológico.

Fonte: elaborada pelo autor

5. AVALIAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA E TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO

5.1. A Oferta de Água no Município

O abastecimento de água potável no município de Maricá está a cargo da concessionária Águas do Rio, responsável pela captação, tratamento, distribuição e cobrança, de modo deficitário e que não abrange todo o município. O município possui uma estação de tratamento de água (ETA) com captação, tratamento e distribuição através do rio Ubatiba, pertencente a bacia do Ubatiba, através de concessão do município com a Águas do Rio, porém com capacidade de abastecimento de apenas uma pequena parte da população dos bairros Centro, Flamengo, Boqueirão e Barra de Marica, além dos poços artesianos operados e mantidos pela Águas do Rio: Poço do Marquês , Poço do Caju e Poço de Manoel Ribeiro, também através de concessão do município, todos no distrito de Marica (sede). Essa oferta ainda é insuficiente e precária, pois não consegue abastecer de forma satisfatória aos moradores, fato agravado nos períodos de feriados e férias escolares e ainda pela demanda crescente da chegada de novos moradores. O restante da população que não é contemplada com o abastecimento da Águas do Rio, ou mesmo que ainda recebendo, mas de forma precária, são abastecidos através de poços artesianos ou manilhados particulares ou coletivos e em alguns casos são forçados a comprar água de fornecedores conhecidos como “pipeiros” ou “carros pipas”.

No ano de 2014, foi ampliado o abastecimento de água no município, através de uma rede de abastecimento proveniente da estação de tratamento de água do Sistema Imunana-Laranjal (ETA Laranjal) da concessionária Águas do Rio, no município vizinho São Gonçalo, destinada a abastecer parte dos Distritos de Itaipuaçu e Inoã, a obra incluiu uma adutora, dois reservatórios, redes distribuidoras e um booster (conjunto de bombas que regula a pressão na rede, servindo ainda de suporte ao abastecimento dos carros pipa da Águas do Rio, que nos anos anteriores em períodos de estiagem necessitava recorrer à cidade vizinha de Itaboraí para manter o mínimo abastecimento dos hospitais, escolas e outros órgãos públicos, além de alguns usuários, através de ordem judicial.

Recentemente, em agosto de 2020, foi inaugurada a instalação de uma estação de tratamento de água no distrito de Ponta Negra, (ETA Ponta Negra), com a captação de água realizada no do Rio Padeco, pertencente à Bacia do rio Caranguejo, com capacidade de produção de 36 litros por segundo e reservatório capaz de armazenar um milhão de litros de água. A ETA Ponta Negra irá beneficiar diretamente cerca de 18 mil moradores de Ponta Negra, Bananal e parte de Cordeirinho.

O município possui em andamento um projeto com vistas à captação de água no rio Tanguá, na divisa dos municípios de Rio Bonito e Tanguá, onde será construída uma barragem no rio Tanguá, para a formação de um lago com uma área de 500 hectares, A partir desta formação, haverá condições de produzir uma vazão de aproximadamente de 800 litros por segundo, dos quais 500 l/s serão destinados para Maricá e o restante irá para a cidade de Tanguá, desse lago partirão 23 km de rede adutora de água bruta até o município de Marica, onde essa água será encaminhada para tratamento e posteriormente será disponibilizada para o abastecimento dos domicílios.

Quanto a capacidade de abastecimento pela bacia do Ubatiba, a mesma vem sendo fortemente prejudicada por algumas ações antrópicas principalmente devidos aos vários desvios ocorridos no curso do rio Ubatiba, para abastecerem propriedades privadas com fins de recreação, irrigação e criação e dessedentação de animais.

Quanto ao problema da escassez em alguns locais, da pouca oferta de abastecimento de água potável e intermitência no fornecimento pela concessionária no município a população tem contornado pela com ações alternativas, como furação de poços e aquisição de carros pipas, aumento de reservatórios particulares. Também tem sido observado esforço empenho pela administração municipal, como a busca por ofertas de fontes alternativas e complementares advindas de parcerias da prefeitura com a concessionária Águas do Rio, com o Estado e com outros municípios, além de estudos de viabilidade em andamento para novas possibilidades de abastecimento dentre outras, são positivas e aparentemente prósperas essas ações de esforços cada vez maiores pela oferta de água para um número maior de habitantes no município.

5.2. A Oferta de Tratamento de Esgoto no Município

Atualmente o município não consegue ofertar o serviço de tratamento de esgoto sanitário a uma parcela significativa da população do município, menos ainda consegue se aproximar das exigências expressas no novo marco legal do saneamento, que prevê que o município alcance 90% dos moradores supridos desse serviço até o ano 2033.

Apesar de Maricá possuir cinco Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) sob sua gestão essas são insuficientes para o atendimento de todo o município, dentre os vários motivos dessa pequena e limitada oferta de tratamento de esgoto tem se dentre outros motivos relevantes ao fato de duas dessas ETES estarem instaladas no distrito Sede (centro) ETE Pedreira e ETE Araçatiba, com capacidade de atender a uma pequena parcela dos logradouros e domicílios do Centro e alguns bairros do seu entorno como Boqueirão, Barra, Flamengo, Araçatiba, Pedreiras dentre outros. Tem se ainda que a ETE-Carlos Alberto no distrito de Inoã e a ETE-Carlos Mariguella no distrito de Itaipuaçu, são destinadas ao atendimento exclusivo aos moradores dos dois conjuntos habitacionais, destinados a moradores de baixa renda modelo Minha Casa Minha Vida (MCMV), onde estas estão instaladas. A quinta estação também é de uso exclusivo do Hospital municipal.

Como visto, apenas duas estações de tratamento são destinadas ao atendimento da população de forma aberta (fora dos muros), as mesmas possuem limitações de atendimento à população, pelo volume máximo possível de ser captado e tratado, e pelo posicionamento geográfico, por estarem situadas próximas e em apenas um dos quatro distritos de Maricá, especificamente na área central.

Pouco se observa em relação ao avanço na oferta de tratamento de esgoto sanitário, assim como a maioria dos municípios brasileiros, Maricá é deficiente na oferta pública de coleta tratamento e destinação adequados, de esgoto sanitário. Segundo o IBGE, em seu último censo no ano de 2010, apenas 12,38 % dos domicílios eram atendidos por captação de rede geral de esgoto (tratamento centralizado), o restante da população utilizava se de outras formas de tratamento e

descarte ou apenas de descarte (tratamento descentralizado), como pode ser observado na tabela 05 conforme dados fornecidos pelo IBGE.

Tabela 05: Tipos de Tratamento de Esgoto Utilizados em Maricá

TIPO DE TRATAMENTO	% de domicílios
Rede Geral de Esgoto ou Pluvial	12,38
Fossa Séptica	51,88
Fossa Rudimentar	28,21
Vala	5,05
Rio, lago ou mar	1,65
Não tinham banheiro nem sanitário	0,14
Outro	0,69

Fonte: IBGE 2010, adaptada

Não há como garantir a qualidade dos efluentes em relação aos 12,38%, dos domicílios pois tratado ou não o esgoto coletado nas ETEs é lançado nas lagoas do município, direta ou indiretamente através da conexão na rede pluvial ou nos rios, pois nessas redes pluviais e rios ainda são conectadas ligações irregulares, causando danos imediatos a esses e posteriormente são despejados nas lagoas do município, sem nenhum tipo efetivo de fiscalização ou monitoramento.

Situação semelhante de falta de fiscalização e monitoramento se dá em relação ao descarte do esgoto realizado pela parcela de 87,62% restante dos domicílios, pois pela forma de coleta e tratamento, o esgoto, tratado ou não, de forma adequada ou não, tem como destino final, direta ou indiretamente o solo, que a depender de sua taxa de percolação e da superfície dos lençóis freáticos pode ocorrer o acesso rápido e precoce desses efluentes nesses lençóis, podendo ocasionar a sua contaminação por patógenos variados e nocivos à saúde humana, de animais e de plantas.

Em relação aos esgotos não coletados e tratados pelo poder público, porém produzidos pela população e, portanto, necessitados de tratamento e descarte, esses ficam a cargo dos próprios moradores definirem a forma de destinação final, e assim o fazem quer seja dentro dos limites de suas propriedades ou condomínios em sistemas descentralizados, ainda que rudimentares ou até mesmo a céu aberto, quando da falta de recursos, infraestrutura ou fiscalização.

A forma alternativa quanto à falta de oferta pública de coleta, tratamento e destinação final do esgoto sanitário mais utilizada no município são as “fossas sépticas”, combinadas, ou não, com filtro anaeróbio e sumidouro ou apenas fossa séptica e sumidouro. Muitas das vezes sem levar em conta nenhuma informação técnica necessária para seu dimensionamento e instalação, ou ainda se essa alternativa pode ser adotada naquela região, devido à aspectos característicos e específicos, que possam causar danos futuros ao meio ambiente ou a população.

