

# ESTUDOS TÉCNICOS E PLANEJAMENTO PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

MUNICÍPIO DE MACAÉ

## SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	5
2	INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	7
3	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO.....	9
3.1	Localização e inserção regional.....	9
3.2	Demografia.....	10
3.3	Parcelamento, uso e ocupação .....	11
3.4	Áreas de interesse social.....	12
3.5	Desenvolvimento humano.....	14
3.6	Educação .....	15
3.7	Saúde .....	15
3.8	Atividades e vocações econômicas .....	16
3.9	Unidades de Conservação.....	17
3.10	Áreas de preservação permanente .....	20
3.11	Disponibilidade hídrica e qualidade das águas .....	21
4	DIAGNÓSTICO .....	34
4.1	Situação da prestação dos serviços de saneamento básico .....	34
4.2	Abastecimento de Água .....	35
4.2.1	Caracterização geral.....	35
4.2.2	Regulação e tarifação .....	38
4.2.3	Avaliação da oferta e demanda .....	40
4.2.4	Monitoramento da qualidade da água.....	41
4.3	Esgotamento Sanitário .....	42
4.3.1	Caracterização geral.....	42
4.3.2	Regulação e tarifação .....	44
4.3.3	Monitoramento da qualidade dos efluentes .....	45
4.3.4	Lançamento de efluentes.....	45
5	OBJETIVOS E METAS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS.....	48
5.1	Projeção Populacional e Definição de Cenários .....	48
5.2	Abastecimento de Água .....	49
5.2.1	Objetivos .....	49
5.2.2	Metas e Indicadores.....	50
5.2.3	Demanda pelos serviços.....	53
5.3	Esgotamento sanitário.....	60

5.3.1	Objetivos .....	60
5.3.2	Metas e Indicadores.....	60
6	PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES.....	64
6.1	Programa de Abastecimento de Água .....	64
6.1.1	Obras de ampliação e melhoria .....	65
6.1.2	Obras complementares.....	71
6.1.3	Consolidação das ações e prazos .....	72
6.2	Programa de Desenvolvimento Institucional .....	73
7	AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS.....	78
7.1	Abastecimento de água .....	80
7.2	Esgotamento Sanitário .....	82
8	MECANISMOS E PROCEDIMENTOS PARA A AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DA EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DAS AÇÕES PROGRAMADAS.....	85
9	INVESTIMENTOS E CUSTOS OPERACIONAIS.....	89
9.1	Premissas de Investimentos .....	89
9.1.1	Custos paramétricos e curvas de custo .....	89
9.1.2	Reinvestimento.....	89
9.1.3	Outros custos .....	89
9.2	Premissas de avaliação de Despesas Operacionais (Opex) .....	90
9.2.1	Produtos químicos .....	90
9.2.2	Energia (kW) .....	90
9.2.3	Recursos humanos.....	91
9.2.4	Transporte de lodo.....	91
9.2.5	Manutenção das obras civis e equipamentos.....	91
9.2.6	Miscelâneas .....	91
9.3	Tabelas de Capex e Opex.....	91
9.4	Fontes de Financiamento .....	94
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	96

# 1. APRESENTAÇÃO

## 1 APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o planejamento para a universalização dos sistemas de abastecimento de água e do esgotamento sanitário do município de **Macaé**.

O planejamento consiste em uma importante tarefa de gestão e administração, que está relacionada com a preparação, organização e estruturação de um determinado objetivo e contém um projeto referencial de engenharia com os conceitos para o desenvolvimento das ações previstas para a universalização dos serviços.

## 2. INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

## 2 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

A Lei Federal nº 11.445/2007 instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico, tendo como objetivo consolidar os instrumentos de planejamento e gestão afetos ao saneamento, com vistas a universalizar o acesso aos serviços, garantindo qualidade e suficiência no suprimento dos mesmos, proporcionando melhores condições de vida à população, bem como a melhoria das condições ambientais.

De acordo com essa lei, é obrigação de todas as prefeituras elaborarem seus Planos Municipais de Saneamento Básico, tendo como prazo final de conclusão o dia 31 de dezembro de 2019, conforme Decreto Federal nº 9.254/2017 (BRASIL, 2007; 2017). Os Planos Municipais de Saneamento Básico se configuram em uma ferramenta de planejamento estratégico para a futura elaboração de projetos e execução de Planos de Investimentos com vistas à obtenção de financiamentos para os empreendimentos priorizados. São instrumentos que definem critérios, parâmetros, metas e ações efetivas para atendimento dos objetivos propostos, englobando medidas estruturais e não estruturais.

### 3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO

### 3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO

#### 3.1 Localização e inserção regional

O município de Macaé está localizado na Mesorregião Litorânea Norte Fluminense nas coordenadas 22° 37' 17" Latitude Sul e 41° 47' 9" Longitude Oeste. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município compreende uma área total de 1.230,91 km<sup>2</sup> a qual está subdividida em 6 (seis) distritos: Sede-Macaé, Cachoeiros, Córrego do Ouro, Frade, Glicério e Sana (IBGE, 2019).

O município faz divisa com 6 (seis) municípios - Carapebus, Conceição de Macacu, Rio das Ostras, Casimiro de Abreu, Trajano de Moraes e Nova Friburgo- e está totalmente inserido na Região Hidrográfica RH-VIII Macaé das Ostras que compõe a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

O município dista, aproximadamente, 182 km da capital do Rio de Janeiro, com acesso principal pelas rodovias RJ-155, RJ-106, RJ-162, RJ-168 e BR-101. Na Figura 1 está apresentada a delimitação e localização do município de Macaé.

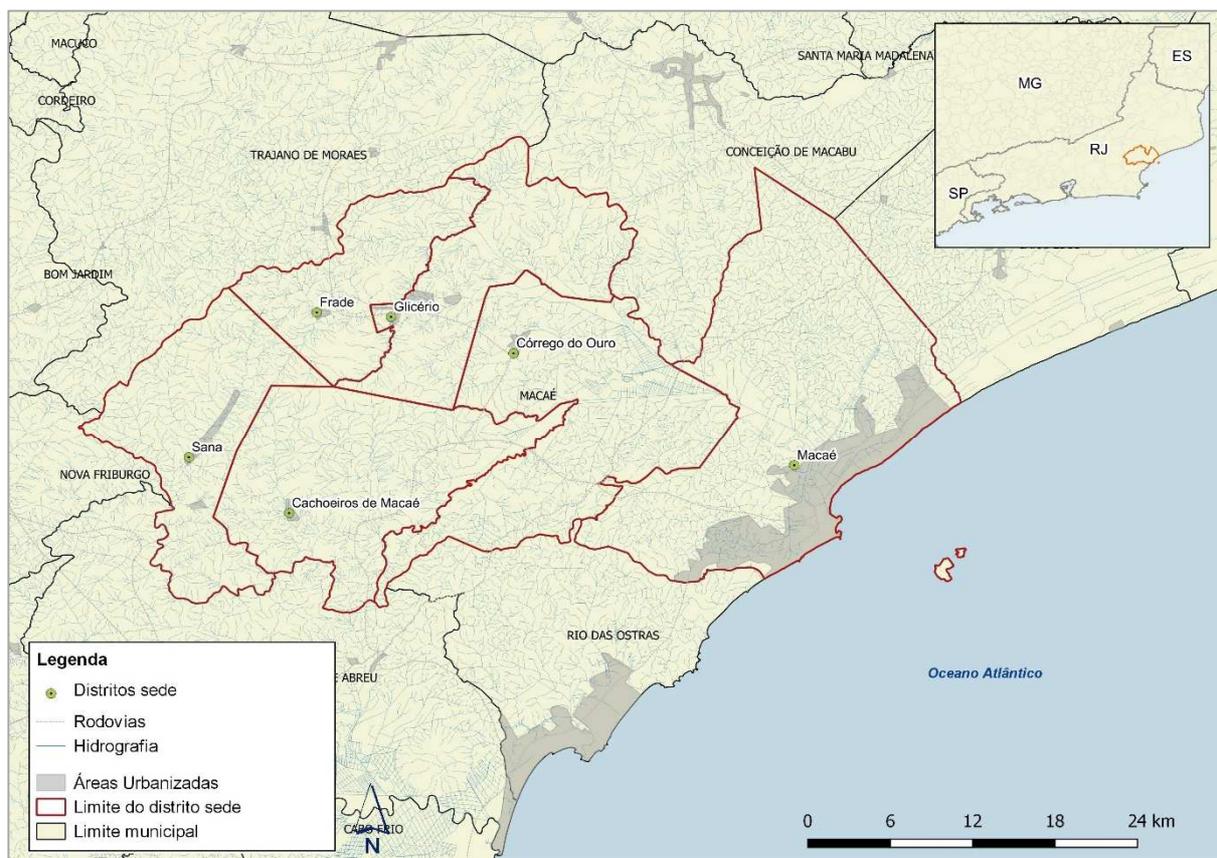


Figura 1: Localização e delimitação dos Distritos do município de Macaé

### 3.2 Demografia

De acordo com o último Censo do IBGE, para o ano de 2010, o município de Macaé possuía um total de 206.728 habitantes, com densidade demográfica de 169,89 hab./km<sup>2</sup>. Para o ano de 2018, a população foi estimada em 256.672 habitantes, representando um crescimento de aproximadamente 1,24% (IBGE, 2019). Ressalta-se que do total de habitantes, 98,13% correspondem à população urbana e 1,87% à população rural.

De acordo com o Atlas de Desenvolvimento Urbano do Programa das Nações Unidas (PNUD), Macaé apresentou entre os anos de 2000 a 2010, uma taxa média de crescimento populacional de 4,56% e, ainda nessa década, a taxa de urbanização municipal foi de 98,13%, acarretando um crescimento de 2,96%. Na década anterior, entre os anos de 1991 a 2000, apresentou crescimento populacional, com taxa média anual de 3,92%, 0,64% menor quando comparada com a década seguinte. Neste período, a taxa de urbanização representou um aumento de 3,43%, passando de 91,74% para 95,17% (PNUD, 2013).

Conforme pode ser observado na Figura 2, entre o período de 1991 a 2010, o número de habitantes da área rural reduziu, atingindo 1,87% da população total no ano de 2010, segundo informações disponibilizadas pelo PNUD (2013).

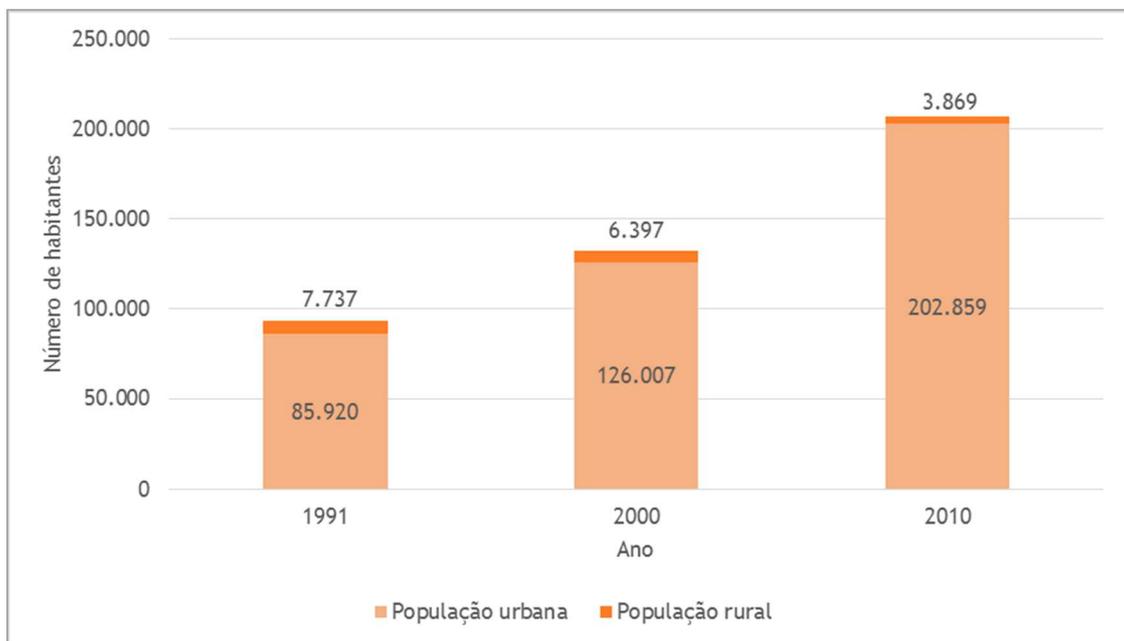


Figura 2: Dinâmica populacional de Macaé

Fonte: PNUD (2013)

### 3.3 Parcelamento, uso e ocupação

A Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor de Macaé, instituídos pela Lei Complementar, n° 279, de 17 de janeiro de 2018, objetivam consolidar o município como um importante centro de desenvolvimento regional, polo nacional de produção energética e sede de atividades produtivas diversificadas e geradoras de emprego e renda. Nesse sentido, o Plano Diretor ressalta que o território do município será ordenado por meio do parcelamento, uso e ocupação do solo de modo a atender às funções econômicas e sociais da cidade, compatibilizando o desenvolvimento urbano, o sistema viário, as condições ambientais, transporte, saneamento e demais serviços, com o Zoneamento Urbano e Rural de Macaé.

No que tange ao parcelamento, uso e ocupação do solo, faz-se importante ressaltar a Lei Complementar nº141/2010, que estabelece normas complementares à Lei nº 076, de 18 de dezembro de 2006 e que dispõe sobre o Código de Urbanismo de Macaé. Conforme Título III - Do Ordenamento Urbanístico, Capítulo I Do Zoneamento Urbano, I, Art. 85, o território municipal divide-se em uma 02 (dois) grupos, a saber:

- Macro área de Uso Sustentável - abrange as sedes dos distritos, localidades rurais e núcleos isolados.
- Macrozona de Ambiente Urbano - abrange todo o território municipal e subdivide-se em 07 (sete) Zonas e 05 (cinco) Setores, a saber:
  - Zonas Residenciais (ZR) - áreas com predominância do uso residencial, onde as vias de circulação estão destinadas ao tráfego leve e local em que os níveis de ruído são compatíveis ao uso residencial e onde as atividades comerciais e de serviços, preferencialmente de pequeno porte, somente podem estar instaladas em setores viários;
  - Zonas de Uso Diversificado (ZUD) - áreas onde a diversificação do uso do solo deverá ser garantida, buscando a integração das atividades comerciais e de prestação de serviços ao uso residencial, de forma a otimizar a utilização dos equipamentos e da infraestrutura instalados e promover a ocupação de vazios urbanos, mantida a qualidade do desempenho das funções urbanas;
  - Zonas de Uso Institucional (ZUI) - áreas de abrangência territorial relevante, onde são desenvolvidas atividades específicas, relacionadas a uma instituição governamental;
  - Zonas Industriais (ZI) - áreas com predominância de atividades de cunho industrial e de serviços de grande porte, admitindo-se a instalação de

atividades potencialmente poluidoras, que, portanto, devem evitar a convivência ao uso residencial;

- Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIA) - são áreas de propriedade pública ou privada, sobre as quais se impõem restrições ao uso e à ocupação do solo, visando à proteção de corpos d'água, vegetação ou qualquer outro bem de valor ambiental definido em legislação específica;
- Zonas de Expansão Urbana (ZEU) - constituem reservas de áreas para expansão do tecido urbano, cuja ocupação deve se dar em longo prazo, sendo favorável à atividade agropecuária, voltada para o abastecimento local e à implantação de condomínios e loteamentos fechados;
- Setores Especiais de Requalificação Urbano-Ambiental (SRU) - área destinada à recuperação do ambiente natural ou construído, que esteja em processo de degradação;
- Setores Especiais de Preservação Ambiental (SPA) - área destinada à recuperação e preservação de Áreas de Preservação Permanente, conforme definição constante em legislação ambiental federal, sendo recomendado o reassentamento das ocupações irregulares;
- Setores Especiais de Preservação Histórico-Cultural (SPH) - áreas ou imóveis destinados à recuperação e à preservação do patrimônio municipal de valor histórico e cultural;
- Setores Viários Estruturais (SVE) - áreas destinadas à instalação de empreendimentos de grande porte, localizada prioritariamente às margens de eixos viários que admitem o tráfego intenso e pesado, tais como as vias arteriais e de trânsito rápido;
- Setores Viários de Serviços (SVS) - áreas destinadas à instalação de comércio e serviços complementares ao uso residencial, localizados prioritariamente ao longo de vias coletoras ou de acesso às zonas residenciais.