A opção por essa tecnologia de tratamento descentralizada é aceita e muito utilizada, mas requer cuidados como ser projetada e mantida de acordo com as normas técnicas de engenharia, respeitando as suas frequências inspeção e limpeza, observa se que, muito pouco é apresentado em relação a solução da problemática da coleta, do tratamento e do encaminhamento e destino final do esgotamento sanitário das unidades domiciliares do município, observa se situação mais acentuada nos distritos de Ponta Negra, Inoã e Itaipuaçu. Fato esse que tem gerado muita preocupação e criado o alerta de que no futuro a cidade possa sofrer as consequências indesejadas de ter assistido ou permitido um crescimento populacional resultante de incentivos de facilidades imediatas, ofertadas e expostas como fácil acesso, proximidade com grandes centros, segurança, tranquilidade, lazer e disponibilidade de água potável, ainda que deficiente, porém com dificuldades maquiadas, quanto a oferta e disponibilidade de tratamento adequado e eficiente de esgotamento sanitário e suas possíveis e indesejadas consequências.

O alerta que surge nesse momento se dá pela constatação da possibilidade, ainda que não se possa determinar o espaço de tempo, de que ocorra a contaminação nos lençóis freáticos, devido ao descarte indevido ou sem monitoramento e controle dos esgotos dos domicílios, principalmente no solo, possibilitando a ocorrência de um desastre natural, de dimensões ainda não mensuradas mas, com potencial para ocasionar danos à saúde da população que faz uso das águas captadas nesses lençóis freáticos, acarretando ainda problemas econômicos e sociais, aos moradores pela desvalorização imobiliária ou até mesmo pela perda da fonte de abastecimento de água, e em um caso mais extremo ocasionar a desertificação (abandono pelos moradores) de trechos de logradouros ou até de bairros, pelo tempo necessário a recuperação dessas fontes subterrâneas ou até a apresentação de outras alternativas viáveis e possíveis.

Por se tratar de um risco de Desastre Natural Biológico Epidêmico, como consta na COBRADE, (Figura 11), porém não facilmente perceptível sem o devido e constante monitoramento, não se observam para esse desastre ações preventivas ou sua Gestão do Risco (pré desastre), que a curto ou médio prazo, possa prevenir, mitigar ou preparar o município para a resiliência frente a esse desastre natural biológico, o resultado dessas desatenção, morosidade e inércia poderá impor ao município indesejadas ações de resposta e recuperação ou Gestão de Desastre (pós desastre), se essas forem possíveis, pois por tratar se de atuações nos pós desastre, essas ações normalmente foram precedidas de perdas e muitas dessas irrecuperáveis.

Nesse sentido, o presente trabalho optou por alertar para o risco potencial de um Desastre Natural Biológico Epidêmico, causado por doenças infecciosas virais, bacterianas, parasitológicas ou fúngicas, cujas consequências imediatas seria a contaminação e o adoecimento dos moradores, através do contato com as águas contaminadas pelos patógenos, de forma direta pela ingestão do líquido ou indiretamente (quando da manipulação e cocção de alimentos), podendo levar os indivíduos adoecidos a necessidade de internações e em casos mais extremos causar a sua morte.

Ainda em relação às possíveis consequências em decorrência da contaminação do lençol freático, poderia ocorrer a propagação dessas doenças e o consequente aumento do número de indivíduos contaminados.

Também são esperados efeitos econômicos e sociais indesejados em decorrência do desastre, como exemplo:

A ausências (faltas) aos postos de trabalho e escolas, pelo indivíduo contaminado ou ainda de seus responsáveis;

Despesas financeiras extras com deslocamentos aos estabelecimentos de saúde, compra de medicamentos e aquisição de água potável;

Internações hospitalares;

A baixa autoestima pela pessoa adoecida e de seus parentes;

Necessidade de busca por fontes alternativas de água para a realização de tarefas domésticas;

Desvalorização dos domicílios nas áreas contaminadas, principalmente caso a contaminação seja frequente ou não seja eliminada e

Em caso mais extremos pode ocorrer a desertificação de trechos de logradouros ou até mesmo de parte do bairro afetado.

Também pretende-se no presente trabalho a busca por possíveis soluções, sistemas, ferramentas, equipamentos e/ou dispositivos, que possam prevenir ou mitigar a ocorrência e as consequências do desastre.

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS DE DESASTRES PARA O MUNICÍPIO DE MARICÁ -RJ					
CATEGORIA	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	DEFINIÇÃO
1. NATURAL	5. BIOLÓGICO	 1. EPIDEMIAS	1. Doenças infecciosas virais	0	Aumento brusco, significativo e transitório da ocorrência de doenças infecciosas geradas por vírus.
			2. Doenças infecciosas bacterianas	0	Aumento brusco, significativo e transitório da ocorrência de doenças infecciosas geradas por bactérias
			3. Doenças infecciosas parasíticas	0	Aumento brusco, significativo e transitório da ocorrência de doenças infecciosas geradas por parasitas.
			4. Doenças infecciosas fúngicas	0	Aumento brusco, significativo e transitório da ocorrência de doenças infecciosas geradas por fungos.

Figura 11: Desastres Biológicos Fonte: Adaptada da tabela da COBRADE

5.3. A Relação Água e Esgoto e o Risco Invisível de um Possível Desastre Natural Biológico

Há fatores que precisam ser observados, antes mesmo de se pensar em construir ou adquirir um imóvel em determinados locais, fatores que vão além do que “os olhos podem” ver, as buscas mais comuns para o futuro local de moradia, ou instalação são de ordem de conforto e comodidade como: a localização ser atraente, tranquila e agradável; a proximidade com o comércio e serviços; a proximidade das principais vias de acesso; disponibilidade de energia elétrica; segurança, etc..., poucos se preocupam com a disponibilidade de outros serviços públicos essenciais, como água e tratamento de esgoto, pois sabem que podem contar com poços

artesianos ou a compra de carros pipas, já em relação ao esgoto, a única preocupação é que esse seja expulso o mais rápido de sua presença, sem dar importância ao fato de que podem estar contribuindo para um processo lento e contínuo de degradação ambiental, com consequências desagradáveis ainda que desconhecidas e não mensuradas, colocando até mesmo suas próprias vidas em risco.

O futuro morador deseja e espera adquirir um imóvel construído dentro da normas e previsões legais, que vão além do projeto ou licenciamento e habite-se, uma vez que não há a obrigatoriedade de que os compradores tenham pleno conhecimento de leis e regulamentos afetos às várias disciplinas que envolvem uma construção residencial, também não há de se esperar os mesmos venham acompanhar cada etapa da construção, por outro lado também não há previsão que obrigue o vendedor a prestar tais informações ou ainda de assumir os custos oriundos de vícios construtivos, além do período previsto em lei, fato que torna os compradores uma parte frágil nessa relação de consumo, fazendo com que as consequências ocasionadas pelas falhas do tratamento de esgotos, como transtornos, prejuízos materiais e financeiros e custos de reparo, recaiam sobre o consumidor final ou, em alguns casos, sobre o poder público que os assume, na tentativa de reparo ao dano causado ao município ou ao meio ambiente, quando possível.

Ainda que a concessionária Águas do Rio ofereça o abastecimento de água potável a uma pequena parcela de moradores e em apenas algumas áreas do município, a concessionária capta, trata e distribui a água, em estrito cumprimento às determinações legais. Tendo o restante da população de recorrer à outras fontes como a compra de carros pipas e perfuração de poços, porém não há uma a mesma observância no cumprimento de legislação para o uso das águas subterrâneas, muitos usuários sequer sabem da existência de tais leis. Mas a despeito disso existem legislações que controlam a exploração e uso desse recurso, sabe se ainda que tais águas devem passar por avaliações prévias e permanentes, para atestar sua potabilidade e manutenção da sua qualidade, legislação essa que muitas das vezes é negligenciada pela população, por desconhecimento, descuido ou pela falta de condições financeiras para arcarem com essa despesa, também há negligência por parte do poder público, que ao largo da obrigação legal, não fiscaliza.

Essa falta de controle, ou falha no controle, pode ocasionar futuras restrições e até proibições de utilização dos poços, a exemplo tem se, que se aplicada com rigor a Lei Federal nº 9.443 de 1997, conhecida como "Código das Águas", que no seu parágrafo V do artigo 49, afirma que o uso de poços sem autorização ou outorga legal é infração das normas de utilização de recursos hídricos. Com isso muitos dos poços existentes no município teriam de ser regularizados ou fechados. O Código das Águas, cita ainda ser de responsabilidade estadual reger as outorgas de uso é exploração de recursos hídricos (BRASIL, 1997). No Estado do Rio de Janeiro essa responsabilidade está a cargo do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) através do Decreto estadual nº 40.156/06 (RIO DE JANEIRO (ESTADO), 2006), as outorgas são um instrumento de controle dos corpos hídricos e devem obedecer aos planos de bacia hidrográfica. Estes por sua vez controlam as possibilidades de alteração de curso ou qualidade da água bem

A Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde em seu capítulo VI "dos planos de amostragens", art. 40, descreve que para o controle da qualidade da água para consumo humano, supridos por manancial superficial e subterrâneo, devem ser coletadas amostras semestrais da água bruta, no ponto de captação para análise, a fim de aferir os parâmetros exigidos nas legislações específicas, com a finalidade de avaliação de risco à saúde humana (BRASIL, 2017).

Fato preocupante é que a falta de monitoramento da qualidade dessas águas, impede que haja qualquer tipo alerta para uma possível contaminação das suas fontes de abastecimento, restando apenas a descoberta quando do surgimento de sintomas e efeitos dessa contaminação na população ou nos seus animais ou cultivos vegetais.

Não se pretende causar pânico aos atuais ou futuros moradores, visto que a problemática do tratamento de esgoto, assim como a da disponibilidade de água potável, não é exclusiva do município de Maricá, o desejado é que a partir do Alerta para a ameaça de um possível desastre, ocorram ações positivas como: o município vir a atuar na sua Prevenção e ou Mitigação (ações de prevenção), para que se evite posteriormente, pela não intervenção, ter de atuar nas ações de Resposta e Recuperação (ações de socorro), onde alguns danos já não podem mais ser evitados ou mitigados.

Segundo a Lei Federal nº14.026/20, (BRASIL, 2021) a Lei do Saneamento Básico ou Novo Marco Legal do Saneamento que altera, sem revogar, a Lei Federal nº 11.445/07, prevê que todas as cidades devem ter um plano municipal sobre os serviços de água, esgotos, lixo e drenagem das águas de chuva. E ainda no seu Art. 11-B. prevê que: Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento.

Muito tem se falado sobre o tema, mas pouco tem sido investido em ações concretas e eficazes na solução da “velha e conhecida” dívida da oferta e da prestação do serviço público de tratamento do esgoto sanitário, não somente no município de Maricá, mas na grande maioria dos municípios brasileiros. Em geral, o que tem sido considerado importante, e prioritário, é a questão da oferta de abastecimento e tratamento de água, VOLKMAN, 2003, apud (CORNELLI, 2014). Entretanto, a ausência de tratamento de esgoto sanitário ou o seu tratamento inadequado tendem a resultar na geração de doenças várias como, por exemplo: amebíase, ancilostomíase, ascaridíase, cisticercose, cólera, dengue, diarreia, disenterias, elefantíase, esquistossomose, febre amarela, febre paratifoide, febre tifoide, giardíase, hepatite, infecções na pele e nos olhos, leptospirose, malária, poliomielite, teníase e tricuriase, além de outras. A melhoria da saúde pública quanto a do saneamento implicariam na redução da disseminação dessas doenças que dependem, em grande parte, das boas práticas de higiene e de instalações confiáveis de coleta e tratamento de esgotos, visto que algumas dessas doenças também são resultantes também de contaminação na água, quando essa tem sua potabilidade comprometida, pela forma de coleta e de armazenamento ou pela proximidade ou contato de sua fonte de captação com esgoto sanitário. sem tratamento ou tratado de forma incorreta (FUNASA, 2010)

6. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ABORDAGEM

Devido a necessidade de se delimitar a área geográfica a ser estudada e com o propósito de concentrar a abordagem, o presente trabalho optou por direcionar os estudos ao Distrito de Itaipuaçu (Figura 12), que apesar de possuir uma extensão territorial equivalente a apenas 14% da área do município, o distrito abriga atualmente 1/3 da população do Maricá, e também por ainda estar sofrendo um aumento populacional contínuo e expressivo, causado pelo crescimento econômico do município, e pela demanda de uma localidade com segurança, quando da fuga da violência nos municípios vizinhos, além da proximidade deste com seus locais de trabalho e estudo. Características essas que possibilitam ao presente estudo analisar o todo pela parte.

6.1. O Distrito de Itaipuaçu

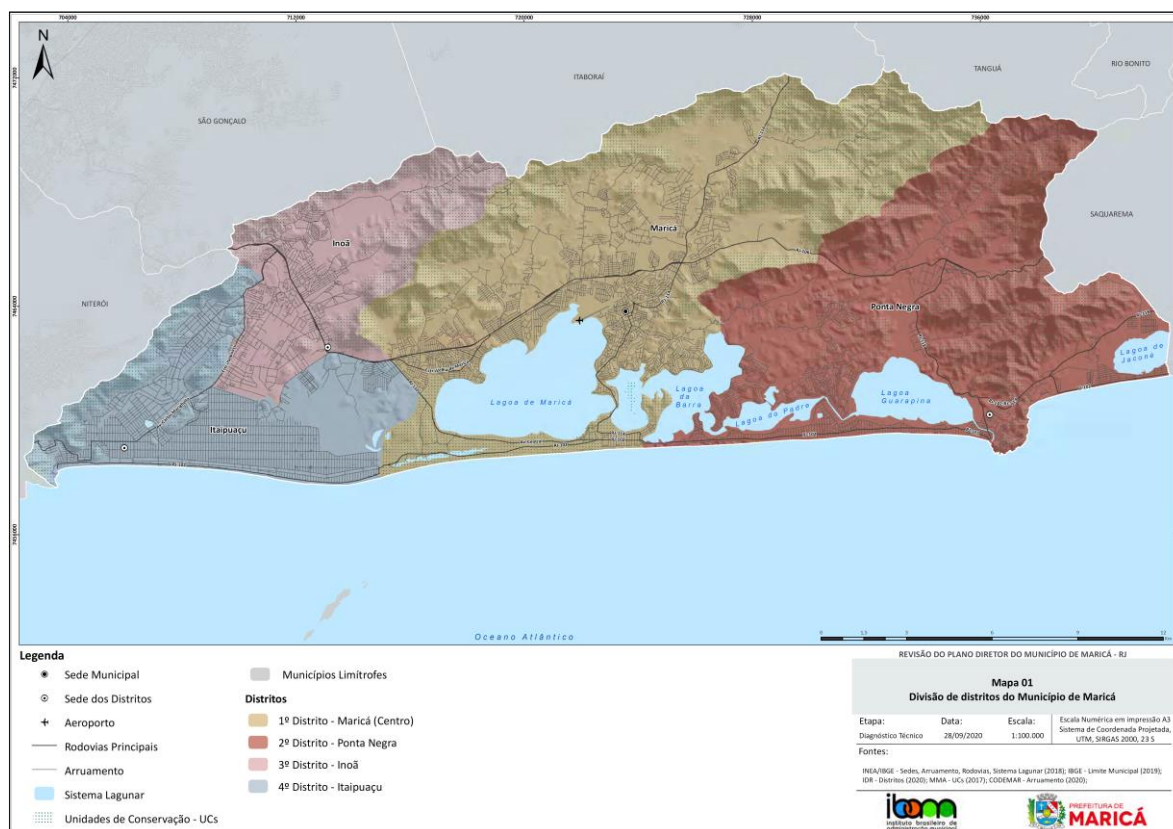


Figura 12: Mapa de Distritos de maricá, fonte: site oficial da prefeitura

Itaipuaçu é o 4º distrito de Maricá e é composto dos bairros: Recanto de Itaipuaçu; Praia de Itaipuaçu; Morada das Águias; Rincão Mimoso; Barroco; Jardim Atlântico Oeste; Jardim Atlântico Central; Jardim Atlântico Leste; Cajueiros e Itaocaia Valley.

Apesar do constante aumento populacional em Itaipuaçu estar sendo acompanhado por alguns serviços públicos como varrição de vias, coleta de resíduos sólidos, asfaltamento dentre outros, todavia não há aumento significativo na oferta de serviços públicos de água potável e principalmente de tratamento de esgoto, o que tem gerado grande demanda pela busca de fontes alternativas desses. Apesar de ter recebido recentemente reforço no abastecimento de água potável pela concessionária Águas do Rio, o volume ofertado ainda é insuficiente para abastecer a todos os domicílios, e essa deficiência na oferta de água potável faz com que a maioria dos moradores de Itaipuaçu, faça uso de poços, simples (caipira ou manilhado), artesiano e semi artesiano como fonte principal ou complementar e conseqüentemente são dependentes da disponibilidade e potabilidade e qualidade das águas dos lençóis freáticos.

Em Itaipuaçu, assim como em toda cidade de maricá, dentre os problemas de se implantar um sistema de tratamento de esgoto ideal (SES), está a indisponibilidade de recursos financeiros e o período de tempo para que seja disponibilizado e posto em funcionamento, e mesmo havendo a possibilidade de que essas demandas sejam contornadas, através da prefeitura que tem se empenhado para tal, há ainda os problemas característicos e específicos dos logradouros e bairros do distrito, como exemplo tem se cotas planialtimétricas das vias e os níveis de lençóis freáticos a serem vencidos ou contornados, além das distância e características dos corpos hídricos que irão receber o material final resultante do tratamento. Todas essas barreiras e impedimentos mediatos e imediatos, constituem se em objetos de estudos de viabilidade e planejamento de infraestruturas, que aumentam em muito o tempo necessário para atender todo o distrito de Itaipuaçu.