Por fim, as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) são áreas que se caracterizam por assentamentos de baixa renda irregulares e consolidados ou áreas subproveitadas e que serão detalhadas no item 3.4 destinado às Áreas de Interesse Social.

### 3.4 Áreas de interesse social

Em concordância com Código de Urbanismo de Macaé (Lei n° 141/2010), as Zonas de Especial Interesse Social (ZEIS) compreendem áreas públicas ou privadas, ocupadas ou parceladas clandestina ou irregularmente por população de baixa renda, cujas condições

urbanísticas e de infraestrutura, equipamentos e serviços urbanos não são considerados satisfatórios. O Código ressalta que, em consideração as características de uso e ocupação da área urbana, as ZEIS subdividem-se em:

- Zona Especial de Interesse Social 1 - localizada no extremo norte do Município, compreende os limites do Loteamento Balneário Lagomar;
- Zona Especial de Interesse Social 2 - localizada na gleba Nossa Senhora da Ajuda, entre a linha férrea, a estrada MC-01 e a Linha Azul, compreende os limites do loteamento Nossa Senhora da Ajuda;
- Zona Especial de Interesse Social 3 - ocupação irregular sobre propriedade rural (Fazenda Piracema), localizada às margens da Linha Azul e limitada pela linha férrea;
- Zona Especial de Interesse Social 4 - localizada no estuário do Rio Macaé e denominada Nova Esperança, distingue-se pela grande extensão territorial, elevada densidade populacional em área sujeita a constantes alagamentos e pelo traçado irregular das vias de circulação, decorrente do processo espontâneo de ocupação;
- Zona Especial de Interesse Social 5 - localizada no estuário do Rio Macaé e denominada Nova Holanda, compreende os limites de antigo loteamento inacabado;
- Zona Especial de Interesse Social 6 - localizada no 1º Subdistrito (Barra de Macaé) e inserida na localidade denominada Brasília, caracteriza-se pelo adensamento construtivo de pequena faixa territorial às margens da rodovia RJ-106 (antiga Vila de Pescadores), estendendo-se até o canal Macaé-Campos e incluindo a ocupação de faixas marginais de proteção de canais;
- Zona Especial de Interesse Social 7 - localizada em faixa litorânea e inserida na localidade denominada Fronteira;
- Zona Especial de Interesse Social 8 - próxima à rodovia RJ-168, delimitada pelo canal Virgem Santa e o braço antigo do Rio Macaé e denominada Malvinas, tem sua origem na ocupação de área destinada ao depósito de lixo (“lixão”);
- Zona Especial de Interesse Social 9 - localizada às margens da rodovia RJ-168 e denominada Botafogo, caracteriza-se pela ocupação de área sujeita a constantes alagamentos pela presença de diversos canais e ocupação das faixas marginais de proteção;
- Zona Especial de Interesse Social 10 - localizada em bairro predominantemente residencial;

- XI - Zona Especial de Interesse Social 11 - compreende os lotes 7, 9 e 11 da gleba Nossa Senhora da Ajuda, destinados, respectivamente, aos programas habitacionais Loteamento Residencial Bosque Azul 02, Loteamento Residencial Bosque Azul 03, Loteamento Residencial Bosque Azul 01.

### 3.5 Desenvolvimento humano

No que se refere ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), conforme informações disponibilizadas pelo PNUD (2013), o Município de Macaé apresenta evolução em todas as componentes do IDHM: Educação, Renda e Longevidade.

Para o ano de 2010, o IDHM foi de 0,764, classificando Macaé na faixa de Desenvolvimento Humano “Alto”. A taxa de crescimento foi de 14,88% referente ao ano 2000, quando apresentava um índice de 0,665. Considerando o período de 2000 a 2010, a componente que mais apresentou evolução foi Educação; na sequência as componentes de Longevidade e Renda.

De acordo com informações do PNUD (2013), o município de Macaé ocupa a 304ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros segundo o IDHM. Na Figura 3 é possível observar a evolução de cada uma das componentes do IDHM entre o período de 1991 a 2010.

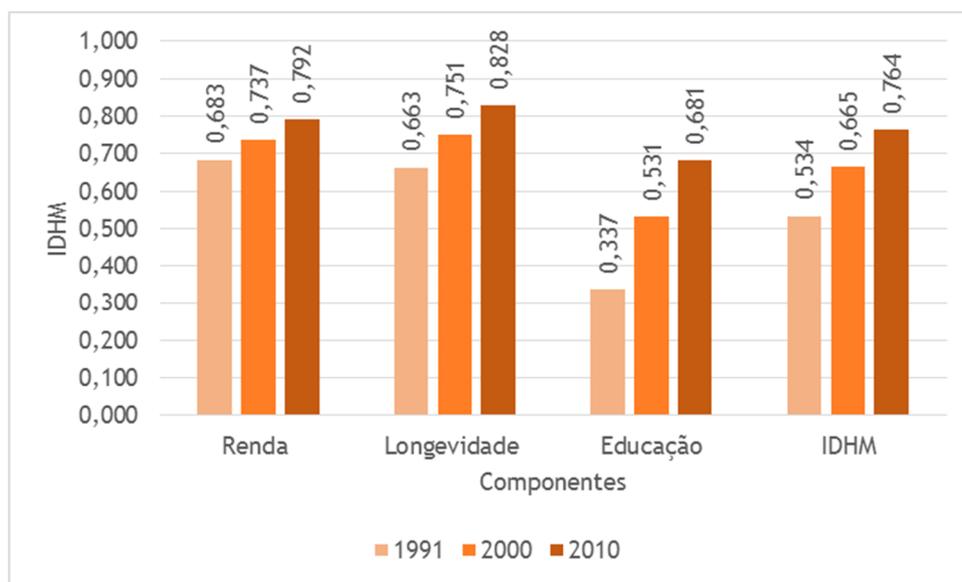


Figura 3: Evolução do IDHM de Macaé

Fonte: PNUD (2013)

No tocante à renda per capita, nas últimas duas décadas o município apresentou um crescimento de 96,64%, passando de R\$ 561,15 no ano de 1991, para R\$ 1.103,42 no ano de 2010, compreendendo uma taxa de crescimento anual no período de 3,62% (PNUD, 2013).

Ainda de acordo com os dados do PNUD (2013), o Índice *Gini*, que mede a desigualdade social, demonstra que município de Macaé apresentou uma redução de 0,01% no período de 1991 a 2010. No ano de 1991 o índice de *Gini* era de 0,57, passando para 0,56 no ano de 2000 e chegando em 0,56 no último ano de informação (2010).

### 3.6 Educação

A escolaridade da população jovem e adulta é um importante indicador de acesso ao conhecimento que também compõe o IDHM Educação. No ano de 2010, 50,98% dos jovens entre 15 a 17 anos possuíam ensino fundamental completo, sendo que entre os jovens de 18 a 20 anos, a proporção de jovens com ensino médio completo era de 44,45%.

Para a população adulta, com 25 anos ou mais, no mesmo ano (2010), 5,19% eram analfabetos, 64,80% possuíam ensino fundamental completo; 48,20% ensino médio completo e 12,75% superior completo. Na Figura 4 está apresentada a evolução da educação da população adulta no período de 1991 a 2010, conforme informações do PNUD (2013).

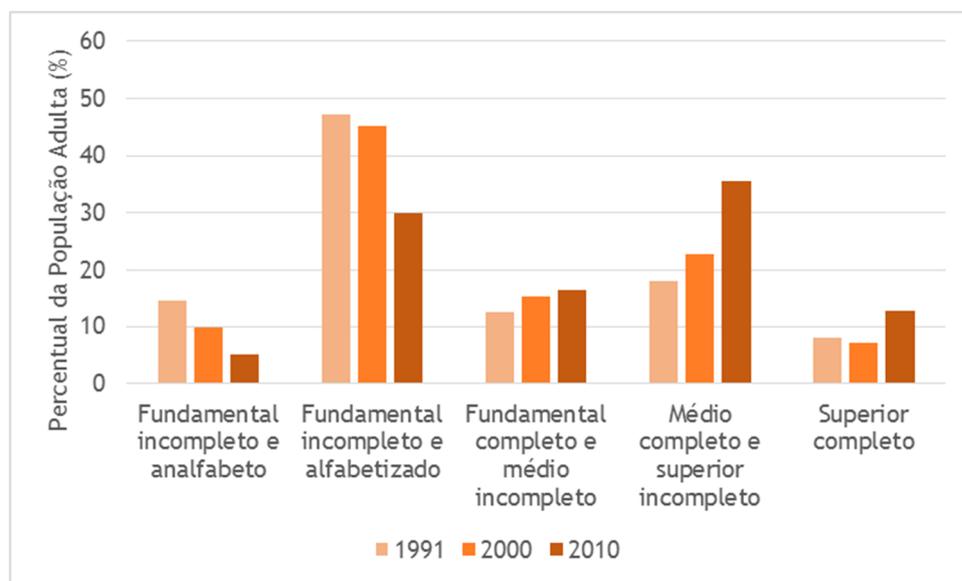


Figura 4: Evolução da Educação da População Adulta de Macaé-RJ

Fonte: PNUD (2013)

### 3.7 Saúde

Doenças relacionadas à ausência de saneamento básico ocorrem devido à dificuldade de acesso da população a serviços adequados de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Na Figura 5 estão apresentados os percentuais de internações e mortes referentes às doenças infecciosas e parasitárias por faixa etária, conforme disposto no Caderno de Informações de Saúde do Rio de Janeiro.

A mortalidade infantil (mortalidade de crianças com menos de um ano de idade) em Macaé, ainda de acordo com dados disponíveis do PNUD (2013), reduziu de 18,2 óbitos por mil nascidos vivos no ano de 2000 para 13,6 óbitos por mil nascidos vivos em 2010. A esperança de vida ao nascer apresentou um aumento de 4,6 anos na última década, passando de 70,1 anos no ano de 2000 para 74,7 em 2010.

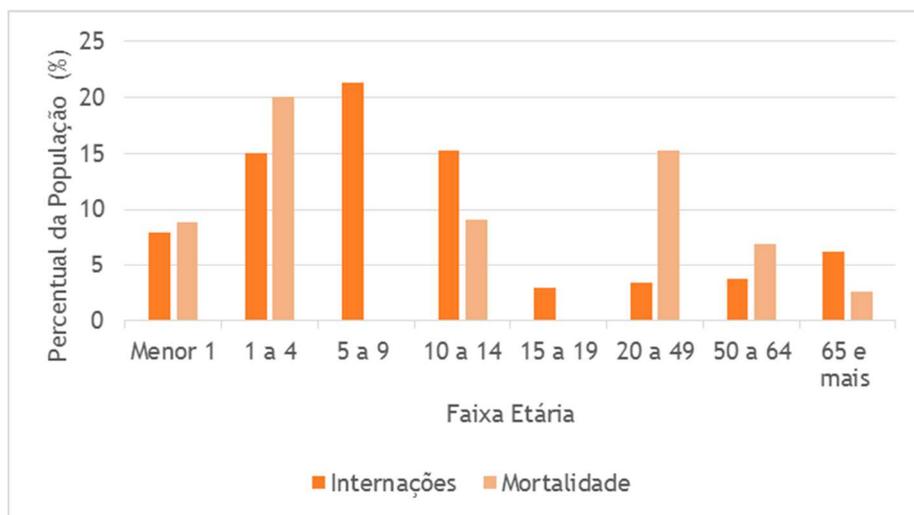


Figura 5: Internações e mortes por doenças infecciosas e parasitárias, de acordo com a faixa etária

Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM (2009)

### 3.8 Atividades e vocações econômicas

Conforme informações disponibilizadas pelo IBGE para o ano 2016, dentre as atividades econômicas que compreendem o PIB do município, destaca-se: agropecuária, indústria, serviços, administração, defesa, educação, saúde e seguridade social.

Na Figura 6 está apresentada a porcentagem de contribuição de cada atividade econômica, sendo que o valor total do PIB equivale a R\$ 17.580.176,08 (x 1000).

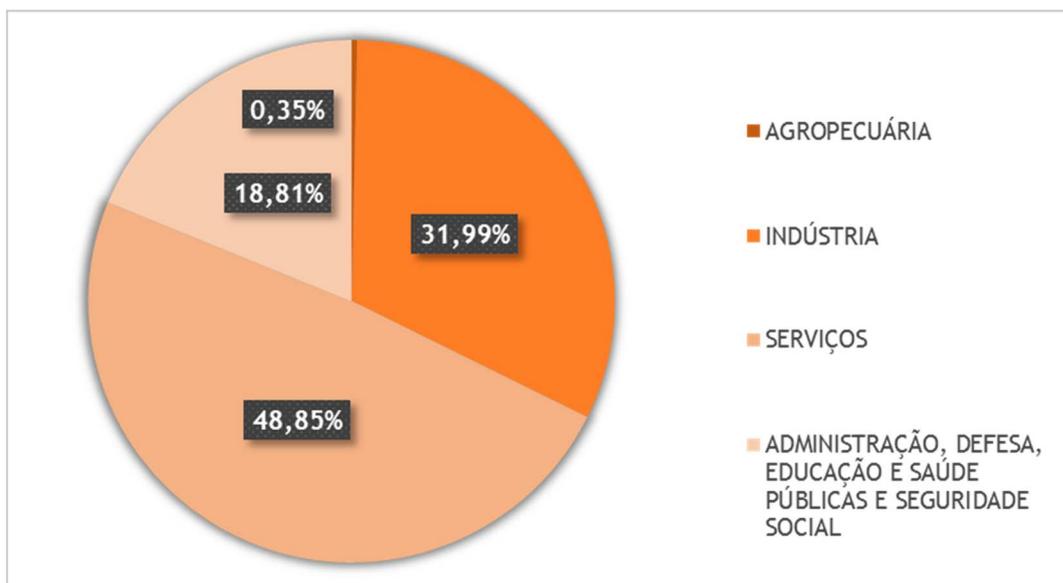


Figura 6: Atividades Econômicas de Macaé

Fonte: IBGE (2016)

### 3.9 Unidades de Conservação

A Lei Federal nº 9985, de julho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) que é responsável por regulamentar os critérios, normas e procedimentos oficiais para a gestão das Unidades de Conservação (UCs), abrangendo essas áreas nos níveis federal, estadual e municipal.