Apesar dos esforços anunciados e daqueles já postos em prática pelo município, como a criação, em janeiro de 2019, de uma empresa de saneamento própria do município (SANEMAR) e contratos de parceria Parceria Público Privada

(PPP) destinados a apresentarem e trazerem as soluções para as demandas de saneamento onde o esgotamento sanitário faz parte, ainda não é possível dar uma resposta rápida à toda cidade. Enquanto a administração local não fornece esse “tratamento de esgoto sanitário ideal”, as soluções estão sendo buscadas e implantadas pelo próprio cidadão, através de sistemas de tratamento alternativos, individuais ou coletivos, infelizmente nem sempre com a observação da legislação e dos devidos cuidados de instalação e de manutenção.

Itaipuaçu possui a mesma dificuldade que os outros distritos do município de Maricá e em relação ao tratamento de esgoto sanitário, assim como ponta negra e Inoã, onde não há estação de tratamento de esgotos ou outra alternativa ofertada pelo poder público, exceto nos conjuntos habitacionais destinados à moradores de baixa renda em Inoã e Itaipuaçu (MCMV). A maioria dos domicílios em Itaipuaçu utilizam como forma de descarte do seu esgoto sanitário o “sistema descentralizado” de tanque séptico, individuais ou coletivos, esse sistema normalmente é composto de tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, porém alguns domicílio não utilizam o filtro anaeróbio, há ainda domicílios que utilizam fossas sépticas e rudimentares, ou ainda o encaminhamento sem nenhum tratamento diretamente na rede pluvial, em córregos ou até mesmo em valas negras, colocando sobre constante ameaça de contaminação os seus lençóis freáticos.

6.2. Sistema de Tratamento Centralizado para o Distrito

Das alternativas de tratamento de esgoto sanitário analisadas, constatou se que a ideal para itaipuaçu, assim como para Maricá ou qualquer município brasileiro que pretenda obter resultados positivos quanto aos seus indicadores de saúde, qualidade de vida e desenvolvimento com sustentabilidade, seria a adoção do tratamento centralizado através de Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) com o uso de ETEs por exemplo. Trata se de um sistema de tratamento de esgotos conhecido por reunir todos os requisitos necessários de eficiência, eficácia e efetividade, capaz de remover com precisão o maior percentual da carga de material nocivo e indesejável presente nos efluentes domésticos, é o sistema de tratamento, que, se equipado por todos os componentes e elementos elencados pelos autores

Tsutiya e Sobrinho e operando em todos os níveis de tratamento, seguindo todas as normas e recomendações relativas a sua implementação, operacionalização e manutenção garante não só a geração de um efluente final dentro dos padrões de qualidade exigidos para o descarte e reutilização, como também a proteção da saúde, e qualidade de vida, tanto da população quanto dos corpos receptores do despejo final.

A administração pública local é sabedora dos vários benefícios que esse sistema de tratamento de esgoto pode proporcionar ao município, porém essa administração também está ciente de todo conjunto de observações e exigências necessários para sua implantação e operacionalização e da não possibilidade de implantar tal SES a curto e médio prazo.

Lembrando que no caso da opção de tratamento do esgoto seja do tipo composto por uma ETE, seus custos financeiros vão além daqueles calculados para a sua implementação como: estudo de viabilidade: projetos; aprovações nos órgãos ambientais; desapropriações e indenizações; obras estruturais de todo o sistema de coleta e encaminhamento; construção da estação e instalação dos equipamentos. Após a estação entrar em operação, se dará início também aos custos adicionais e aos permanentes como a necessidade de contratação de mão de obra especializada a atuar no tratamento, no monitoramento e na manutenção do sistema e dos equipamentos, além de gastos com aquisição de insumos e materiais para manutenção da estação e dos equipamentos. É de suma importância que esses custos sejam previstos com responsabilidade, pois os municípios assim como toda Administração pública, estão sujeitos ao controle externo de todos os seus gastos, lembrando ainda que o maior volume de receitas do município de Maricá é oriunda dos Royalties e das Participações Especiais (PE) ambas relativas à exploração de petróleo e que esse não é um recurso infinito, podendo haver redução nos valores repassados e até perda dessas receitas, pois essas são controladas pela disponibilidade, produção e variação de preço do produto.

Adotando esse sistema de tratamento de esgoto como padrão, a prefeitura de Maricá teria ainda que optar por adequar toda ou parte da rede de coleta de águas pluviais, preferencialmente, destinando uma rede para águas pluviais e outra para a coleta e encaminhamento dos esgotos sanitários (Sistema separador absoluto). Além disso, teria de fiscalizar os domicílios e adequá-los para que cada ligação

fosse conectada na rede correta. A rede pluvial seria ligada diretamente nos rios ou outros corpos hídricos, enquanto a rede de coleta de esgoto sanitário seria encaminhada à estação de tratamento para, após todo o processo de tratamento, ser lançado no corpo receptor. Bernardes e Soares, 2004 apud (CORNELLI, 2014), são enfáticos em afirmar que para o sucesso deste sistema, deverá existir um controle rígido e uma fiscalização efetiva por parte dos órgãos públicos (prefeitura e secretaria do meio ambiente dentre outros) para que as águas pluviais não sejam encaminhadas juntamente com o esgoto sanitário para a rede coletora (CORNELLI, 2014).

Esse tipo de tratamento com o uso de ETEs, geralmente constituem se de todas as fases e níveis, podendo ser construídas in loco ou pré-fabricadas (modelos menores) podem receber os efluentes através de tubulação de captação ou por despejo de veículos transportadores (caminhões preparados) vários fatores determinam o modelo a ser construído ou adquirido. Porém o estudo para tal não pode negligenciar nenhum aspecto que tenha relevância, tanto no presente quanto no futuro do local da instalação da estação, como exemplo o distrito de Itaipúaçu, pois pela sua dinâmica de crescimento populacional, não se poderá alterar facilmente as características da ETE implantada, sem causar transtorno ou prejuízos, à população e ao meio ambiente, essas alterações de aumento populacional, podem demandar sua ampliação ou até mesmo a remoção ou realocação da mesma. Como já fora dito, sua implementação é onerosa e há custos adicionais agregados, permanentes e futuros.

6.3. Tratamento Descentralizado de Esgoto para o Distrito

Devido ao fato de Maricá estar inscrita e empenhada com a conquista do título de Cidade Resiliente, servindo assim de exemplo positivo e desejável de comprometimento da administração pública com os compromissos de uma agenda de governo e de estado frente às demandas sociais e de sustentabilidade. Acredita se ser possível, por iniciativa do próprio município, a adoção de uma oferta de tratamento de esgoto completo como um sistema centralizado de tratamento, nos moldes que descrevem Tsutiya e Sobrinho (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011), porém

essa demanda só surgiria pronta a longo prazo, devido não só a indisponibilidade imediata de recursos econômico e financeiro, como também de toda dinâmica necessária de ser observada que envolve um tratamento de esgotos dessa monta, que demandam grande parcela de tempo e disponibilidade financeira, desde o estudo de viabilidade até sua implantação.

Daí a necessidade de se apontar um sistema, possível de ser implantado, utilizado ou ampliado nos domicílios do distrito de Itaipuaçu, em curto prazo, oferecendo a garantia da proteção dos corpos hídricos e principalmente do lençol freático, quanto aos possíveis danos e contaminações que podem ocorrer pelo tratamento incorreto ou ineficiente dos esgotos sanitários e do descarte incorreto dessas águas residuárias.

Como solução para a falta de rede de coleta e tratamento e descarte de esgotos (tratamento centralizado) para o distrito de Itaipuaçu, busca-se no presente trabalho identificar, analisar e apontar dentre alternativas viáveis de sistema descentralizado de tratamento de esgoto, aquele ou aqueles que apresentem os seguintes requisitos além de baixo custo: garantir operação eficiente e eficaz no tratamento do esgoto; exigir reduzida área de intervenção e ocupação; possuir manutenção e operação simplificadas; ser ecologicamente sustentável quanto ao produto final como baixa produção de lodo e a geração de um efluente final e em consonância com os pré requisitos e exigências das normas construtivas, ambientais e de saúde e que principalmente garantam a não contaminação do lençol freático, independente da forma de abastecimento de água potável utilizada pelo imóvel.

De acordo com May A. Massoud et al, 2009 apud (ROSÁRIO, 2016): a escolha da tecnologia mais adequada para o tratamento descentralizado de esgoto doméstico requer cuidados, reduzindo o risco de problemas futuros e fracassos do sistema. Os autores citam a acessibilidade e a adequação como as duas questões-chave na escolha de uma tecnologia de tratamento, a acessibilidade diz respeito às condições econômicas da comunidade, enquanto que a adequação diz respeito às condições ambientais e sociais (ROSÁRIO, 2016)

O sistema de tratamento através de tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, quando bem dimensionado, corretamente instalado, bem operado e periodicamente inspecionado e limpo, atende satisfatoriamente às exigências

ambientais de ordem Federal, Estadual e Municipal, bem como às normas de projeto, dimensionamentos, construção, inspeção e manutenção das normas NBR 7229/93 e NBR 13969/97 da ABNT e da resolução do CONAMA nº 430/2011.

Antes que se defina para Itaipuaçu, ou para o município como um todo, um sistema ou metodologia de tratamento de esgoto como alternativa ao SES é necessário saber que, não há um produto que de forma isolada seja capaz de garantir a eficiência, eficácia e efetividade de um tratamento completo como um SES. O que se busca neste trabalho é apontar dentre as alternativas de tratamento de esgoto existentes, aquelas ou aquela que além de economicamente viável seja também eficiente a ponto de garantir a qualidade dos lençóis freáticos em Itaipuaçu, pois a água captada desses lençóis é a única fonte ou a fonte complementar de abastecimento de água potável para boa parte dos moradores desse distrito. Com isso promove-se também a prevenção e a mitigação da ocorrência de um possível desastre natural biológico ocasionado pela contaminação desse recurso hídrico.

É necessário que se atente para o fato de que além dos 12,38% domicílios atendidos pelo tratamento através de rede geral de esgotos ou pluvial e dos 51,88% que utilizam a fossa séptica, como visto na tabela 05, e existe ainda um percentual significativo de domicílios que estão descartando os seus esgotos de forma rudimentar e sem o menor tipo de tratamento prévio, lançando-os diretamente nos corpos hídricos ou diretamente no solo. Essa parcela precisa de forma urgente, ser objeto de soluções para os seus esgotos pois a essa precariedade ou falta de tratamento espelha a necessidade urgente de monitoramento nos lençóis freáticos.

6.3.1. Alternativas de Sistema de tratamento Descentralizado para o Distrito

6.3.1.1 Sistema de Tanque Séptico

Dentre as alternativas viáveis e possíveis e que reúnem o desejado em termos de eficiência e economicidade, o sistema que o presente trabalho aponta é o sistema descentralizado de esgoto com a adoção do sistema de tanque séptico, que já se encontra sendo utilizado pelos moradores de Itaipuaçu, ainda que de forma incompleta e não adequada por alguns domicílios, como observado na tabela 05 desse trabalho, onde o IBGE apontava em seu último censo no ano de 2010, que

51,88% dos domicílios utilizavam esse sistema, o desejado é que a utilização desse sistema de tratamento de “Sistema de Tanque Séptico”, seja completo e composto por todos os seus elementos: tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, onde todas as fases para sua implantação sejam observadas como: escolha do local, distâncias mínimas e máximas permitidas, cálculo de volumes de contribuição, cálculo de volumes e áreas e dimensões para cada elemento, escolha do material a ser empregado após sua instalação sejam feitas manutenção e limpeza em estrita observância dos intervalos.

Tem se que, esse sistema se, projetado instalado operado e com manutenção e limpezas, feitos em consonância com as normas legais, garante eficazmente a preservação da potabilidade das águas subterrâneas, garantindo sua disponibilidade e qualidade, além da proteção e preservação do meio ambiente. Os parâmetros garantidores elencados, precisam ser observados e constantemente conferidos, porém não há uma forma de se garantir esse controle ou uma fiscalização eficaz por parte do município devido a uma série de impeditivos dentre eles a alegação de quantidade insuficiente de agentes fiscais.

Uma alternativa viável, é que o município controle o projeto e a instalação do sistema, como condição prévia para a autorização de construir e para a entrega do habite-se para novos domicílios, esse controle pode ser estendido a comprovação periódica da realização do serviço de manutenção do sistema pelas empresas de “limpeza de fossas”

Outra alternativa seria exigência pelo município do cumprimento da legislação federal, que obriga a todo usuário que se utiliza de águas subterrâneas a realizarem periodicamente a aferição da potabilidade dessas águas, através de análises e laudos realizados por laboratórios especializados. Condicionando a essa exigência benefícios concedidos pelo município, como desconto no IPTU, dentre outros, o que garantiria, ainda que por certo intervalo de tempo, que não houve contaminação dos lençóis freáticos pelos efluentes dos esgotos.

6.3.1.2. Biodigestor Anaeróbio Compacto

O presente trabalho apresenta outra alternativa de tratamento descentralizado de esgoto, que apesar de ser pouco pouco conhecido pela população devido à sua recente disponibilização em modelos compactos e a pouca divulgação, é uma alternativa que possui potencial suficiente para solucionar de forma rápida e econômica as demandas por sistemas descentralizados de tratamento de esgoto, possíveis, não somente para Itaipuaçu e maricá mas também para a grande maioria dos município brasileiros que necessitam adotar alternativas de tratamento de efluentes de formas viáveis e de baixo custo, trata se do Biodigestor Anaeróbio, que além do exigir espaço reduzido para sua instalação, também não necessita de limpezas frequentes nem de manutenções complicadas. O efluente liquido do biodigestor, necessita ser encaminhado para o elemento sumidouro ou vala de infiltração para o completo tratamento do esgoto e proteção do lençol freático.

Trata se aqui de uma alternativa ao sistema descentralizado e tratamento de esgoto com a mesma função do já utilizado sistema de tanque séptico, o biodigestor anaeróbio é um sistema de tratamento onde os processos aeróbio (fossa séptica) e anaeróbio (filtro anaeróbio) são executado em um único e compacto elemento, reduzindo substancialmente a área de instalação, a necessidade de frequentes manutenção e limpeza, gerando redução significativa no volume de lodo, além de oferecer um efluente liquido final com potencial para ser utilizado como fertilizante, defensivo agrícola e corretor de PH do solo.

Mesmo diante da boa aceitação desse produto, é preciso que mais estudos sejam produzidos, em relação ao modelo compacto de biodigestor, devido ao recente uso dessa tecnologia nos centros urbanos onde o interesse maior não seja o reaproveitamento de potencial do gás gerado pelo processo anaeróbio, mas sim em mais uma alternativa de tratamento descentralizado de esgoto, gerados pelas atividades domésticas, de forma econômica, dentro de padrões onde se observe a legislação e garanta a sustentabilidade pela preservação e conservação do meio ambiente e principalmente que se proteja os lençóis freáticos e os recursos hídricos.

Apesar de não haverem produções acadêmicas ou científicas ou ainda matérias e publicações de instituições ou mídia jornalística, onde o modelo de

biodigestor anaeróbio compacto usado em áreas urbanas seja questionado ou tido como impróprio ainda tenha seu uso desaconselhado, quando da avaliação de sua eficiência ou eficácia ou efetividade. Também não foram encontrados números significativos de produções que sejam voltadas para a avaliação desses mesmos padrões, que resultem em posicionar o biodigestor anaeróbio compacto como atestado e aprovado como modelo descentralizado de tratamento de esgoto a exemplo do sistema de tanque séptico.

7. METODOLOGIA

Nesse tópico buscaremos avaliar e comparar duas formas alternativas de sistema descentralizado de tratamento de esgoto, o sistema de tanque séptico e o biodigestor anaeróbio, pouco usado no município, mas com potencial para ser uma opção viável, para o Maricá e em especial o distrito de Itaipuaçu, que hoje não conta com redes de coleta e nem estações de tratamento para os domicílios. A avaliação e comparação feitas nesse trabalho busca corroborar para que esses sistemas cheguem até o maior número de domicílios de modo economicamente acessível, ecologicamente sustentável e se possível, subsidiado pelo município, visto que a partir da vigência do Novo Marco do Saneamento Básico (LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020), os municípios passaram a ter prazo para apresentarem seus planos municipais de saneamento, além de terem de se empenhar em cumprir o que determina o seu Art. 11-B. “Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento” (BRASIL, 2021).

O dimensionamento dos sistemas descentralizados aqui analisados também precisa obedecer a parâmetros que garantam sua funcionalidade e eficiência, os tipos de sistema independente do material e componentes precisam estar em acordo

com as normas legais, pois podem ocasionar problemas legais ou de funcionamento e de manutenção.

A definição do intervalo entre as limpezas é fundamental para o dimensionamento dos componentes, segundo consta da “tabela 3” da NBR 7229/93, quanto maior o intervalo entre as limpezas, maiores são as dimensões necessárias, devido ao aumento do acúmulo de lodo. As opções pré-fabricadas possuem um rol de medidas em consonância com as dimensões mínimas exigidas pela NBR 7229/93, os fornecedores oferecem opções mais usuais para as mais usuais contribuições diárias pelo número de pessoas, e caso não haja disponibilidade de dimensões para o atendimento do projeto, essas podem ser encomendadas, junto aos representantes ou diretamente com os fabricantes.

Os dois modelos de sistema descentralizados de esgoto, o Sistema de Tanque Séptico, já utilizado por alguns domicílios, no distrito de Itaipuaçu assim como outros distritos como Inoã e Ponta Negra, e uma parcela significativa do distrito Centro, trata-se de um sistema bastante divulgado e conhecido e utilizado no Brasil, sendo também é objeto de vários estudos e artigos. O sistema descentralizado de tratamento de esgoto no modelo Biodigestor Anaeróbio compacto, apesar de apresentar a mesma funcionalidade do sistema de Tanque Séptico é um produto que foi disponibilizado para tratamento de esgoto de domicílios em meio urbano recentemente, os modelos de Biodigestor Anaeróbio mais conhecidos e estudados são voltados para sua utilização em meio rural e seguem as características dos modelos precursores o modelo Indiano e o modelo Chinês, normalmente de dimensões maiores. O modelo apresentado por esse trabalho, tem como diferencial, ser pré-fabricado, dimensões reduzidas, material leve e impermeável e tem sua utilização voltada para domicílios urbanos.