De acordo com a lei, o SNUC estabelece a classificação das UCs, constituindo 12 categorias de espaços, de acordo com os objetivos, propriedades e características particulares de cada área. Inicialmente, as categorias são divididas em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável. As Unidades de Proteção Integral são responsáveis por preservar a natureza, permitindo apenas o uso indireto de seus recursos naturais, em atividades como a pesquisa científica e o turismo ecológico. Já as Unidades de Uso Sustentável têm como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto por cinco categorias de UC, enquanto o das Unidades de Uso Sustentável é dividido em sete categorias, como é possível observar na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação das UCs de acordo com o SNUC

Unidades de Proteção Integral	Unidades de Uso Sustentável
Estação Ecológica	Área de Proteção Ambiental
Reserva Biológica	Área de Relevante Interesse Ecológico
Parque Nacional	Floresta Nacional
Monumento Natural	Reserva Extrativista
Refúgio da Vida Silvestre	Reserva de Fauna
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
	Reserva Particular do Patrimônio Natural

Fonte: BRASIL (2000)

De acordo com o Código de Urbanismo de Macaé (Lei Complementar nº141/2010), Art.96, as Unidades de Conservação encontram-se nas chamadas Zonas Especiais de Interesse Ambiental. Trata-se de áreas de propriedade pública ou privada, sobre as quais se impõem restrições ao uso e à ocupação do solo, visando à proteção de corpos d'água, vegetação ou qualquer outro bem de valor ambiental definido em legislação específica. Conforme Art. 97 do referido Código, as áreas de preservação permanentes estão inseridas ainda nas chamadas Zonas Especiais de Interesse Ambiental e que se subdividem em:

- Zona Especial de Interesse Ambiental 1 - faixa marginal da Lagoa de Imboassica;
- Zona Especial de Interesse Ambiental 2 - vegetação de restinga na praia do Pecado;
- Zona Especial de Interesse Ambiental 3 - vegetação às margens do canal do Capote na Linha Verde;
- Zona Especial de Interesse Ambiental 4 - vegetação de mangue na ilha Colônia Leocádia;
- Zona Especial de Interesse Ambiental 5 - pontal da Barra e faixa de orla;
- Zona Especial de Interesse Ambiental 6 - vegetação de mangue contíguo ao Aeroporto de Macaé;
- Zona Especial de Interesse Ambiental 7 - vegetação de restinga às margens da RJ106 na praia do Barreto;
- Zona Especial de Interesse Ambiental 8 - vegetação de restinga às margens do canal Macaé-Campos, contígua ao PARNA de Jurubatiba;

- Zona Especial de Interesse Ambiental 9 - vegetação contígua ao Terminal de Cabiúnas.

As divisões das unidades de conservação municipais, em características específicas, obedecem a categorização disposta na Lei Federal nº 9985, de julho de 2000. Apresenta-se a seguir a relação das 13 (treze) Unidades de Conservação na área de abrangência do município de Macaé, de acordo com o Painel de Unidades de Conservação Brasileiras no Ministério do Meio Ambiente (MMA,2009):

- Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Sítio Sumidouro e Sítio Peito de Pomba, criada pela Portaria Federal nº 156, de 19 de novembro de 1998;
- RPPN Fazenda Barra do Sana, criada pela Portaria Federal nº65, de 28 de julho de 1999;
- RPPN Ponte do Baião, criada pela Portaria Estadual nº256, de 21 de julho de 2011;
- RPPN Mario e Alba Corral, criada pela Portaria Estadual nº416, de 25 de fevereiro de 2013;
- RPPN Peito de Pomba, criada pela Portaria Estadual, nº649, de 11 de fevereiro de 2016;
- Área de Proteção Ambiental (APA) de Macaé de Cima, criada pelo Decreto Estadual nº29.213, de 14 de setembro de 2001, englobando ainda os municípios de Bom Jardim, Cachoeiras do Macacu, Casimiro de Abreu, Nova Friburgo, Silva Jardim e Trajano de Moraes;
- APA do Sana, criada pela Lei Ordinária Municipal nº2.172 de 30 de novembro de 2001;
- APA do Arquipélago de Santana, criada pela Lei Ordinária Municipal, nº1.216, de 15 de setembro de 2009;
- Parque Nacional Restinga de Jurubatiba, criado pelo Decreto Federal nº39.201, de 29 de abril de 1998, e que abrange também os municípios de Quissamã e Carapebus;
- Parque Natural Municipal Atalaia Gualter Corrêa de Faria, criado pela Lei Ordinária Municipal nº 1.596, de 27 de maio de 1995;
- Parque Natural Municipal do Estuário do Rio Macaé, criado pela Lei Ordinária Municipal nº3.146, de 18 de dezembro de 2008;

- Parque Natural Municipal do Barreto, criado pelo Decreto Municipal nº139, de 30 de novembro de 2016;
- Reserva Biológica União, criada pelo Decreto Federal, s/n, de 22 de abril de 2004, e que abrange também os municípios de Casimiro de Abreu e Rio das Ostras.

Importante mencionar ainda que, de acordo com o Código de Urbanismo, o município conta ainda com uma Área de Proteção Ambiental (APA) denominada Vale Encantado, à qual se aplicam condições especiais para sua utilização, graças aos seus atributos abióticos, bióticos e estéticos, especialmente importante para a qualidade de vida da população.

Em relação à cobertura florestal, no que se refere aos remanescentes do bioma Mata Atlântica, de acordo com o Estudo Socioeconômico do Município de Macaé, no período 2015 a 2016, a cobertura vegetal abrangia 25,11% do território municipal, o correspondente a 30.213 hectares, não tendo sido identificada a incidência de desmatamento nesse período (TCE-RJ,2018).

### 3.10 Áreas de preservação permanente

A Lei Federal nº 12.651/2012, denominada de “Novo Código Florestal” estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal, dentre outras premissas (BRASIL, 2012). De acordo com a referida lei, são classificadas como APP, em zonas rurais ou urbanas, as seguintes áreas: (i) margens de cursos d’água; (ii) áreas do entorno de nascentes, olhos d’água, lagos, lagoas e reservatórios; (iii) áreas em altitudes superiores a 1.800 m; (iv) encostas com declividade superior a 45%; (v) bordas de tabuleiros e chapadas; (vi) topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°.

No que tange às políticas municipais sobre o assunto, cabe destacar a Lei Complementar nº 141/2010 que instituiu o Código de Urbanismo de Macaé. De acordo com a referida Lei, as áreas de preservação permanente inseridas nos parcelamentos urbanos poderão ser utilizadas como espaços livres de uso público para implantação de infraestrutura destinada à prática de esportes, lazer e atividades socioeducativas ao ar livre, desde que atenda às seguintes características: (i) a vegetação seja preservada ou recomposta, de forma a assegurar o cumprimento integral dos objetivos ecológicos da APP; (ii) utilização da área não gere degradação ambiental; (iii) seja observado o limite máximo de 5% de impermeabilização do solo e (iv) haja autorização prévia do órgão competente.

Segundo o Código, são consideradas áreas de preservação permanentes do município de Macaé encontram-se localizadas nos Setores Especiais de Preservação Ambiental (SPAs), ou seja, áreas destinadas à recuperação do ambiente natural ou construído, que esteja em

processo de degradação. Nesse sentido foram estabelecidas 05 (cinco) Setores Especiais de Preservação Ambiental no município, a saber:

- Setor Especial de Preservação Ambiental 1 (Engenho da Praia);
- Setor Especial de Preservação Ambiental 2 (Águas Maravilhosas);
- Setor Especial de Preservação Ambiental 3 (Fronteira);
- Setor Especial de Preservação Ambiental 4 (Virgem Santa);
- Setor Especial de Preservação Ambiental 5 (Colônia Leocádia).

Importante mencionar ainda que o parcelamento do solo urbano, quando localizado na orla, deverá assegurar o acesso livre e desimpedido às praias, respeitadas as normas que regulam as áreas de interesse da segurança nacional e as unidades de conservação de acesso restrito criadas na forma da legislação ambiental.

### **3.11 Disponibilidade hídrica e qualidade das águas**

De acordo com a Resolução nº 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ), o Estado do Rio de Janeiro divide-se em 9 Regiões Hidrográficas para efeito de planejamento hidrográfico e gestão territorial cujas disponibilidades hídricas estão apresentadas na Figura 7, por Unidade Hídrica de Planejamento (UHP). Os municípios objetos desse Termo de Contrato estão contidos, integralmente ou parcialmente nestas Regiões Hidrográficas.

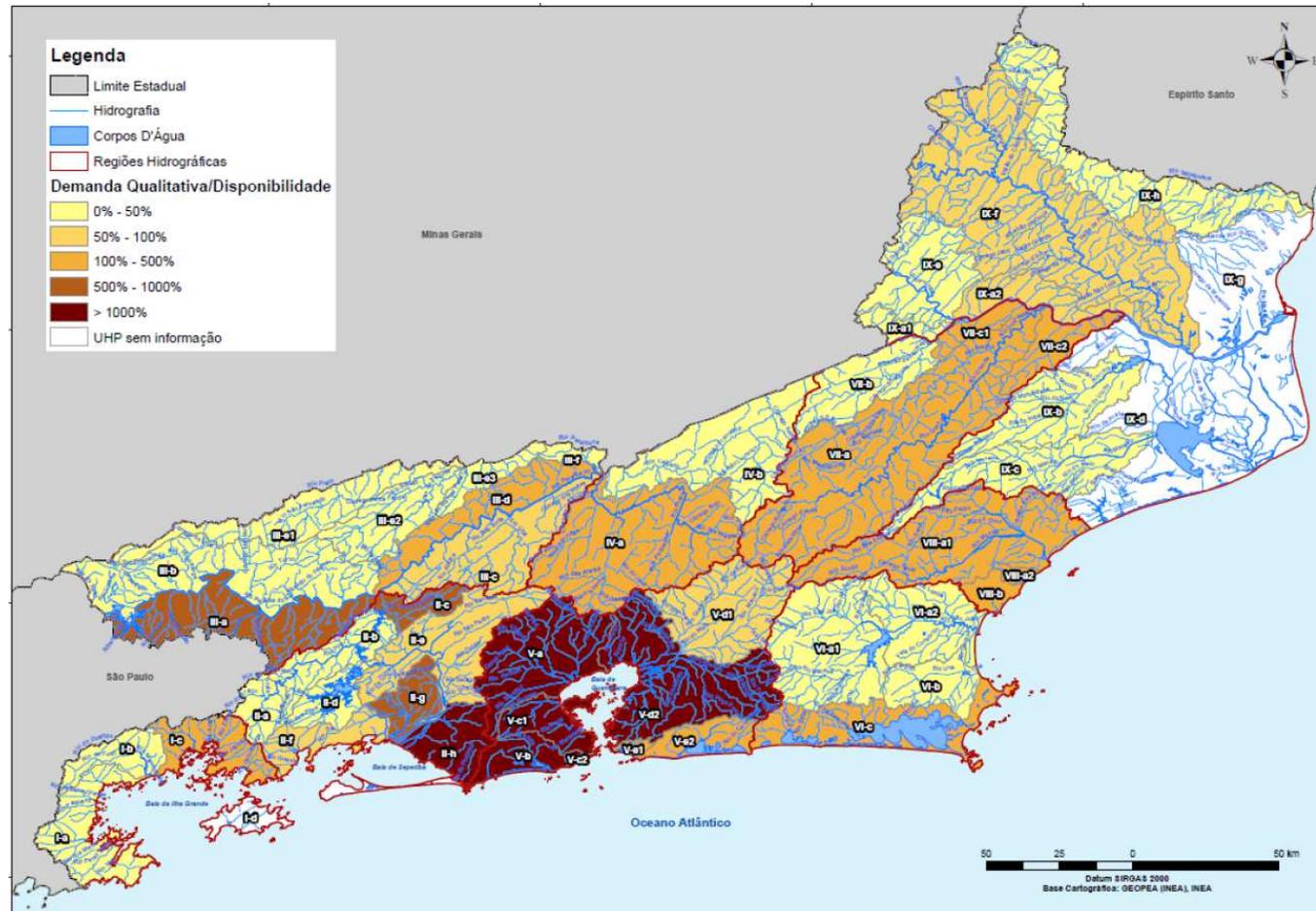


Figura 7: Localização das UHP nas Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

Fonte: PERH (2019)

O município de Macaé está totalmente inserido na região hidrográfica RH-VIII Macaé e das Ostras, que abrange também, parcialmente, os municípios de Carapebus, Conceição de Macabu, Casimiro de Abreu, Nova Friburgo e Rio das Ostras (PERHI-RJ, 2014). A RH-VIII Macaé e das Ostras possui área de 2.012,9km<sup>2</sup> (Figura 8), representando 4,6% das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, sendo formada, principalmente, por 03 (três) bacias hidrográficas descritas a seguir:

- **Bacia Hidrográfica do Rio das Ostras:** Essa Bacia compreende um conjunto de microbacias litorâneas onde se encontram as Lagoas de Iriri, Salgada e Itapebussus, totalizando, assim, uma área de 157 km<sup>2</sup>. As Lagoas são impróprias para banho, sendo seu principal uso a manutenção da fauna e flora local, bem como o embelezamento natural dessa região. O principal curso d'água dessa Bacia é o Rio das Ostras que nasce entre as Serras do Pote e Careta, próximo ao município de Cantagalo; e seus principais afluentes são os Rios Iriri e Maurício. Em termos de degradação, cabe mencionar que os referidos cursos d'água são receptores de esgotos sanitários oriundos de comunidades ribeirinhas, principalmente no médio e baixo curso d'água do Rio Muriaé (PRH-MACAE/OSTRAS, 2012).
- **Bacia Hidrográfica Lagoa de Imboacica:** A Lagoa da Imboacica recebe contribuição da drenagem fluvial de vários bairros inseridos na área urbana do município de Macaé e de pequenos afluentes, além do Rio Imboacica, principal curso d'água formador da mesma. O Rio Imboacica tem sua nascente na Serra de Iriri e percorre cerca de 14 km. A lagoa localiza-se entre os municípios de Macaé e Rio das Ostras, possui 3,26 km<sup>2</sup> de espelho d'água, aproximadamente, com uma área de drenagem de 58km<sup>2</sup>. A principal ação de degradação nessa Bacia está atrelada à grande área de pastagem, ausência de mata ciliar nos cursos d'água, lixiviação do solo e lançamento de esgoto sanitário *in natura* (PRH-MACAE/OSTRAS, 2012).
- **Bacia Hidrográfica do Rio Macaé:** A maior Bacia que compõe a RH VIII é a Bacia do Rio Macaé, abrange uma área de drenagem 1.765km<sup>2</sup> e seu principal curso d'água é o Rio Macaé, percorrendo 136 km, desde de suas nascentes, localizadas na Serra de Macaé de Cima (Nova Friburgo) até a sua foz no Oceano Atlântico, junto à cidade de Macaé. Os principais tributários do Rio Macaé são: Rios Bonito, Purgatório, Ouriço, D'Anta e Pedrinhas os córregos Abacaxi e Carão; o rio Teimoso, os córregos Roça Velha e Belarmino e o rio Três Pontes (pela margem direita); e, pela margem esquerda, os rios Boa Esperança, Sana, Atalaia, São Domingos, Santa Bárbara, Ouro Macaé e São Pedro e os córregos Santiago,

Jenipapo, Guanandirana, Sabiá e Jurumirim (PRH-MACAE/OSTRAS, 2012). Importante mencionar que a Bacia do Rio Muriaé apresenta inúmeros problemas relacionados à degradação dos recursos naturais, especialmente, dos recursos hídricos, oriundos, como por exemplo, o Rio Macaé que encontra-se retificado em vários trechos e é constantemente dragado para exploração de areia, situação que contribui de maneira significativa para sua degradação e perda de suas curvas e meandros originais (PRH-MACAE/OSTRAS, 2012).

Na Figura 8 é possível visualizar a delimitação das bacias hidrográficas que abrangem o município de Macaé e que se situam ao seu entorno.

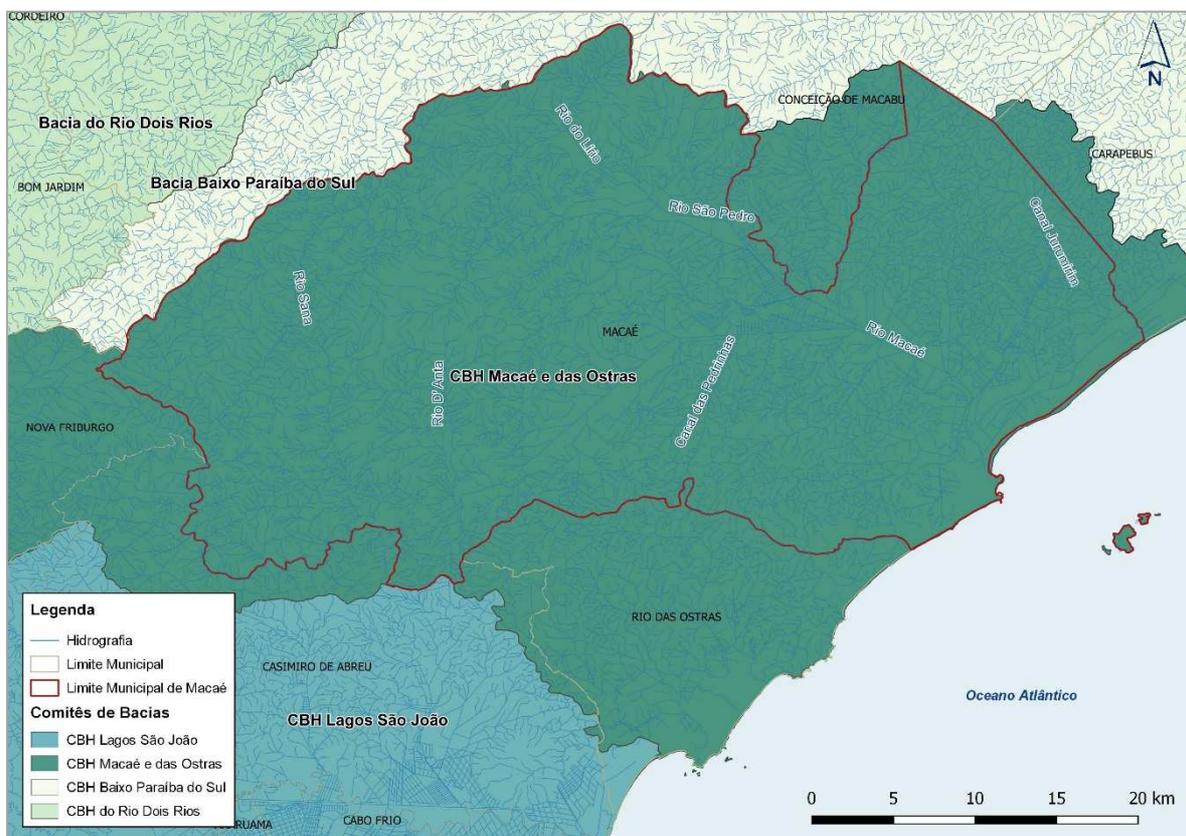


Figura 8: Localização da bacia hidrográfica no município de Macaé

Fonte: Adaptado de ANA (2019)

Na RH VII Macaé e das Ostras, a gestão das águas se dá no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras, instituído pelo Decreto Estadual nº 34.234, de 04 de novembro de 2003. O Comitê é responsável pela gestão e aplicação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, o qual está vigente, foi concluído em 2013 e possui um horizonte de 32 anos.

Em termos de cobertura vegetal, a RH-VIII possui 41% do seu território ocupado por florestas. A título de comparação, no extremo oposto, a maior região hidrográfica, a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), tem a menor cobertura florestal (10%) (PERHI-RJ, 2014). Segundo o Plano de Rio Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (PRH,2012), a RH-VIII possui remanescentes florestais às margens das bacias hidrográficas dos Rios Macaé e das Ostras, que são muito importantes, uma vez que podem integrar o sistema de mosaicos de unidades de conservação Central Fluminense.

Para a análise de disponibilidade hídrica das águas superficiais na Região Hidrográfica VIII, de acordo com o PRH-Macaé e das Ostras, foi utilizada a metodologia que consistia na utilização de dados dos postos fluviométricos e na aplicação de um modelo hidrológico intitulado chuva-vazão, de forma a refletir a disponibilidade de água em períodos críticos, quando o suprimento fica comprometido. Dessa forma, para a análise foram utilizados dados hidrológicos e meteorológicos em intervalo de tempo diário de vazão, chuva e clima. Em se tratando de precipitação, observou-se que os maiores índices anuais de precipitação estão concentrados entre os meses de outubro a março, como observa-se na Figura 9.

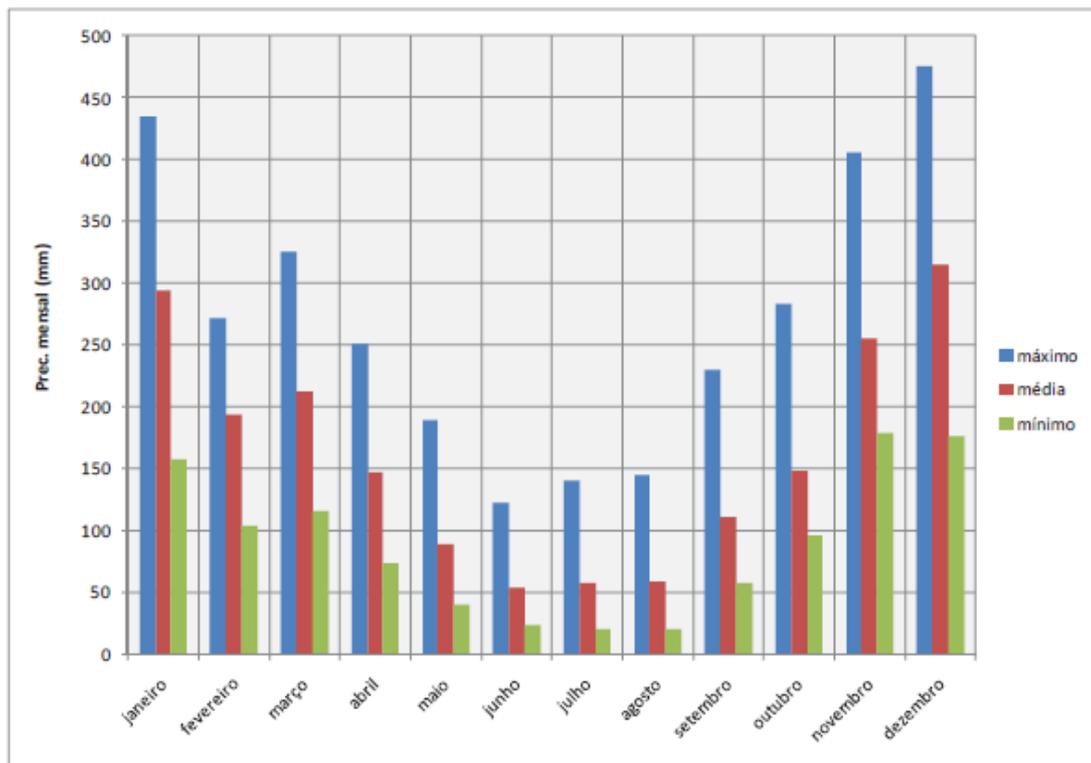


Figura 9: Distribuição das precipitações mensais máximas, médias e mínimas na RH VIII

Fonte: PRH-Macaé e das Ostras (2013)

De acordo com PRH-Macaé e das Ostras, o balanço hídrico confronta a água disponível e a água consumida em toda a rede de drenagem da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras,

de acordo com estimativas de 2012, ano da sua elaboração. Para caracterizar a disponibilidade hídrica da RH VIII foram definidos 03 (três) referenciais de vazão:  $Q_{90}$  (vazão com 90% permanência);  $Q_{95}$  (vazão com 95% de permanência) e a  $Q_{7,10}$  (mínima das médias das vazões diárias de sete dias consecutivos com dez anos de tempo de retorno). Os valores foram gerados para cada um dos trechos de segmentação da bacia, utilizando as séries de vazão calculadas pelo modelo hidrológico no período de 1971 a 2011. Como resultado, foram obtidos os valores para cada um dos referenciais de estiagem em cada trecho da rede de drenagem (PRH-Macaé e das Ostras, 2013).

Importante mencionar ainda que, de acordo o PRH, na bacia do Rio Macaé existe o aproveitamento hidrelétrico de Macabu, pertencente à Companhia de Energia do Rio de Janeiro (CERJ), situado no distrito de Glicério (Macaé). Nesta usina a geração de energia é realizada a partir da transposição de águas da bacia do Rio Macabu para a bacia do Rio São Rio Macaé, através de um aqueduto com cerca de 4,8 km de extensão e queda bruta de 336 m. A usina tem potência instalada de 21.000 kW e vazão regularizada de cerca de 5,4 m<sup>3</sup>/s (PRH-Macaé e das Ostras, 2013).

Diante disso, estabeleceram-se novos referenciais de vazões de estiagem, considerando essa transposição hídrica das bacias, apresentadas na Tabela 2. Já na Tabela 3 pode-se visualizar os valores das vazões das sub-bacias que sofrem o efeito da transposição de bacia do Rio Macabu.

Tabela 2: Vazões de referência nas sub-bacias da RH-VIII

Bacia	Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Disponibilidades - sem transposição (m <sup>3</sup> /s)		
			Q90	Q95%	Q7,10
Rio Macaé	Alto Macaé	208,8	4,01	3,40	2,86
	Rio Sana	110,3	0,79	0,62	0,43
	Rio São Pedro	477,68	3,05	2,32	1,56
	Médio Macaé - Total	577,87	7,04	5,87	4,61
	Médio Macaé - Incremental	259	2,24	1,85	1,33
	Baixo Macaé - Total	1.713,56	13,93	11,39	8,36
	Baixo Macaé - Incremental	658,01	3,8	3,20	2,19
Rio Imboacica	Rio Imboacica	58,12	0,18	0,11	0,02
Rio das Ostras	Rio das Ostras	171,17	1,27	0,96	0,63

Fonte: PRH-Macaé e das Ostras (2013)

Tabela 3: Vazões de referência nas sub-bacias sob influência da transposição

Bacia	Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Disponibilidades - sem transposição (m <sup>3</sup> /s)		
			Q90	Q95%	Q7,10
Rio Imboacica	Rio São Pedro	477,68	3,05	2,32	1,56
	Baixo Macaé - Total	1.713,56	13,93	11,39	8,36
	Baixo Macaé - Incremental	658,01	3,8	3,20	2,19

Fonte: PRH-Macaé e das Ostras (2013)

Em relação aos recursos hídricos subterrâneos, a RH VIII - Macaé das Ostras é constituída por rochas cristalinas recobertas por diversos tipos de coberturas inconsolidadas e, por esse motivo, suas águas subterrâneas estão distribuídas em aquíferos fissurais.

De acordo com PRH-Macaé e das Ostras, a região é composta por 02 (dois) sistemas - aquífero cristalino e aquífero sedimentar. O aquífero cristalino fissural possui uma tendência a apresentar menos possibilidades de formação de reservatórios subterrâneos, onde a porosidade primária de suas rochas é quase nula, conferindo a eles uma permeabilidade extremamente baixa com qualidade química das águas geralmente boa. Já o aquífero sedimentar, corresponde ao depósito aluvionar dos rios que cortam a região e são propensos ao desenvolvimento de espessas coberturas de solo residual, que podem apresentar boa permeabilidade. Essa permeabilidade é a responsável pela recarga do aquífero fissural cristalino subjacente nas áreas de baixada, além de permitir a captação de água em poços artesianos, sistema de abastecimento bastante utilizado pelos moradores que residem em sua área de abrangência.

Ainda segundo o PRH-Macaé e das Ostras existem poucos dados sobre os poços existentes na RH VIII, o que dificulta uma análise consolidada sobre a disponibilidade hídrica subterrânea nessa região.

Em relação a disponibilidade, cabe ressaltar que as maiores disponibilidades de água subterrânea foram identificadas na sub-bacia do Alto Rio Macaé, justamente nas áreas onde a precipitação pluviométrica é maior, apresentando valores menores que 375 mm/ano. Estas áreas coincidem com as partes onde a cota topográfica pode atingir até 1800 metros e a precipitação média anual oscila entre 2000 mm e 2300 mm (PRH-MACAE/OSTRAS, 2012). Baseada nestes dados, a modelagem mostrou que a disponibilidade hídrica subterrânea, levando em conta a  $Q_{7,10}$ , nas partes altas da bacia, oscila entre 410 mm/ano e 900 mm/ano.

A  $Q_{7,10}$  na sub-bacia do Alto Macaé é alta, reflexo do padrão pluviométrico desta região, com elevados índices. Além disso, esses valores de disponibilidade, que podem representar mais de 30% da precipitação média, podem ser considerados como sendo a recarga de água subterrânea na área. Estes valores de recarga estão associados à precipitação, à espessura

de solo de alteração sobre a rocha cristalina, à quantidade de falhas e fraturas existentes na área e a existência de cobertura vegetal (PRH-MACAE/OSTRAS, 2012). Na Figura 10 pode-se observar as disponibilidades hídricas subterrâneas na RH VIII.

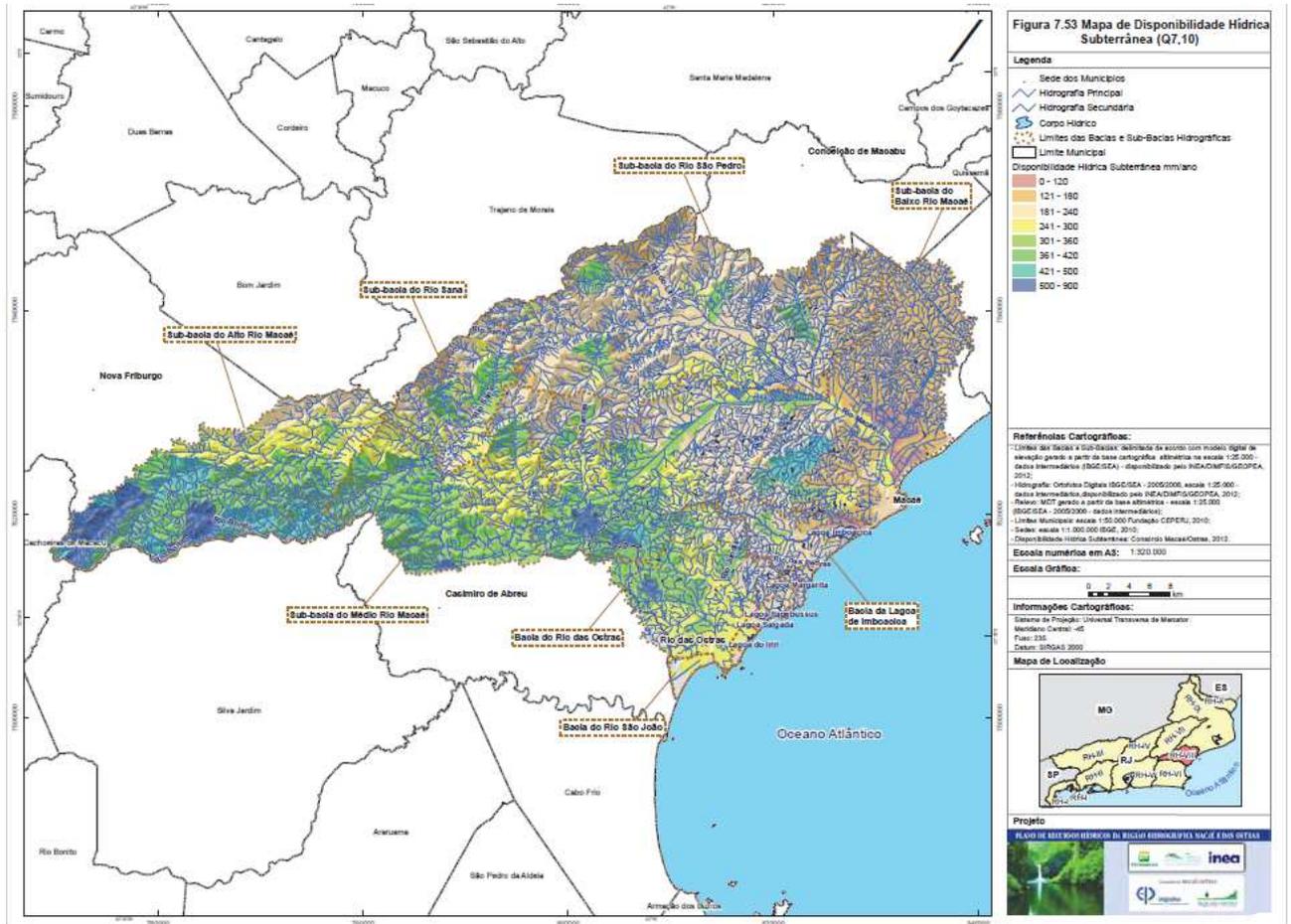


Figura 10: Disponibilidade de água subterrânea na RH VIII

Fonte: PRH-Macaé e das Ostras (2013)

No tocante à gestão de recursos hídricos subterrâneos na RH-VII destaca-se que os principais problemas que afetam a qualidade da água subterrânea dependem do tipo de aquífero, da geologia da área, da vulnerabilidade natural e das condições do uso e ocupação do solo. A ocupação desordenada em diversas áreas da RH VIII, principalmente por populações de baixa renda, na maioria das vezes sem a implantação de infraestrutura de saneamento básico é preocupante. A contaminação dos aquíferos da região deve-se também às indústrias que despejam produtos químicos de forma inadequada nos terrenos. A contaminação dos aquíferos pode se dar também pela infiltração do chorume de lixões e cemitérios, geralmente implantados sem levar em conta a permeabilidade dos terrenos nos quais se localizam (PRH-MACAE/OSTRAS, 2012).