Ambos sistemas possuem a capacidade de tratar o esgoto gerado nos domicílios de Itaipuaçu, desde que sejam cumpridas todas as exigências de concepção, instalação e manutenção.

8. COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE O SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO E BIODIGESTOR ANAERÓBIO COMPACTO

Nesse tópico será realizada a comparação de custos de implantação (material, transporte e mão de obra) e manutenção, para a de cada um dos modelos descentralizados estudados, guardadas as peculiaridades de cada sistema.

Para o Modelo sistema de Tanque Séptico, o levantamento de preços se dará para duas formas mais usuais de implantação no distrito de Itaipuaçu, aquele onde todos os componentes do sistema serão construídos e instalados, em blocos cerâmicos ou de concreto, no próprio local onde irão operar, o segundo será aquele onde os elementos componentes do sistema de tanque séptico serão adquiridos na modalidade pré-fabricados, em anéis de concreto e posteriormente instalados no local onde irão operar. Para o modelo Biodigestor Anaeróbico Compacto a precificação se dará na única opção disponível (pré-fabricado) e instalado no local de operação.

Antes de se iniciar a precificação e a elaboração da tabela comparativa de custos para os sistemas descentralizados de tratamento de esgotos, foi necessário fornecer as dimensões de cada elemento componente do Sistema de Tanque Séptico, como largura, comprimento e altura, para os modelos prismáticos, ou diâmetro e altura para os modelos cilíndricos, para tanto, foi necessário recorrer às formulas e tabelas de determinação de volumes e áreas constantes nas normas NBRs 7229/1993 e 13969/1997, ambas da ABNT. Antes de serem inseridos os valores das variantes em cada formula, foi preciso que fossem definidos alguns parâmetros prévios relativos ao imóvel para que se pudesse determinar o volume de esgoto gerado, os parâmetros em questão foram: o tipo de domicílio, o padrão econômico do domicílio e a quantidade de quartos, parâmetros esses capazes de fornecer os “dados de entrada” para as tabelas e formulas das referidas normas. Optou se por gerar dados de entrada que pudessem também refletir a realidade do padrão construtivo e econômico predominantes no distrito de Itaipuaçu.

Para compararmos os modelos de sistemas adotaremos as seguintes opções apresentadas na tabela da NBR : um domicílio residencial, de padrão baixo, com 02 quartos e uma colaboração de 04 pessoas (levando em conta a presença de 02

peças por quarto), nesta composição o intervalo entre as limpezas será adotado para 01 ano, devido ao fato de que quanto maior o intervalo entre as limpezas maiores serão as dimensões necessárias para cada elemento do sistema de tanque séptico, aumentando assim os custos de aquisição ou construção e instalação.

A tabela comparativa, foi elaborada tendo como referência preliminar os dados de entrada gerados pelos parâmetros prévios: tipo de domicílio, padrão econômico do domicílio e número de quartos. Após os referidos dados serem aplicados nas tabelas constante das NBRs 7229/1993 e 13969/1997, ambas da ABNT, obteve se através de suas tabelas, os “dados de saída” como: o número de pessoas por quarto; o volume de esgoto em litros por dia produzido por cada pessoa; o período de detenção do esgoto em dias; a taxa de acumulação do lodo digerido em dias; a contribuição de lodo fresco em litro/pessoa; além das dimensões mínimas e máximas, dentre outros dados necessários e imprescindíveis para a definição de cada elemento do sistema. A tabela 06 apresenta esses dados referenciais.

Tabela 06: Dados Referenciais de Entrada e Saída.

Referências Necessárias para o Dimensionamento de Sistemas Descentralizados de Tratamento de Esgotos Em Consonância com as NBR 7229/93 e NBR 13969/97 da ABNT								
DADOS DE ENTRADA			DADOS DE SAÍDA					
Tipo do Domicílio	Padrão Econômico	Nº de Quartos	Nº de Pessoas Fixas no Domicílio (N)	Litros de Esgoto Produzidos por Pessoa/Dia (C)	Contribuição Diária de Esgoto em Litros (N*C)	Período Detenção em Dias (T)	Taxa de Acumulação do Lodo Digerido/Dia (K)	Contribuição de Lodo Fresco (Lf)
Residencial	Baixo	02	04	100	400	1,00	65	1,00

Fonte: elaborada pelo autor

A determinação da taxa de acumulação do lodo digerido (K), foi obtida através da “Tabela 3” da NBR 7229/1993, onde os valores de K são obtidos pela escolha e indicação prévias do intervalo em que se pretende realizar as limpezas periódicas (em anos), na coluna relativa na tabela, correlacionado o valor desse intervalo à coluna de temperatura ambiente do mês mais frio, no município, obtendo se assim a taxa de acumulação total do lodo (K) em dias. No presente trabalho optou se pelo intervalo entre de limpezas de 01 ano, por terem os intervalos uma relação direta com o volume e consequentemente com as dimensões do tanque séptico, como se observa na formula de determinação de volumes para o tanque séptico:

Formula para a Determinação de Volumes para o Tanque Séptico:

$$V = 1000 + N (CT + K Lf).$$

O cálculo da área em m² e consequentemente das dimensões do elemento Sumidouro é obtido através da definição prévia da Taxa de Percolação em min/m, do solo, em onde o sumidouro será instalado, esse coeficiente determina a velocidade em minutos por metro em que o efluente lançado sobre o mesmo será infiltrado no solo. Para que se obtenha esse valor a NBR 13969/97 orienta quanto aos procedimentos necessários para que sejam obtidos esses valores, também é possível determina los seguindo as orientações constantes do Manual de Saneamento da FUNASA, (Fundação Nacional de Saúde). Para o distrito de Itaipuaçu, foi adotado a Taxa de Percolação com valor de 60, devido a predominância de solo do tipo: argila arenosa e/ou siltosa, de absorção vagarosa. A Tabela 07 mostra as formulas e os volumes e área encontrados para cada elemento do sistema de tanque séptico (FUNASA, 2007).

Tabela 07: Fórmulas para Determinação de Volumes e Área

Fórmulas para Determinação de Volume e Área dos Elementos dos Sistemas Descentralizados de Tratamento de Esgotos		
Tanque Séptico m ³ $V = 1000 + N(CT + K Lf)$	Filtro Anaeróbio m ³ $V_u = 1,6 NCT$	Sumidouro m ² $A = V/Tp^*$
Onde: V = volume útil em m³ 1000 = constante N = numero de pessoas no domicilio C = contrib. diaria de esgoto por pessoa em litros T = periodo detenção do esgoto em dias K = taxa de acumulação do lodo digerido em dias Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou litro/unidade x dia	Onde: Vu = volume útil do leito filtrante em m³ (1,6) = constante N = número de contribuintes C = contribuição diaria de esgoto em litros por pessoa por dia T = tempo de detenção hidráulica em dias	Onde: A = area útil do meio filtrante em m² V = volume de contribuição de esgoto /dia ($N \times C \times T$) Tp = taxa de percolação do solo * adotado o valor de 60
Volume Útil para o Tanque Séptico = 1,66m³	Volume Útil para o Filtro Anaeróbio = 0,64m ³ Volume Ajustado para Seguir Deteminação da Norma = 1,20m³	Area de Infiltração para o Sumidouro = 6,67m²

Fonte: Elaborada pelo autor

Para a confecção dos orçamentos dos modelo de sistemas de tratamento do tipo in loco com anéis de concreto pré-fabricados, para o Sistema de Tanque Séptico, foram levados em consideração para o fornecimento dos materiais, a média dos preços praticados pelo comércio local, os valores para a mão de obra necessária foram obtidos pela média dos preços praticados pelos profissionais

autônomos que atuam no município, pelo fato desta ser uma orçamentação para o levantamento de um sistema de tratamento para uma unidade residencial localizada no próprio município. A exceção se deu para a cotação de preços do modelo Sistema Biodigestor Anaeróbio compacto, pois trata-se de um sistema de tratamento compacto pré-fabricado, porém não disponível para venda no comércio do município, havendo portanto a necessidade de se orçar os valores de material e do frete (através do site de vendas dos fornecedores) e acrescentar a esses o valor médio de mão de obra praticado pelos profissionais autônomos atuantes no município além dos valores relativos à instalação do sumidouro. Os valores aplicados foram resultados de cotações obtidas no mês de agosto de 2021.

Para o modelo de Biodigestor Anaeróbio compacto a ser cotado buscou-se dentre os disponíveis no mercado, aquele que apresentasse as características que mais se aproximassem com dos dados de entrada e de saída para a cotação. O modelo de Biodigestor Anaeróbio utilizado na cotação, possui capacidade de tratar o esgoto de uma residência de baixo padrão para até seis habitantes fixos ou de médio padrão para até quatro habitantes fixos, é leve pesando aproximadamente 30 kg, de fácil instalação não requerendo mão de obra especializada, possui garantia de 05 (cinco) anos, vem acompanhado do manual de instruções, operação e manutenção, além do material para as conexões principais.