No que diz respeito à qualidade da água superficial, de acordo com informações da ANA (HIDROWEB, 2019) existem 24 (vinte e quatro) estações fluviométricas com pontos de medição da qualidade da água localizadas no município de Macaé, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Pontos de monitoramento da água no município de Macaé

Estações Fluviométricas				
Estação	Código ANA	Corpo Hídrico	Responsabilidade	Operação
Santiago ou São Tiago	59128000	Rio Santiago	ANA	ANA
Fazenda Belo Monte	59138000	Rio Macaé	DNOS	DNOS
Ponte do Baião	59137000	Rio Macaé	DNOS	DNOS
Residência de Macaé	59150100	Rio Macaé	DNOS	DNOS
Fazenda Pau de Ferro	59145000	Canal Macaé	DNOS	DNOS
Fazenda São Luiz	59146500	Canal Jurumirim	DNOS	DNOS
Fazenda Ingazeira	59147000	Canal Jurumirim	DNOS	DNOS
Macaé	59150000	Rio Macaé	DNOS	DNOS
Ibiriri	591446000	Rio Macaé	DNOS	DNOS
Ponte do Baião - FR	59137100	Rio Macaé	DNOS	DNOS
Ponte das Naves	59138500	Rio Macaé	DNOS	DNOS
Severina	59139000	Canal Macaé	DNOS	DNOS
Glicério (Crubixais)	59140000	Rio São Pedro	DNOS	DNOS
PCH Macabu Jusante	59139500	Rio Macabu	QUANTA	QUANTA
PCH Glicério	59142000	Rio São Pedro	QUANTA	QUANTA
Severina	59139100	Rio Macaé	INEA-RJ	CPRM
São Pedro	59143000	Rio São Pedro	INEA-RJ	INEA-RJ
São Romão	59133000	Rio Macaé	INEA-RJ	INFOPER
Fazenda Airis	59138800	Rio Macaé	INEA-RJ	INFOPER
Glicério	59139900	Rio São Pedro	INEA-RJ	INFOPER
Ponte do Baião	59136900	Rio Macaé	INEA-RJ	INFOPER
Galdinópolis	59125100	Rio Macaé	INEA-RJ	INFOPER
Barra do Sana	59134000	Rio Macaé	INEA-RJ	INFOPER
Severina	59139200	Rio Macaé	INEA-RJ	INFOPER

Nota: ANA - Agência Nacional das Águas; CPRM - Serviço Geológico do Brasil; INEA-RJ - Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro; DNOS - Departamento Nacional de Obras de Saneamento

Fonte: HIDROWEB, 2019

Segundo o INEA (2019), há 2 (dois) pontos de monitoramento no Rio Macaé, curso d'água responsável pelo abastecimento de água na Sede, sendo um alocado no próprio município, e o outro localizado em Nova Friburgo, aproximadamente 122 km da Sede.

Importante mencionar ainda que, além dos pontos de monitoramento no Rio Macaé, há mais 05 (cinco) pontos nos rios Duas Barras, do Ouro, Sana e São Pedro e que estão localizados em Macaé. Conforme os dados apresentados, de agosto de 2019, os 07 (sete)

pontos de monitoramento, tanto em Macaé quanto em Nova Friburgo, apresentam Índice de Qualidade de Água (IQA) na classificação “Boa”, entre 70 a 90 NSF (Tabela 5).

Tabela 5: Parâmetros da Qualidade da Água Superficial em cursos d’água na área de abrangência do município de Macaé

QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL					
Estação de monitoramento	Município onde está localizada	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Localização da estação de monitoramento em relação à Sede de Macaé
DB0010	Macaé	< 2,0	9,0	1.300	À jusante
MC0002	Macaé	< 2,0	8,0	130	
MC0010	Nova Friburgo	< 2,0	9,0	78	
OU0020	Macaé	< 2,0	8,6	45	
SN0005	Macaé	< 2,0	9,2	45	
SP0010	Macaé	< 2,0	9,2	78	
SP0050	Macaé	< 2,0	8,2	330	

Fonte: INEA, Dados de Qualidade, 2019

Em relação ao enquadramento, a legislação pertinente é a Resolução CONAMA 357/2005, por exigência da Lei Federal 9.433/97, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O enquadramento tem por objetivo estabelecer a meta de qualidade da água a ser alcançada ou mantida ao longo do tempo. O Art. 42 da Resolução Conama determina que, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

A partir de resultados das análises realizadas pelo PRH-Macaé e das Ostras (2014), foram apresentadas e aprovadas as propostas de enquadramento dos principais cursos d’água da bacia. A propostas tiveram como referência as simulações de qualidade de água para um cenário de estiagem e levando em conta a Q95%, com destaque especial para o ano 2032, denominado cenário de “Desenvolvimento Integrado/Emergência”, quando considerou-se o maior dinamismo econômico da região e, portanto, maior produção de cargas poluentes. As propostas e justificativas para o enquadramento das águas doces estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6: Propostas de Enquadramento para os principais cursos d'água inseridos na área de abrangência da RH VIII

Propostas de Enquadramento - PRH-Macaé e das Ostras		
Curso d'água/Trecho	Classe	Observações
Rio Macaé (Trecho à montante)	Classe Especial	Localiza-se dentro da área de abrangência do Parque Estadual dos Três Picos
Rio Macaé (Trecho após Parque)	Classe 1	Classe a ser alcançada após tratamento de efluentes das áreas urbanizadas adjacentes
Rio Bonito (afluente da margem direita do Rio Macaé)	Classe 1	Classe 1 da cabeceira do Rio Bonito até o limite do Parque Estadual dos Três Picos
Rio São Pedro (afluente da margem direita do Rio Macaé)	Classe 1	Classe 1 devido à presença da sede distrital de São Pedro da Serra, cujos esgotos deverão ser tratados a nível adequado
Rio Sana (afluente da esquerda do Rio Macaé)	Classe 1	Área pouco impactada por concentrações urbanas
Rio Macaé	Classe 2	Classe 2 para todo o trecho do Rio Macaé desde o entroncamento com o Rio Sana, até depois da confluência com o Rio Dantas
Rio Macaé	Classe 1	Classe 1 no Rio Macaé nas confluências com os Rios do Ouriço e Dantas (Seção de Monitoramento M5), após o tratamento adequados dos efluentes domésticos das áreas urbanizadas próximas aos cursos d'água
Rio Macaé	Classe 2	Classe 2 da Seção de Monitoramento M5 até a confluência com o Rio São Pedro, depois da BR-101
Rio São Pedro (afluente da margem direita do Rio Macaé)	Classe 1	Classe 1 da cabeceira do distrito de Frade até a confluência com o Rio Lírio, afluente da margem esquerda do Rio São Pedro, nas imediações do distrito de Glicério
Córrego do Ouro (afluente da margem direita do Rio São Pedro)	Classe 1	Classe 1 da cabeceira até a seção da sede distrital de mesmo nome
Canal Jurumirim (afluente da margem esquerda do Rio Muriaé)	Classe 3	Classe 3 uma vez que esse canal apresenta problemas relacionados à poluição
Rio Macaé	Classe 2	Após a confluência com o Canal Jurumirim
Rio Imboacica	Classe 1	A Lagoa de mesmo nome possui águas salinas/salobras e o enquadramento será realizado em momento posterior, após estudos técnicos sobre a mesma
Rio das Ostras	Classe 2	A partir dos limites da reserva Biológica União até a sua foz com o Oceano Atlântico
Rio Purgatório (afluente da margem esquerda do Rio das Ostras)	Classe 1	As características da água permitem à simulação da qualidade enquadrando esse curso d'água na Classe 1

Fonte: PRH-Macaé e das Ostras (2013)

O PRH-Macaé e das Ostras (2013) estabelece as classes Especial, 1 e 2 para os corpos de água superficiais na RH VIII atendendo aos usos de água atuais e futuros, em termos de

qualidade. A pior classe sugerida, a 2, tem aptidão para recreação de contato primário, uma das vocações da região, atrelada ao lazer e ao turismo. A classe 1, predominante, estabelece uma meta ambiciosa, mas que poderá ser alcançada caso a bacia se mantenha em estado de grande integridade ambiental. Para isto, haverá necessidade de se prever um programa de saneamento básico, com tratamento a nível adequado dos esgotos domésticos e industriais, bem como dos efluentes agropecuários. Pelas análises realizadas, é uma aposta que pode ser realizada, especialmente nos cenários com maiores dinâmicas econômicas, mediante parcerias com as indústrias regionais e a cadeia produtiva atrelada às suas atividades PRH-Macaé e das Ostras (2013).

Apresenta-se na Figura 11 a proposta de enquadramento dos principais cursos d'água na RH VIII.

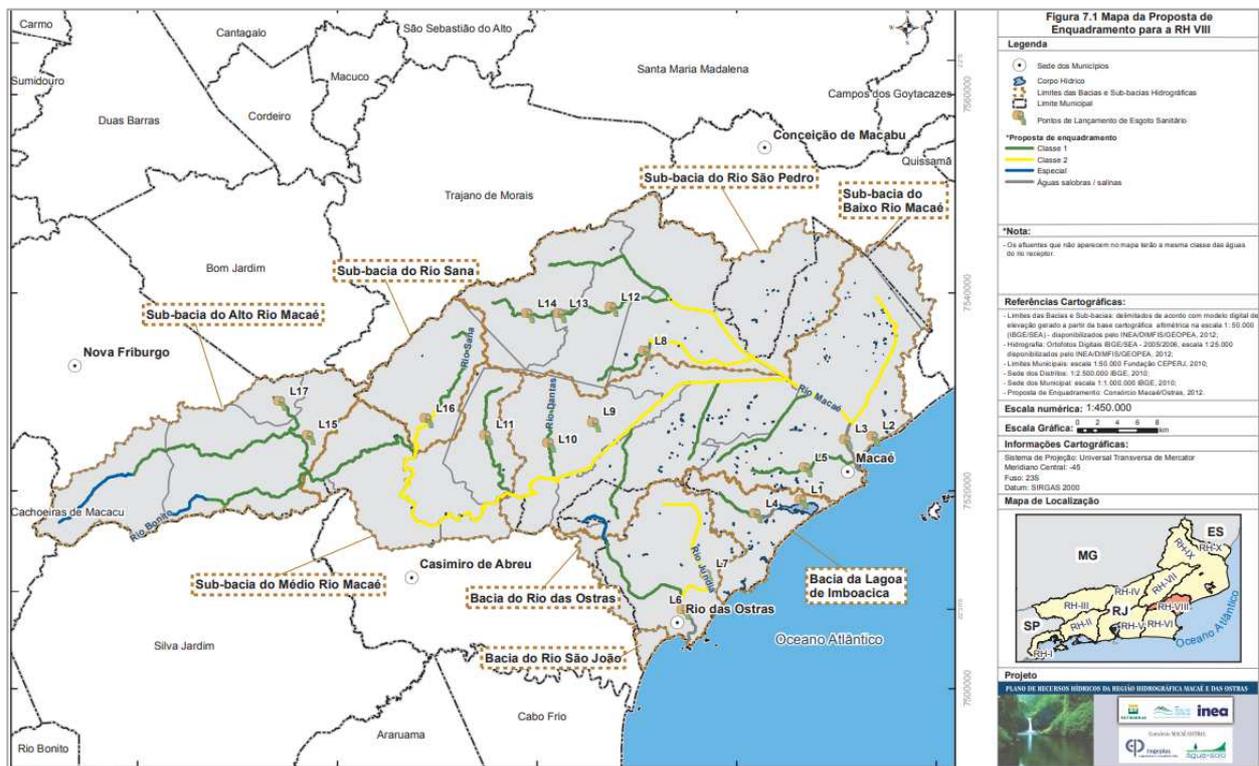


Figura 11: Mapa das propostas de enquadramento dos cursos d'água na RH VIII

Fonte: PRH-Macaé e das Ostras (2013)

## 4. DIAGNÓSTICO

## 4 DIAGNÓSTICO

### 4.1 Situação da prestação dos serviços de saneamento básico

No que se refere à prestação dos serviços de Abastecimento de Macaé, os sistemas de abastecimento de água (SAA) da Sede municipal estão sob responsabilidade da Prefeitura Municipal. A este respeito é importante ressaltar que quando do início do escopo do presente contrato, a Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) era, juntamente com a Prefeitura, responsável pelo abastecimento de água na Sede municipal. No entanto, a Prefeitura Municipal de Macaé, em 10 de julho de 2019 assinou o Decreto nº 88/2019, que prevê a municipalização do serviço sob responsabilidade da CEDAE, tornando nulos o Convênio de Cooperação e o Contrato de Programa firmados junto à Companhia. Os serviços de abastecimento de água nos demais distritos - Cachoeiros, Córrego do Ouro, Frade, Glicério e Sana - estão sob responsabilidade da Prefeitura. Em relação aos serviços de esgotamento sanitário (SES), os mesmos têm sua operação sob responsabilidade da empresa privada BRK Ambiental (BRK) no distrito Sede, que possui a concessão dos serviços desde 2012, sendo a vigência do referido contrato estabelecida por um período de 35 anos (BRK, 2019). O serviço de esgotamento sanitário nos demais distritos é responsabilidade da Prefeitura Municipal.

Conforme apresentado, a alteração na responsabilidade acerca dos serviços de abastecimento de água da Sede é recente e, portanto, no âmbito do presente Termo de Contrato a prestação dos serviços realizada pela CEDAE foi abordada com maiores detalhes, sobretudo no que se refere aos Objetivos e Metas e ao Programas, Projetos e Ações propostos. Entretanto, quando da revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Macaé, todos os prestadores atuantes no município deverão ser analisados de forma igualitária, independentemente do tipo de prestador, como é o caso da BRK Ambiental, CEDAE ou Prefeitura Municipal.

Dentre as atividades que são de responsabilidade dos prestadores dos serviços, estão compreendidas para o SAA: operação e manutenção das unidades de captação, adução e tratamento de água bruta, além de adução, reservação e distribuição de água tratada à população. Conforme informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), para o ano de 2017, a cobertura do sistema coletivo de abastecimento de água compreendia 83,7% da população total.

Em relação ao esgotamento sanitário, a empresa privada BRK Ambiental e a Prefeitura Municipal são responsáveis pela operação, manutenção e ampliação do sistema de esgotamento sanitário (SES), em suas respectivas áreas de abrangência. Segundo dados do SNIS, para o ano de 2017, o índice de coleta de esgoto era de 21,3% e de tratamento de esgoto era de 100,0% em relação ao esgoto coletado (SNIS, 2018).

Vale destacar que os dados do SNIS devem ser avaliados com cautela, tendo em vista que são autodeclarados, não havendo uma fiscalização ou conferência a respeito dos mesmos e, com isso, o preenchimento pode ocorrer de forma equivocada. Além disso, o preenchimento do SNIS pela CEDAE retrata apenas a realidade da sua área de abrangência, o que resulta em um déficit de informações para as demais localidades do município, não atendidas por ela. Essa colocação é fundamentada, pois é notória a baixa participação das Prefeituras, geralmente responsáveis pelos sistemas dessas localidades, no preenchimento dos dados no SNIS. Dessa forma para o presente Planejamento serão adotados índices de atendimento aferidos no diagnóstico dos sistemas existentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

No que se refere aos índices de atendimento para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, é preciso ressaltar que para o presente estudo este percentual de atendimento foi determinado através da relação da população atendida em 2016 fornecida pelo o SNIS e a população resultante urbana da projeção populacional desenvolvida para esse estudo. Tais cálculos resultaram em índices de 73,1% para abastecimento de água para o ano 1 de planejamento.

## 4.2 Abastecimento de Água

### 4.2.1 Caracterização geral

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) existente é composto pelos sistemas dos distritos Sede-Macaé, Cachoeiros, Córrego do Ouro, Frade, Glicério e Sana.

Conforme pode ser observado na Tabela 7, no ano de 2017, o SAA Macaé possuía 73.086 economias ativas, das quais 75,8% eram hidrometradas. Constatou-se também que houve um incremento de 4,0% no número total de ligações no ano de 2017, se comparado com o ano de 2013. Em relação aos volumes consumidos apresentados na Tabela 8, é importante ressaltar que os valores permaneceram constantes entre os anos de 2013 e 2015, sendo que a partir de então houve uma redução significativa de 17,9% entre 2015 e 2016, seguido de aumento de 10,9% entre 2016 e 2017. Quanto aos volumes produzidos verifica-se a mesma tendência, os valores estiveram muito semelhantes entre 2013 e 2015, havendo significativo aumento até 2017, correspondendo a 23,7%. Observa-se que não há macromedição dos volumes produzidos no município.

Analisando-se os dados de consumo micromedido pela CEDAE (Tabela 9), pode se constatar que houve reduções significativas entre os anos de 2013 e 2017, totalizando 50,8%. Já em relação aos dados de consumo faturado, constata-se que entre os anos de 2013 e 2017 houve pequeno aumento de 4,0%.

Tabela 7: Número de ligações e de economias do SAA

Ano	Quantidade de Ligações			Quantidade de Economias Ativas	
	Total (ativas + inativas)	Ativas	Ativas Micromedidas	Total (ativas)	Micromedidas
2013	45.373	43.459	25.093	68.870	45.900
2014	45.383	43.475	25.733	68.888	49.779
2015	45.588	43.705	26.768	69.778	50.551
2016	41.749	39.880	27.057	68.423	55.696
2017	47.176	43.761	27.282	73.086	55.404

Fonte: SNIS (2018)

Tabela 8: Volume de água produzido, consumido e faturado no SAA

Ano	Volumes de Água (1.000 m <sup>3</sup> /ano)			
	Produzido	Consumido	Faturado	Macromedido
2013	19.269	16.187	11.984	0
2014	19.320	16.201	11.996	0
2015	19.266	16.200	11.995	0
2016	17.300	13.294	7.305	0
2017	23.841	14.745	13.200	0

Fonte: SNIS (2018)

Tabela 9: Volumes micromedidos e faturados pelo SAA

Ano	Consumo micromedido por economia (m <sup>3</sup> /mês/econ)	Consumo de água faturado por economia (m <sup>3</sup> /mês/econ)
2013	18,64	15,36
2014	16,80	15,37
2015	16,02	15,26
2016	9,53	9,06
2017	9,18	15,98

Fonte: SNIS (2018)

#### 4.2.1.1 SAA distrito Sede - Macaé

O SAA da Sede de Macaé é composto por uma captação superficial no Rio Macaé, com recalque para a estação de tratamento de água (ETA) Morro de Santana que possui capacidade de produção de 720,0 L/s (MACAÉ, 2012).

Da ETA a água tratada é recalçada por estação elevatória de água tratada (EEAT) até o reservatório apoiado. A partir deste reservatório, a água tratada é distribuída para a Sede, sendo a capacidade de reservação da Sede de 5.000 m<sup>3</sup>.

A Figura 12, ilustra o SAA Sede Macaé, sendo possível verificar que existem 2 (duas) outras captações que submetem a água a apenas tratamento simplificado antes da distribuição para a área urbana da Sede. Tais captações são denominadas Nascente do

Atalaia e Nascente Mato Roçado e são responsáveis por apenas 2% da água da cidade (ANA, 2010).

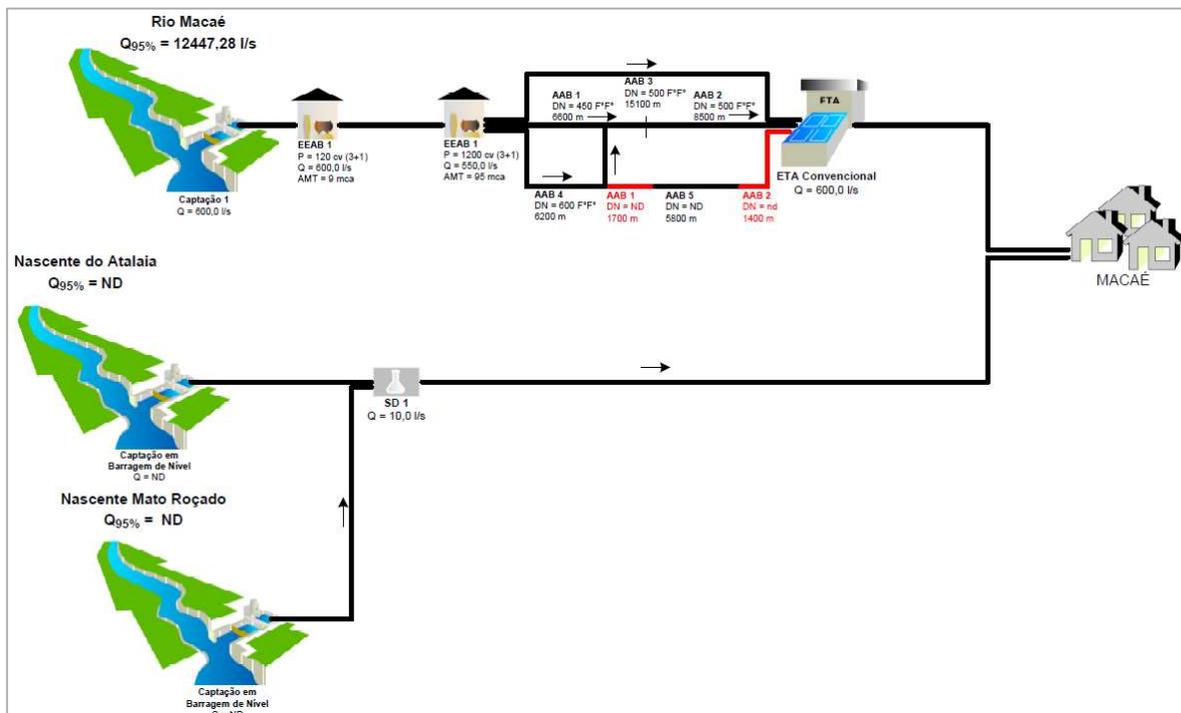


Figura 12: Diagrama simplificado do SAA Sede - Macaé

Fonte: ANA (2010)

#### 4.2.1.2 SAA distritos de Cachoeiros, Córrego do Ouro, Frade, Glicério e Sana

São vários os SAA que atendem aos distritos de Cachoeiros, Córrego do Ouro, Frade, Glicério e Sana, os quais são compostos por captação superficial em barragens, por gravidade e em vazões que variam entre 3 e 15 L/s, com exceção do SAA de Córrego do Ouro, cuja captação é feita por poço e possui vazão de 20 L/s (MACAÉ, 2012).

Em relação ao tratamento da água, os sistemas adotam o tratamento simplificado simples cloração, com exceção dos SAA Córrego do Ouro e da localidade de possuem ETA do tio ciclo completo (MACAÉ, 2012). As informações acerca de cada SAA são apresentadas na

Tabela 10 e Tabela 11.

Tabela 10: Características das captações existente nos SAA dos Distritos de Macaé

Distrito	Localidade	Estrutura	Adução	Vazão (L/s)	Adução até a ETA
Sana	Palmital	Barragem	Gravidade	3	Gravidade
	Glória	Barragem	Gravidade	6	Gravidade
Frade	-	Barragem	Gravidade	10	Gravidade
Glicério	-	Barragem	Gravidade	12	Gravidade
	Óleo	Barragem	Gravidade	6	Gravidade
	Trapiche	Barragem	Gravidade	15	Gravidade
Cachoeiros	Areia Branca	Barragem	Gravidade	6	Gravidade
	Bicuda Grande - Escola	Barragem	Gravidade	3	Gravidade
	Bicuda Grande - Igreja	Barragem	Gravidade	6	Gravidade
	Bicuda Pequena	Barragem	Gravidade	5	Gravidade
Córrego do Ouro	-	Poço de sucção	Recalque	20	Recalque

Fonte: adaptado de MACAÉ (2012)

Tabela 11: Características dos tipos de tratamento de água existentes nos SAA dos Distritos de Macaé

Distrito	Localidade	Tipo	Funcionamento	Capacidade (L/s)
Sana	Palmital	Cloração	24h	3
	Glória	Cloração	24h	6
Frade	-	Cloração	24h	10
Glicério	-	Cloração	24h	12
	Óleo	Cloração	24h	6
	Trapiche	Ciclo Completo (ETA)	24h	15
Cachoeiros	Areia Branca	Simplificado	24h	6
	Bicuda Grande - Escola	Cloração	24h	3
	Bicuda Grande - Igreja	Cloração	24h	6
	Bicuda Pequena	Cloração	24h	5
Córrego do Ouro	-	Ciclo Completo (ETA)	24h	20

#### 4.2.2 Regulação e tarifação

A regulação de serviços públicos de saneamento básico, conforme estabelecido pela Lei Federal nº 11.445/2011, poderá ser delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo Estado (BRASIL, 2011).

No município de Macaé a empresa BRK Ambiental é responsável, além dos serviços de esgotamento sanitário da Sede do município, pela gestão comercial das contas de água, já que a cobrança pelo SES é função do consumo de água do usuário. A responsabilidade pela

fiscalização dos serviços de cobrança realizados operados pela BRK Ambiental, por sua vez, cabe à Secretaria Adjunta de Saneamento da Prefeitura de Macaé.

A tarifação pelo SAA segue a seguinte estrutura (Tabela 12), de acordo com informações obtidas junto ao sítio eletrônico da empresa BRK Ambiental (BRK Ambiental, 2019).

Tabela 12: Estrutura Tarifária BRK Ambiental

Serviços	Faixas de consumo (m <sup>3</sup> )		Água (R\$)
Domiciliar	1	Consumo mínimo	3,32
	2	00 a 15	3,81
	3	16 a 30	8,38
	4	31 a 45	11,43
	5	46 a 60	22,86
	6	> 60	30,48
Comercial	1	00 a 20	12,95
	2	21 a 30	22,82
	3	> 30	24,38
Pública	1	00 a 15	5,02
	2	> 15	11,12
Industrial	1	00 a 20	17,9
	2	21 a 30	17,9
	3	31 a 130	20,57
	4	> 130	21,71
Pública Estadual, Domiciliar Templo Religioso, Público Templo Religioso	1	00 a 15	4,39
	2	> 15	9,71

Fonte: BRK Ambiental (2019)

Em relação ao abastecimento de água nos demais distritos, não foi identificada a tarifação aplicada pela Prefeitura Municipal.

No que tange ao Plano Plurianual (PPA) de Macaé, no período de 2018 a 2021, foram identificados investimentos diretos nos SAA do município, relativos a manutenção do SAA com uso de caminhões pipa, conforme Tabela 13.

Tabela 13: Investimentos previstos (2018 - 2021)

Projeto	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Manutenção do Sistema de Abastecimento de Água Potável em Caminhão Pipa	1.186.000,00	1.281.000,00	1.384.000,00	1.495.000,00	5.346.000,00

#### 4.2.3 Avaliação da oferta e demanda

De acordo com informações do Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água, publicado em 2010 pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2010), o município de Macaé faz parte da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, especificamente na Sub-bacia dos Rios Macaé e das Ostras que, por sua vez, apresenta significativa disponibilidade hídrica em relação às águas superficiais, em função dos corpos hídricos existentes, dentre eles: Rio Duas Barras, Rio São Pedro e Rio Macaé.

A avaliação de oferta e demanda realizada na fase de elaboração do Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água indicou que os sistemas produtores (Rio Macaé e Nascentes do Atalaia e Mato Roçado) do município não atenderão satisfatoriamente à demanda de 100% da população urbana<sup>1</sup> projetada para o ano de 2025 (Tabela 14), sendo assim requerem ampliação do sistema.

Tabela 14: Mananciais de abastecimento da população de Macaé

Mananciais	Sistema	Participação no abastecimento do município	Situação até 2025
Rio Macaé	Isolado Macaé 1	98%	Requer ampliação do sistema
Nascentes do Atalaia, Nascentes Mato Roçado	Isolado Macaé 2	2%	Requer ampliação do sistema

Fonte: Adaptado de ANA (2010)

Segundo o Relatório Gerencial (PERH-RJ, 2014), os Sistemas Isolados de abastecimento de água de Macaé não serão suficientes para atender a demanda de 2030, estimada em 1.175,73 L/s. Os mananciais utilizados, Rio Macaé e Nascentes (do Atalaia e Mato Roçado), fornecem para o SAA vazões de 600 L/s e 10 L/s, respectivamente. Visando suprir esse déficit de captação, o relatório considera como alternativas, aumentar a vazão captada no Rio Macaé, adicionando 600 L/s ao sistema.

No município de Macaé existem cadastrados 9 (nove) poços profundos que disponibilizam uma vazão efetiva de 174.785,80 m<sup>3</sup>/ano e uma vazão instalada de 308.790,00 m<sup>3</sup>/ano.

Ainda de acordo com o referido produto, foi apresentada a oferta para o SAA de Macaé, conforme mostrado na Tabela 15.

<sup>1</sup> O Atlas Brasil trabalhou com a população urbana equivalente a 161.225 habitantes, conforme dados do IBGE (2007).

Tabela 15: Demandas x Vazões aduzidas para o SAA de Macaé

Distritos	População atendida atual (2018)	Demanda atual (2018) (L/s)	Manancial utilizado	Vazão aduzida atual (L/s)	Balanço atual (L/s)	Vazão outorgável (L/S)
Sede	207.829	847,82	Rio Macaé	720,00	-117,82	2.055,22
			Nascentes do Atalaia e do Mato Roçado	10,00		
Cachoeiras	629	2,03		5,00	2,97	
Córrego do Ouro	3.589	10,52		20,00	9,48	
Frade	1.139	3,34		6,00	2,66	
Glicério	2.375	6,97		3,00	-3,97	
Sana	1.245	3,66		9,00	5,34	
Totais	216.806	874,34				

No tocante aos pontos de outorga no município de Macaé, conforme informações disponibilizadas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) do Rio de Janeiro, existem 43 (quarenta e três) licenças outorgadas em seu território, sendo 1 (uma) da CEDAE para captação de água para abastecimento público no Rio Macaé, porém que se encontra expirada. A Prefeitura Municipal possui uma outorga vigente, mas apenas para lançamento de efluentes tratados no canal do Rio Macaé. As demais outorgas são de empresas privadas, sendo uma da BRK Ambiental, responsável pelo SES no município, e duas da Petrobrás.