8.1. Resultado Encontrado

O resultado pode ser auferido através de comparação nas Tabelas 08, 09 e 10 que se seguem:

Tabela 08: Custos Para o Sistema Tanque Séptico em Blocos de Concreto

LEVANTAMENTO DE CUSTO PARA SISTEMA DESCENTRALIZADO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO					
Concepção	Sistema de Tanque séptico pré fabricado em blocos de concreto				
Elementos do Sistema	custos parciais de cada elemento			custo por elemento	CUSTO TOTAL
	material	frete	mão de obra		
TANQUE SÉPTICO	R\$ 1.037,00	R\$ 0,00	R\$ 800,00	R\$ 1.837,00	
FILTRO ANAERÓBIO	R\$ 1.207,00	R\$ 0,00	R\$ 900,00	R\$ 2.107,00	
SUMIDOURO	R\$ 677,00	R\$ 0,00	R\$ 480,00	R\$ 1.157,00	R\$ 5.101,00

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 09: Custos Para o Sistema Tanque Séptico em Anéis de Concreto

LEVANTAMENTO DE CUSTO PARA SITEMA DESCENTRALIZADO DE TRATATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO					
Concepção	Sistema de Tanque séptico pré Fabricado em anéis concreto				
Elementos do Sistema	custos parciais de cada elemento			custo por elemento	CUSTO TOTAL
	material	frete	mão de obra		
TANQUE SÉPTICO	R\$ 1.431,90	R\$ 0,00	R\$ 480,00	R\$ 1.911,90	
FILTRO ANAERÓBIO	R\$ 1.192,08	R\$ 0,00	R\$ 480,00	R\$ 1.672,08	
SUMIDOURO	R\$ 1.014,53	R\$ 0,00	R\$ 340,00	R\$ 1.354,53	R\$ 4.938,51

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 10: Custos Para o Sistema Biodigestor Anaeróbio Compacto

LEVANTAMENTO DE CUSTOS PARA SITEMA DESCENTRALIZADO DE TRATATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO					
Concepção	Sistema Biodigestor Anaeróbio Compacto + Sumidouro				
Elementos do Sistema	Material de Fabrico	Custos Parciais de cada elemento			CUSTO TOTAL
		material	frete	mão de obra	
Modelo AQUALIMP 600L	polietileno	R\$ 1.624,45	R\$ 161,50	R\$ 340,00	R\$ 2.125,95
SUMIDOURO	Anéis de Concreto	R\$ 1.014,53	R\$ 0,00	R\$ 340,00	R\$ 1.354,53
					R\$ 3.480,48

Fonte: elaborada pelo autor

Como pode ser constatado, apesar de os dois sistemas atenderem de forma satisfatória os parâmetros de economicidade, sustentabilidade e proteção ao meio ambiente é o sistema, Biodigestor Anaeróbio compacto pré-fabricado acrescido de Sumidouro, que no primeiro momento mostra uma vantagem significativa nos custos de aquisição e implantação, porém existem outras vantagens agregadas que se somam tanto de imediato, como outras observadas com o passar do tempo.

Dentre essas vantagens podemos citar:

- Menor área a ser disponibilizada para a construção ou área a ser escavada, enquanto o sistema de tanque séptico (tanque Séptico, filtro anaeróbio e sumidouro) exige a escavação na ordem de 3,50m³, para o Filtro Anaeróbio e o sumidouro a exigência de área fica na ordem de 1,60m³.
- A dispensa da necessidade de contratação periódica das empresas chamadas “limpa fossas”, o preço médio para a limpeza de um Sistema de Tanque Séptico para o mês de agosto de 2021 é de R\$ 300,00.

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O presente trabalho teve origem na busca por identificar o empenho do município na busca pelo título de cidade resiliente, além de identificar que ações preventivas e mitigadoras estariam sendo realizadas no tocante aos desastres naturais aos quais a cidade está suscetível e ainda através de análise dos seus recursos hídricos apontar a vulnerabilidade desses frente a um possível desastre natural biológico epidêmico.

Após a avaliação do comportamento do município de Maricá em relação à sua candidatura ao título de cidade resiliente, na Campanha internacional “Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade Está se Preparando! ”, conclui-se que essa tem se envolvido e atuado satisfatoriamente quanto às medidas de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação aos riscos de desastres aos quais está exposta, e isto a deixa em uma situação confortável quanto ao cumprimento dos requisitos necessários para fazer jus ao título de cidade resiliente, pois as ações realizadas após sua candidatura possuem relação direta com cada um dos dez passos essenciais para a obtenção do pretendido título.

As ações positivas do município quanto à gestão de desastres naturais aos quais é suscetível, também atuam positivamente sobre os recursos hídricos, pois os desastres que mais atingem o município são decorrentes de precipitações pluviométricas fora dos padrões esperado para determinados períodos. Ações como, limpeza e desassoreamento de canais e corpos hídricos, ampliação e construção de novas galerias pluviais, e rede de coleta de esgoto, acabam por proteger não só a população diretamente como os mananciais e recursos hídricos indiretamente.

No tocante aos aspectos hídricos, foi constatado que, mesmo diante das dificuldades de poder ofertar para a população do município água potável em quantidade e qualidade desejável, que o município tem se empenhado na busca por viabilidades e alternativas para o atendimento ao maior número possível de munícipes. Em relação a oferta de tratamento adequado de esgoto sanitário, tem se aí maior a dificuldade da administração pública em ofertar uma solução em curto ou médio prazo, restando na maioria dos casos aos munícipes a busca por soluções, muita das vezes sem o menor controle ou garantia de sua eficiência.

Essa deficiência gera afetação no desempenho de uma cidade candidata a ser reconhecida como resiliente, portanto há de se buscar uma solução em curto prazo para se evitar assim um possível e provável desastre natural biológico epidêmico, e suas indesejadas consequências, esses ocasionados pela falta e controle de tratamento adequado e o descarte indevido do esgoto gerado pelos domicílios.

A alternativa apresentada foi o modelo descentralizado de tratamento de esgoto, nesse sentido, optou se pela continuidade, ampliação e um controle mais rígido, para o distrito de Itaipuaçu, do já utilizado modelo de Sistema de Tanque Séptico, composto de: Tanque Séptico, Filtro Anaeróbio e Sumidouro, e ainda a opção da adoção de um modelo compacto com as mesmas funções e eficiência, porém com menor custo de implementação, de manutenção e limpeza, que é o Biodigestor Anaeróbio.

Fica aqui a sugestão de mais estudos e pesquisas voltados ao acompanhamento do uso do modelo de Biodigestor Anaeróbio Compacto em domicílios no meio urbano, onde o aproveitamento do biogás não seja o objetivo principal, mas sim a qualidade e atendimento aos parâmetros legais e normativos do seu efluente, onde há a necessidade de serem mantidos os padrões exigidos no uso do sistema de tanque séptico. Devido a maior concentração e proximidade dos domicílios e maior dependência das águas proveniente dos lençóis freáticos, o que demanda a necessidade de acompanhamento constante por conta de variações de tempo de uso, apesar de a maioria dos fabricantes garantirem o produto por cinco anos, alterações de ordem de eficiência e eficácia precisam ser observadas, durante e além desse período. Isso é desejável para não ó garantir uma boa relação custo benefício como vantagem econômica, mas também e principalmente para se prevenir e garantir a proteção dos lençóis freáticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIPRANDI, D. C. ET AL. ANÁLISE TIPO-MORFOLÓGICA DA PAISAGEM E DO SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES URBANOS DO MUNICÍPIO DE MARICÁ - RJ. **VIII COLÓQUIO QUAPÁ-SEL- Rio de Janeiro - 2013**, v. 1, p. 12, 2013.

ALMEIDA, F. DE. Emprego de Biodigestores Anaeróbios no Aproveitamento Energético de Resíduos Animais e Controle da Poluição Ambiental. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz** , Ano I nº 3, p. 12, 2013.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ANDREOLI, C. V. **Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final**. 1ª edição ed. Rio de janeiro-RJ: ABES, 2009.

ARRIAL, M.; ARRIAL, L. Pensamentos sobre centros urbanos resilientes. **Revista Thema - IFSUL**, v. 14, n. 2, p. 318–328, 2017.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**.Rio de janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969: Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação**.Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário: Projeto e execução**.Rio de Janeiro, 1999.

ÁVILA, R. O. DE. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMAS TANQUE SÉPTICO-FILTRO ANAERÓBIO COM DIFERENTES TIPOS DE MEIO SUPORTE**. Rio de janeiro-RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

BAHIENSE, M. DE C. M. **Zoneamento Ecológico-Econômico de Maricá**. Niterói -

RJ: Universidade Federal Fluminense, 2003.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. **Lodo de Esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura**. 1ª ed. Jaguariúna - SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

BRASIL. LEI Nº 9.433/1997, Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, p. 12, 1997.