#### 4.2.4 Monitoramento da qualidade da água

Como preconizado pela Portaria de Consolidação (PRC), nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, para o controle da qualidade da água tratada, são realizadas as análises de cor, turbidez, pH, cloro residual, flúor, ferro, manganês, coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas. Ainda de acordo com esta legislação, também são feitas análises de mercúrio e agrotóxicos, substâncias orgânicas e inorgânicas, desinfetantes e produtos secundários de desinfecção e radioatividade (BRASIL, 2017).

Na Tabela 16 estão apresentados os resultados da análise dos parâmetros básicos de avaliação da qualidade da água tratada na ETA Macaé. De acordo com informações da tabela, em todos os meses do ano de 2018 foram realizadas as análises de bacteriologia, cloro residual e turbidez. Em relação à análise de parâmetros físico-químicos os maiores valores de turbidez foram identificados nas amostras coletadas no mês de maio, junho, agosto e novembro. Quanto a análise de coliformes totais e *E. coli*, todos os meses apresentaram 100% das amostras dentro do padrão estabelecido pela portaria de potabilidade vigente.

Tabela 16: Monitoramento da qualidade da água distribuída para o ano de 2018 - ETA  
Macaé

Meses	Amostras realizadas para bacteriologia, cloro residual e turbidez	Amostras realizadas para cor	Parâmetros Físico-Químicos - Média dos Resultados Mensais			Parâmetros Bacteriológicos - % de Amostras Dentro do Padrão			
			Turbidez (<5 UNT) (1)	Cor Aparente (< 15 uH) (2)	Cloro Residual Livre (0,2 a 5,0 mg/L)	Coli-formes Totais	Coli-formes Totais (após recoleta)	E.coli	E.coli (após recoleta)
JAN	504	168	0,8	5,3	1,4	100	N.A.	100	N.A.
FEV	411	137	1,1	5,1	1,5	100	N.A.	100	N.A.
MAR	492	164	2,3	5,3	1,4	100	N.A.	100	N.A.
ABR	558	186	2,0	5,4	1,7	100	N.A.	100	N.A.
MAI	486	162	3,4	6,7	1,7	100	N.A.	100	N.A.
JUN	465	155	2,6	6,8	1,8	100	N.A.	100	N.A.
JUL	456	152	0,9	5,2	1,5	100	N.A.	100	N.A.
AGO	480	160	2,4	6,4	1,8	100	N.A.	100	N.A.
SET	480	160	1,9	6,3	1,5	100	N.A.	100	N.A.
OUT	459	153	1,3	5,5	1,7	100	N.A.	100	N.A.
NOV	485	161	3,0	7,3	1,3	100	N.A.	100	N.A.
DEZ	516	172	1,7	6,1	1,9	100	N.A.	100	N.A.

N.A.: Não se aplica

Nota: (1) UNT: Unidade Nefelométrica de Turbidez. (2) uH: 1 unidade Hazen

Fonte: CEDAE (2018)

### 4.3 Esgotamento Sanitário

#### 4.3.1 Caracterização geral

No município de Macaé o serviço de esgotamento sanitário é prestado pela empresa privada BRK Ambiental (BRK) na Sede municipal e pela Prefeitura Municipal nos demais distritos, ficando, portanto, sob responsabilidade das mesmas a operação, ampliação e manutenção das unidades que compõem os sistemas de esgotamento sanitário (SES) das suas respectivas áreas de abrangência.

De acordo com informações do SNIS, para o ano de 2017, o índice de coleta de esgoto era de 21,3%, (SNIS, 2018). Ainda segundo os dados do SNIS, para o período de 2013 a 2017, as ligações ativas apresentaram uma redução de 55,9%; e a população atendida reduziu 26,2%, conforme apresentado na Tabela 17. Salienta-se que os dados do SNIS não apresentaram alteração entre os anos de 2013 e 2015, o que pode indicar incoerência nos mesmos; e a partir de 2016, parte dos dados foram alimentados pela empresa BRK Ambiental

o que sugere que a avaliação, apuração e inserção da informação no SNIS passou a ser mais rigorosa e próxima da realidade.

Tabela 17: Evolução do atendimento pelo SES do município de Macaé, no período de 2013 a 2017

Ano	População urbana atendida (hab.)	Ligações ativas (unid.)	Economias ativas (unid.)	Economias residenciais ativas (unid.)
2013	70.500	13.877	13.877	13.877
2014	70.500	13.877	13.877	13.877
2015	70.500	13.877	13.877	13.877
2016	46.643	5.248	9.446	8.509
2017	52.043	6.117	13.605	12.275

Fonte: SNIS (2018)

O SES de Macaé não é escopo do presente planejamento e, portanto, não foi diagnosticado. Desta forma, as informações acerca dos SES foram extraídas em sua maioria do Plano Municipal de Saneamento Básico de Macaé (MACAÉ, 2012), do site da empresa concessionária privada BRK Ambiental e de outras fontes secundárias como o SNIS (2018) e o Atlas Esgotos - Despoluição das Bacias Hidrográficas (ANA, 2017).

Segundo informação do PMSB (MACAÉ, 2012) no ano de 2012 o SES do município de Macaé contava com 42 (quarenta e duas) estações elevatórias de esgoto, sendo que a maioria se encontrava em mau estado de conservação. Em relação à extensão das redes coletoras, segundo o SNIS (2018) eram 314.000 metros de rede operada pela BRK e 8.000 operados pela prefeitura municipal em 2017.

De acordo com informações do site da BRK Ambiental, existem no município 2 (duas) Estações de tratamento de Esgotos (ETE) em operação sob sua responsabilidade, sendo elas: ETE Mutum e ETE Centro.

O subsistema que contribui para a ETE Mutum está com a totalidade de sua infraestrutura de esgotamento sanitário executada, correspondente a 26.000 metros de redes coletoras, 23 (vinte e três) estações elevatórias de esgoto (EEE) e a ETE Mutum, com capacidade para tratar 40 L/s em nível terciário, utilizando-se de tecnologias de radiação ultravioleta e filtração terciária, e que realiza o lançamento do efluente tratado na Lagoa de Imboassica.

O subsistema que destina os esgotos para a ETE Centro possui 40.000 metros de redes coletoras, 49 (quarenta e nove) EEE e 12.000 metros de linhas de recalque de esgotos. A ETE Centro possui capacidade para tratar 100 L/s de esgotos e em sua terceira etapa de

ampliação terá a capacidade ampliada para 300 L/s, quando o sistema disporá de 185.000 metros de redes coletoras e 88 (oitenta e oito) EEE. Assim como a ETE Mutum, a ETE Centro trata os esgotos em nível terciário, com significativa redução de nutrientes no efluente (nitrogênio e fósforo) (BRK, 2019).

O SES de Macaé contará ainda com outros dois subsistemas em suas futuras etapas de ampliação. São eles: Subsistema Aeroporto, com a implantação de toda a infraestrutura, incluindo a ETE Aeroporto, com capacidade para 300 L/s e tratamento em nível terciário; Subsistema Lagomar, com a implantação de toda infraestrutura, incluindo a ETE Lagomar, com capacidade para 40 L/s e tratamento em nível secundário. Não foi informado o período previsto para implantação das obras relativas a essa etapa (BRK, 2019).

Segundo informações do PMSB há estações de tratamento de pequeno porte nos distritos de Glicério e Sana, e são operados pela prefeitura municipal. Existem ainda sistemas de pequeno porte como a ETE Centro de Convenções e outras em condomínios residenciais (MACAÉ, 2012).

#### 4.3.2 Regulação e tarifação

Para o município de Macaé foram identificados instrumentos normativos que definem a regulação das dimensões técnica, econômica e social da prestação dos serviços de esgotamento sanitário, e de política de tarifação na área de abrangência do sistema operado pela BRK Ambiental.

Conforme mencionado, a empresa BRK Ambiental é responsável também pela gestão comercial das contas de água e esgoto do município, já que a cobrança pelo SES é função do consumo de água do usuário. A responsabilidade pela fiscalização dos serviços e sistemas operados pela BRK Ambiental é da Secretaria Adjunta de Saneamento da Prefeitura de Macaé.

A tarifação pelo SES segue a seguinte estrutura, de acordo com informações do sítio eletrônico da empresa BRK Ambiental (Tabela 18).

Tabela 18: Estrutura Tarifária BRK Ambiental

Serviços	Faixas de consumo (m <sup>3</sup> )		Esgoto (R\$)
Domiciliar	1	Consumo mínimo	2,58
	2	00 a 15	2,96
	3	16 a 30	6,52
	4	31 a 45	8,89
	5	46 a 60	17,78
	6	> 60	23,71
Comercial	1	00 a 20	10,08

Serviços	Faixas de consumo (m <sup>3</sup> )		Esgoto (R\$)
	2	21 a 30	17,75
	3	> 30	18,97
Pública	1	00 a 15	3,91
	2	> 15	8,65
Industrial	1	00 a 20	13,93
	2	21 a 30	13,93
	3	31 a 130	16,01
	4	> 130	16,89
Pública Estadual, Domiciliar Templo Religioso, Público Templo Religioso	1	00 a 15	3,41
	2	> 15	7,55

Fonte: BRK Ambiental (2019)

No que tange ao Plano Plurianual (PPA) de Macaé, no período de 2018 a 2021, foram identificados investimentos diretos nos SES do município, relativos a limpeza de fossa e rede de esgoto primária, conforme Tabela 19.

Tabela 19: Investimentos previstos (2018 - 2021)

Projeto	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Limpeza de Fossa e Rede de Esgoto Primária	1.200.000,00	1.232.000,00	1.343.000,00	1.600.000,00	5.375.000,00

#### 4.3.3 Monitoramento da qualidade dos efluentes

A qualidade de uma determinada água é função das suas condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Assim, não apenas a interferência do homem, que pode ocorrer de forma concentrada (pela geração de despejos domésticos e industriais, por exemplo) ou dispersa (por meio da aplicação de defensivos agrícolas no solo, por exemplo), contribui para a introdução de compostos na água. Em Macaé o avanço da coleta e tratamento de esgotos ocorridos nos últimos anos contribuiu para uma melhoria na qualidade do efluente lançado na natureza. Segundo a empresa BRK Ambiental, as ETE existentes operam com cerca de 90% de eficiência de remoção de matéria orgânica, no entanto, não foram obtidos os relatórios de monitoramento constantes realizados pela empresa no município. Em relação aos esgotos sob responsabilidade da prefeitura, sobretudo nos outros distritos que não a Sede, não foram obtidas informações se há rede de monitoramento do efluente lançado.

#### 4.3.4 Lançamento de efluentes

No município de Macaé, o monitoramento da qualidade da água em locais à montante e à jusante dos pontos de lançamento de esgotos tratados e não tratados é realizado. No

entanto, não se observou pontos de monitoramento das águas a jusante do lançamento das duas principais ETE da Sede municipal. Conforme mencionado no item 3.11, que trata de disponibilidade hídrica, há 7 (seis) pontos de monitoramento operados pelo INEA. Para estas estações, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e o teor de Oxigênio Dissolvido (OD) estão dentro do limite estabelecido pela CONAMA 357/2005 e os Índices de Qualidade de Água (IQA) são classificadas como “Boa”.

Conforme já mencionado, parte do esgoto gerado em Macaé não passa por tratamento, sendo lançado *in natura* nos cursos d’água que cortam o município, o que acarreta em deterioração dos cursos d’água da sub-bacia do Rio Macaé (região hidrográfica Macaé e das Ostras) e reforça a urgência da implantação de medidas para ampliação da coleta e tratamento do esgoto sanitário.

Para atender à legislação vigente, portanto, levar em conta a Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Sobre a referida norma, destaca-se a Seção III - Das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários - que em seu Art. 21 discorre sobre as condições e padrões específicos para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários e o Art. 22º que determina as condições para o lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos.

## 5. OBJETIVOS E METAS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS

## 5 OBJETIVOS E METAS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS

As diretrizes gerais adotadas para a elaboração dos objetivos e metas para a universalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Macaé tiveram como base fundamental a Lei Federal nº. 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Além desta, a elaboração dos objetivos e metas foi amparada nos seguintes produtos: (i) no Diagnóstico das condições do saneamento do município; (ii) em leis, decretos, resoluções e deliberações concernentes aos recursos hídricos e (iii) Planos setoriais em âmbito municipal, estadual e federal.

### 5.1 Projeção Populacional e Definição de Cenários

As projeções de crescimento populacional e demandas futuras são importantes para auxiliar a elaboração das metas de atendimento de abastecimento de água e esgotamento sanitário, com vistas à universalização da prestação desses serviços dentro do período de planejamento de 35 anos adotado.

As projeções populacionais foram desenvolvidas utilizando o Método dos Componentes Demográficos para projetar as populações futuras que, por sua vez, trata-se de um modelo sofisticado de simulação de dinâmica demográfica que considera individualmente cada um dos componentes demográficos: fecundidade, mortalidade e saldos migratórios.

Não obstante, o modelo utilizado no presente estudo relaciona as três variáveis básicas já citadas e as compatibiliza com os dados de população obtidos nos Censos Demográficos realizados pelo IBGE no período de 1980 até 2010. Desta forma, tanto as populações como as taxas de fecundidade são ajustadas pelo modelo, resultando em valores diferentes daqueles observados nos últimos censos.

As projeções desenvolvidas pela aplicação do Método dos Componentes Demográficos sustentam-se na continuidade das tendências observadas no passado, além de levarem em conta tendências verificadas em outras regiões e municípios brasileiros ou mesmo de outros países que se encontram em patamares mais avançados de desenvolvimento. Devido às suas características, este tipo de projeção é denominado inercial.

Além da projeção inercial, foi desenvolvida uma outra projeção mantendo-se os valores projetados de fecundidade e mortalidade, porém elevando-se os saldos migratórios, de tal maneira que esta segunda projeção possa ser considerada o limite superior possível para a população de estudo.

Na Tabela 20 está sintetizado o resultado da projeção populacional para o município de Macaé, sendo apresentados os contingentes populacionais projetados e utilizados para a determinação das demandas por serviços coletivos de abastecimento de água no município.

Tabela 20: Projeção populacional no período de planejamento

Ano de planejamento	Número de habitantes						
	Distrito						
	Sede-Macaé	Cachoeiros	Córrego do Ouro	Frade	Glicério	Sana	Total Área Urbana
1	270.831	1.075	5.236	1.672	3.433	1.844	284.091
5	300.467	1.200	5.884	1.890	3.828	2.103	315.372
10	321.509	1.237	6.359	2.059	4.150	2.297	337.611
15	333.454	1.243	6.652	2.175	4.380	2.428	350.332
20	337.842	1.239	6.786	2.244	4.516	2.504	355.131
25	336.607	1.233	6.796	2.271	4.570	2.534	354.011
30	331.311	1.227	6.713	2.264	4.556	2.525	348.596
35	324.758	1.222	6.593	2.237	4.501	2.495	341.806

## 5.2 Abastecimento de Água

### 5.2.1 Objetivos

Conforme preconiza a lei federal nº 11.445/2007, o objetivo geral para os serviços de abastecimento de água é alcançar a universalização do acesso nas áreas urbana e rural e garantir que sejam prestados com a devida qualidade a todos os usuários efetivos e potenciais durante o período de planejamento adotado. Neste planejamento considera-se apenas a área urbana dos municípios.