BRASIL. **Glossário de defesa civil - estudos de riscos e medicina de desastres**. 5ª Rev. ed. Brasília: Antônio Luiz Coimbra de Castro, 2002. v. I

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011, CONAMA. **Diário Oficial da União**, p. 8, 2011.

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01/2012. **Ministério da Integração Nacional**, p. 8, 2012a.

BRASIL. LEI Nº 12.608/2012, Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Diário Oficial da União**, p. 11, 2012b.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Ministério da Saúde**, p. 926, 2017.

BRASIL. **DECRETO Nº 10.593/2020 organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil** BRASIL, 2020.

BRASIL. LEI Nº 14.6026 /2020, Marco Legal do Saneamento. **Diário Oficial da União**, p. 26, 2021.

BRASIL - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Construindo Cidades Resilientes**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/defesa-civil-no-brasil-e-no-mundo-1/cidades_resilientes_2010_2020_lista_participantes.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

CASTELLO BRANCO, M. DO S. L.; SAITO, C. H. Prevenção de desastres de origem hídrica no Brasil: avaliação do nível de implementação do Quadro de Ação de Hyogo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 42, n. December 1999, p. 180–201, 2017.

COMUNICA BACIA DE SANTOS. **Tabela de Recebimento de Royalties e**

Participação Especial 2020. Disponível em: <https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/conteudo/royalties.html>. Acesso em: 2 ago. 2021.

CONEN. **Plano Municipal Saneamento Básico Município de maricá.** maricá - RJ: [s.n.].

CORNELLI, R. **Análise e Seleção de Alternativas Sustentáveis de Esgotamento Sanitário.** Porto Alegre - RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

CPRM-EMBRAPA SOLOS. **Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro - Higrogeologia do Estado do Rio de Janeiro.** EMBRAPA ed. Rio de Janeiro-RJ: EMBRAPA SOLOS, 2000.

CPRM. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Maricá, RJ.** Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/18466>. Acesso em: 2 ago. 2021.

DA SILVA, W. T. L. et al. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbico para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. **Química Nova**, v. 35, n. 1, p. 35–40, 2012.

DEFESA CIVIL DE CAMPINAS - SP. Plano de Resiliência Campinas 2017 - 2020. p. 274, 2020.

DIAS, A. P.; ROSSO, T. C. DE A.; GIORDANO, G. Coletânea em Saneamento Ambiental. **Série Temática: Recursos Hídricos e Saneamento**, v. 2, p. 139, 2012.

EIRD/ONU. Marco de Ação de Hyogo 2005-2015. **Genebra, Suíça**, p. 6, 2007.

FERREIRA, K. A. Resiliência urbana e a gestão de riscos de escorregamentos: uma avaliação da defesa civil do município de Santos - SP. 2016.

FERREIRA, V. L. D. **A Influência Antrópica Na Qualidade Das Águas Do Rio Ubatiba, Maricá-Rj.** Niterói - RJ: Universidade Federal Fluminense, 2017.

FUNASA. **Manual de Saneamento 3a Edição.** [s.l: s.n.].

FUNASA. Impactos na saúde e no Sistema Único de Saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado. **Fundação Nacional de Saúde**, p. 246, 2010.

HELENO, S.; FERREIRA, G. CAPACIDADE DOS MUNICÍPIOS NO DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO DO RISCO DE DESASTRES POR MEIO DOS SEUS ÓRGÃOS DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL: estudo aplicado aos municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte, que declararam situação de emergência no período ch. p. 107, 2012.

HUNT, C. C. Modelo Multicritério De Apoio À Decisão Aplicado À Seleção De Sistema De Tratamento De Esgoto Para Pequenos Municípios. p. 120, 2013.

IBAM. **Plano diretor: Apresentação e Caracterização Geral do Município de Maricá/Rj.** maricá - RJ: Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM, 2020.

IBGE. **IBGE cidades - maricá - RJ.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/marica/panorama>>.

IBGE. **IBGE, Cidades e Estados.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/marica.html>>. Acesso em: 17 abr. 2020b.

INEA. ATLAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA V Baía de Guanabara e Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá. **Comitê de Bacia da Baía de Guanabara**, v. I, p. 229, 2021.

INEP. **INEP DATA, Catalogo de Escolas.** Disponível em: <<https://inepdata.inep.gov.br/analytics/saw.dll?dashboard>>. Acesso em: 3 ago. 2021.

JACQUES, P. D. **geoprocessamento bacia do ubatiba.pdf.** Niterói - RJ: Universidade Federal Fluminense, 1997.

MADEIROS, H.; GRIGIO, A.; PESSOA, Z. **Desigualdades e justiça ambiental: um desafio na construção de uma cidade resiliente.** [s.l: s.n.].

MENDONÇA, S. R. **Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos.** 1ª ed. João pessoa - PB: [s.n.].

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **CNS SUS.** Disponível em: <<http://cnes.datasus.gov.br/pages/estabelecimentos/consulta.jsp>>. Acesso em: 6 jul. 2021.

MOTA, H. “O que é IDH?”, **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-idh.htm>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

OLIVEIRA, J. C. DE. Utilização de um biodigestor para tratamento de esgoto e geração de energia: um estudo de caso na comunidade de Portelinha/RJ. p. 82, 2018.

ONU/EIRD. Marco de Ação de Hyogo 2005-2015. p. 6, 2005.

PERMINIO, G. B. Viabilidade Do Uso De Biodigestor Como Tratamento De Efluentes Domésticos Descentralizado. p. 56, 2013.

PNUD BRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

POZZER, C. P.; COHEN, S. C.; COSTA, F. DA S. O marco de acção de Hyogo aplicado à gestão de risco de inundação no Brasil e em Portugal. **Territorium: Revista Portuguesa de riscos, prevenção e segurança**, n. 21, p. 49–70, 2014.

RAMADON, L. F. **ECOSSISTEMAS EM AGONIA: HISTÓRIA AMBIENTAL DE MARICÁ**. Rio de Janeiro-RJ: Instituto Superior dos Estudos da Religião-ISER, 1996.

REIS, A. DOS S. Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos em Biodigestor Anaeróbio. **Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru**, p. 63, 2012.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Decreto nº 40.156, de 17 de outubro de 2006. **Diario Oficial do Estado -RJ**, p. 8, 2006.

ROSÁRIO, T. M. S. **APLICAÇÃO DO SISTEMA COMBINADO POR FILTRO ANAERÓBIO SEGUIDO DE BIOFILTRO AERADO SUBMERSO AO TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE UNIDADES RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES**. Brasília -DF: Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C. P. **Caracterização Climatológica e Tendências Observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro-RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

TABOADA, N. G.; LEGAL, E. J.; MACHADO, N. Resiliência: em busca de um

conceito. **Revista Brasileira crescimento**, v. 16, n. 3, p. 104, 2006.

TONETTI, A. L. et al. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. [s.l: s.n.].

TOPOGRAPHIC-MAP. **Mapa Topográfico de Maricá -RJ**. Disponível em: <<https://pt-br.topographic-map.com/maps/join/Maricá/>>. Acesso em: 3 ago. 2021.

TOSETTO, M. DE S. **Tratamento Terciário De Esgoto Sanitário Para Fins De Reúso Urbano**. [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2005.

TRATA BRASIL. **O QUE É SANEAMENTO?** Disponível em: <<https://www.tratabrasil.org.br/saneamento/o-que-e-saneamento>>.

TSUTIYA, M. T. P. A.; SOBRINHO. **COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTO SANITÁRIO**. 1ª ed. São Paulo- SP: WinnerGraph, 2011.

UNDRR. **CHANGE OF ACRONYM FROM UNISDR TO UNDRR**. Disponível em: <The United Nations Office for Disaster Risk Reduction known as UNISDR and designated as a focal point for disaster risk reduction within the United Nations system, wishes to inform you that, as of May 1 of this year, it adopts the acronym of UNDRR in orde>. Acesso em: 2 fev. 2020.

UNDRR. **Sobre a Campanha Cidades Resilientes UNDRR/ONU**. Disponível em: <<https://eird.org/camp-10-15/port/sobre-a-campanha.html>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

UNISDR. UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION- isdr. **Terminology on Disaster Risk Reduction**, p. 35, 2009.

UNISDR. Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030. **Luz e ciência para reduzir o risco de desastres e preservar a vida**, p. 25, 2015a.

UNISDR. **Sobre a Campanha Construindo Cidades Resilientes**. Disponível em: <<https://eird.org/americas/index.html>>. Acesso em: 15 ago. 2020b.

VON SPERLING, M. **Tratamento de esgotos domésticos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª edição ed. Belo Horizonte- MG: SEGRAC, 1996.

WILKIE, A. C. Biogas and anaerobic digestion: fundamentals and application. p. 1–

29, 2004.

ZAGO, M.; DUSI, L. Tratamento De Esgoto Por Fossa Séptica E Unidades Complementares: Estudo De Caso Na Cidade De Fraiburgo-Sc. **IGNIS: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia de Informação**, v. 6, n. 2, p. 95–114, 2017.