Quanto aos objetivos específicos, destacam-se:

- Garantir à população o acesso à água de forma a atender os padrões de potabilidade vigentes, reduzir as perdas reais e aparentes dos sistemas e ofertar serviços com qualidade e regularidade para atendimento das demandas da população durante todo o período de planejamento;
- Fomentar a adequação das infraestruturas dos sistemas para que estejam aptos a atender com eficiência e qualidade as populações que deles dependem;
- Adequar os serviços prestados às legislações ambientais vigentes em relação à outorga, regularização ambiental dos empreendimentos e atendimento aos padrões de qualidade da água;
- Viabilizar a sustentabilidade econômico-financeira do serviço de abastecimento de água; e
- Conscientizar a população sobre sustentabilidade ambiental e uso racional da água.

### 5.2.2 Metas e Indicadores

Para atingir os objetivos do Plano, foram propostas alternativas para suprir as carências e deficiências identificadas na fase de Diagnóstico em relação aos serviços de abastecimento de água.

De forma geral, para os municípios objeto do presente estudo e que estão inseridos na área de concessão da CEDAE, adotaram as metas que estão apresentadas na Tabela 21. Em relação ao município de Macaé, ressalta-se que possui população com número de habitantes maior do que a média populacional da área de estudo da CEDAE.

Tabela 21: Período estimado para atingir as metas de atendimento para os serviços de abastecimento de água

Municípios	Período para atingir a meta de atendimento para serviços de abastecimento de água	
	Meta maior que 70%	Meta menor que 70%
Rio de Janeiro	8 anos	
População maior que a média populacional da área de concessão da CEDAE	10 anos	12 anos
População menor que média populacional da área de concessão da CEDAE	12 anos	14 anos

O índice de atendimento de abastecimento de água calculado é de 73,1% da população urbana no ano 1 de planejamento e propõe-se que a universalização de acesso aos serviços seja atingida no ano 10.

Na Tabela 22 estão apresentadas as metas propostas para o período de planejamento.

Tabela 22: Metas de atendimento para os sistemas coletivos de abastecimento de água

Metas - Atendimento de Abastecimento de Água (ano de planejamento)							
1	5	10	15	20	25	30	35
73,1	85,1%	99,0%	99,0%	99,0%	99,0%	99,0%	99,0%

Indicadores podem ser entendidos como instrumentos de gestão essenciais para as atividades de monitoramento e avaliação do Plano Municipal de Saneamento Básico, tornando possíveis as seguintes avaliações necessárias: acompanhar o alcance de metas; identificar avanços e necessidades de melhoria, correção de problemas e/ou readequação do sistema; avaliar a qualidade dos serviços prestados; dentre outras. No setor do saneamento, indicador é uma medida quantitativa da eficiência e da eficácia de uma entidade gestora relativamente a aspectos específicos da atividade desenvolvida ou do comportamento dos sistemas (ALEGRE et al., 2000).

Na Tabela 23 estão apresentados os indicadores selecionados pelo PLANSAB e as respectivas metas para a região Sudeste. Como alguns dos indicadores do PLANSAB não se aplicam aos municípios, pois tratam de análises regionais, estes não são apresentados no presente documento.

Tabela 23: Indicadores do PLANSAB aplicáveis para a escala municipal e os dados e metas para abastecimento de água na região Sudeste

Indicadores		2023	2033
A1	% de domicílios urbanos e rurais abastecidos por rede de distribuição ou por poço ou nascente com canalização interna	99	100
A2	% de domicílios urbanos abastecidos por rede de distribuição ou por poço ou nascente com canalização interna	100	100
A3	% de domicílios rurais abastecidos por rede de distribuição ou por poço ou nascente com canalização interna	95	100
A5	% de economias ativas atingidas por paralisações e interrupções sistemáticas no abastecimento de água no mês	18	14
A6	% de perdas na distribuição de água	32	29

Como pode ser observado na Tabela 23 os indicadores que apresentaram maiores evoluções no período foram o A3 e o A5, evidenciando a maior necessidade de investimentos nas áreas rurais e nos sistemas de captação/tratamento/distribuição de água, respectivamente.

Sugere-se, para tanto, alguns indicadores, conforme apresentado na Tabela 24. Esse conjunto de indicadores foi dividido em cinco grupos: Ambientais, Saúde, Financeiros, Operacionais e de Satisfação.

Tabela 24: Indicadores dos serviços de abastecimento de água

Indicador	Como calcular	Periodicidade
<b>Ambientais</b>		
Índice de atendimento à vazão outorgada (%)	$(\text{Vazão captada} / \text{Vazão outorgada}) \times 100$	Semestral
Índice de conformidade da quantidade de captações outorgadas (%)	$\text{N}^\circ \text{ de captações outorgadas} / \text{N}^\circ \text{ de captações outorgáveis (capta água, mas não possui outorga)}$	Anual
<b>Saúde</b>		
Índice de atendimento aos padrões de potabilidade (%)	$(\text{N}^\circ \text{ de amostras de turbidez, coliformes totais e } Escherichia coli \text{ dentro do padrão de potabilidade - PRC n}^\circ 05 \text{ de 28 de setembro de 2017, Anexo XX} / \text{N}^\circ \text{ de amostras de turbidez, coliformes totais e } Escherichia coli \text{ realizadas}) \times 100$	Mensal
Índice de conformidade da quantidade de amostras de turbidez, coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> (%)	$(\text{N}^\circ \text{ de amostras de coliformes totais e } Escherichia coli \text{ realizadas} / \text{N}^\circ \text{ de amostras de turbidez, coliformes totais e } Escherichia coli \text{ estabelecidas na PRC n}^\circ 05 \text{ de 28 de setembro de 2017, Anexo XX}) \times 100$	Mensal
<b>Financeiros</b>		
Índice de sustentabilidade financeira (%)	$(\text{Arrecadação própria com o abastecimento de água} / \text{Despesa total com o abastecimento de água}) \times 100$	Semestral
Índice de perdas de faturamento (%)	$[(\text{Volume de água produzido} - \text{Volume de água faturado}) / \text{Volume de água produzido}] \times 100$	Mensal
Índice de consumo de energia elétrica no sistema de abastecimento de água (KWh/m <sup>3</sup> )	$\text{Consumo total de energia elétrica no sistema de abastecimento de água} / (\text{Volume de água produzido} + \text{Volume de água tratado importado})$	Mensal
<b>Operacionais</b>		
Índice de regularidade (%)	$(\text{Economias ativas não atingidas por paralisações e interrupções sistemáticas no abastecimento de água} / \text{N}^\circ \text{ de economias ativas totais}) \times 100$	Mensal
Índice de hidrometração (%)	$(\text{Quantidade de ligações ativas de água com micromedição} / \text{Quantidade de ligações ativas de água}) \times 100$	Anual
Índice de capacidade de tratamento (%)	$(\text{Vazão tratada} / \text{Vazão máxima de projeto}) \times 100$	Mensal
Índice de perdas do sistema por ligação (L/ligação.dia)	$(\text{Volume de água produzido} - \text{Volume de água consumido}) / \text{Quantidade de ligações ativas de água}$	Mensal
<b>Satisfação</b>		
Índice de reclamações na ouvidoria por serviços de abastecimento de água (Reclamações/mês)	$\text{Número de reclamações sobre os serviços de abastecimento de água na ouvidoria da CEDAE}$	Mensal

### 5.2.3 Demanda pelos serviços

O município de Macaé é subdividido em 6 (seis) sistemas. Tais sistemas foram analisados, visando determinar para todos os anos do período de planejamento a demanda por produção e reservação de água.

#### 5.2.3.1 Metodologia de Cálculo

Para estimar a demanda por produção de água e o volume de reservação necessários para o período de planejamento, foram utilizados os parâmetros e critérios descritos adiante.

Cabe ressaltar que os parâmetros e critérios de cálculo utilizados no estudo de demanda foram definidos com base nas recomendações normativas NBR 12.211 NB 587 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para estudos e projetos de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA).

##### a) Consumo *per capita* de água

O consumo per capita médio de água corresponde ao valor médio do consumo diário de água por pessoa, expresso em L/hab.dia. Os dados utilizados para o cálculo das demandas foram realizados a partir das informações do Sistema Nacional de Informações de Saneamento, tendo como referência o ano de 2016. Na sede e distritos do município de Macaé foi considerado o consumo *per capita* de 220 L/hab.dia, sendo este valor reduzido de forma gradativa até o ano 10 de planejamento, quando o consumo *per capita* passará a ser 150 L/hab.dia, e na sequência mantidos até o último ano que compreende o período de planejamento, conforme apresentado na Tabela 25.

Tabela 25: Metas de redução de consumo per capita de água no período de planejamento

Período	Meta de consumo <i>per capita</i> (L/hab.dia) Município de Macaé
1	220
2	212
3	204
4	197
5	189
6	181
7	173
8	166
9	158
10	150
11 a 35	150

### b) Coeficientes do dia e hora de maior consumo

O consumo de água em uma localidade varia ao longo do dia (variações horárias), ao longo da semana (variações diárias) e ao longo do ano (variações sazonais). Em um dia, os horários de maior consumo geralmente ocorrem no início da manhã e no início da noite. Para os cálculos de demanda de água, foram adotados os seguintes coeficientes de variação da vazão média de água:

- $k_1 = 1,2$  (coeficiente do dia de maior consumo)
- $k_2 = 1,5$  (coeficiente da hora de maior consumo)

### c) Índice de Perdas Totais na Distribuição

As perdas de água em um sistema de abastecimento correspondem aos volumes não contabilizados, incluindo os volumes não utilizados e os volumes não faturados (Heller e Pádua, 2010). O controle e a diminuição das perdas físicas são convertidos em diminuição de custos de produção e distribuição, uma vez que se reduzem o consumo de energia, produtos químicos, dentre outros. Nesse contexto, uma medida para reduzir as perdas físicas seria a otimização das instalações existentes, aumentando a oferta dos serviços, sem a necessidade de expansão do sistema produtor.

Para o período de planejamento, devem ser consideradas ainda as metas de perdas propostas no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) que prevê, para a região Sudeste, valores de perdas de 33% em 2018, 32% em 2023 e 29% em 2033.

Avaliou-se o índice de perdas informado pela CEDAE. Para o caso de Macaé, foi informado valor inferior a 25%, que é a meta para perdas totais na distribuição estipulada neste trabalho. Neste caso, os valores inferiores à meta foram considerados inconsistentes e substituídos pelo valor de meta, 25%, que será mantido ao longo do período de planejamento (Tabela 26).

Tabela 26: Metas de perdas na rede de distribuição para o período de planejamento

Período	Meta de perdas prevista (%)
1 a 35	25,0%

### d) Demanda de água

O cálculo do consumo de água representa a vazão necessária para abastecer a população e leva em consideração o consumo *per capita* efetivo de água e a população atendida em cada um dos sistemas em questão (Equação 1).

$$C = \frac{P \times q_{pc}}{1.000} \quad \text{Equação 1}$$

Em que,

C: Consumo de Água (m<sup>3</sup>/dia)

P: População Atendida (hab.)

q<sub>pc</sub>: Consumo *per capita* (L/hab.dia)

A demanda de água (D) representa a oferta de água para cada economia ativa de água e, por conseguinte, no seu cálculo (Equação 2) leva-se em consideração a perda de água física no sistema, onde:

$$C = D(1 - I_A) \quad \text{Equação 2}$$

Em que,

C: Consumo de água (m<sup>3</sup>/dia)

D: Demanda de água (m<sup>3</sup>/dia)

I<sub>A</sub>: Índice de Abastecimento de Água (%)

#### e) Vazões de distribuição e produção de água

O cálculo de vazões produção de água e de distribuição levam em consideração as perdas físicas na produção e distribuição de água. O Sistema Nacional de Informações de Saneamento, refere-se às perdas totais na distribuição, indicador que considera as perdas físicas e aparentes do sistema. Tendo como objetivo não majorar as vazões de produção e distribuição, adotou-se como premissa que as perdas físicas correspondem a 2/3 das perdas totais. As Equações 3, 4 e 5 foram empregadas para o cálculo das projeções de demandas médias, máximas diárias e máximas horárias de água.

$$D_{méd} = \frac{1}{(1 - I_{pf})} \cdot C_a \quad \text{Equação 3}$$

$$D_{máxd} = K_1 \cdot D_{méd} \quad \text{Equação 4}$$

$$D_{máxh} = K_2 \cdot D_{máxd} \quad \text{Equação 5}$$

Em que,

Dméd: Demanda média de distribuição de água (m<sup>3</sup>/dia)

Dmáxd: Demanda máxima diária de distribuição de água (m<sup>3</sup>/dia)

Dmáxh: Demanda máxima horária de distribuição de água (m<sup>3</sup>/dia)

Ipf: Índice de perda físicas na distribuição (%)

K1: Coeficiente de máxima vazão diária (1,2)

K2: Coeficiente de máxima vazão horária (1,5)

Para o cálculo da vazão de produção de água, foi adicionado à vazão máxima diária o percentual de perdas na produção de água (Equação 6).

$$Q_p = \frac{1}{(1 - I_{PP})} \cdot D_{máxd} \quad \text{Equação 6}$$

Em que,

Qp: Vazão de produção de água (m<sup>3</sup>/dia)

IPP: Índice de perdas na produção (8,0%)

#### f) Demanda de reservação de água

Para a determinação da demanda de reservação, foi adotado o volume equivalente à 1/3 da vazão máxima diária do período de projeto.

### 5.2.3.2 Resultados da demanda

A seguir são apresentadas as disponibilidades e necessidades em relação ao serviço de abastecimento de água no cenário adotado, traçado para o horizonte do plano (35 anos).

Conforme pode ser observado na Tabela 27 e na Tabela 28 as estruturas de produção de água existentes nos distritos Sede de Macaé e Glicério não são suficientes para atender a população da área de abrangência desses sistemas durante todo o período de planejamento. Já para os demais distritos, a produção de água é suficiente para atendimento da população pelos 35 anos.

A análise da capacidade de atendimento das infraestruturas de reservação (Tabela 29 e Tabela 30), evidenciou que todos os distritos de Macaé apresentarão déficit de reservação em todos os anos do período de planejamento.

Ressalta-se que na Sede - Macaé, prevê-se um déficit de 21.071 m<sup>3</sup> já no primeiro ano do período de planejamento, chegando a 27.739 m<sup>3</sup> no ano 20 de planejamento. Tal situação evidencia a fragilidade dos sistemas de abastecimento de água em todo o município, aumentando os riscos de ocorrência de intermitências nos SAA, visto que a insuficiência de

reservação aumenta a dependência em relação aos sistemas de produção de água, da garantia de baixas ocorrências de rompimentos nas redes de abastecimento, bem como, de reduzidos acréscimos sazonais de população.

Tabela 27: Demanda de produção projetada para os sistemas coletivos abastecimento de água na Sede (Macaé), Cachoeiros e Córrego de Ouro

Ano de planejamento	Sede			Cachoeiros			Córrego de Ouro		
	Demanda Máxima Diária (L/s)	Produção Atual (L/s)	Saldo Produção (L/s)	Demanda Máxima Diária (L/s)	Produção Atual (L/s)	Saldo Produção (L/s)	Demanda Máxima Diária (L/s)	Produção Atual (L/s)	Saldo Produção (L/s)
1	905,2	720,0	-185,2	2,6	5,0	2,4	12,9	20,0	7,1
5	1052,9	720,0	-332,9	3,0	5,0	2,0	14,9	20,0	5,1
10	1081,8	720,0	-361,8	3,0	5,0	2,0	15,2	20,0	4,8
15	1122,0	720,0	-402,0	3,1	5,0	1,9	16,6	20,0	3,4
20	1136,8	720,0	-416,8	3,1	5,0	1,9	17,0	20,0	3,0
25	1132,6	720,0	-412,6	3,1	5,0	1,9	17,0	20,0	3,0
30	1114,8	720,0	-394,8	3,1	5,0	1,9	16,8	20,0	3,2
35	1092,7	720,0	-372,7	3,1	5,0	1,9	16,5	20,0	3,5

Tabela 28: Demanda de produção projetada para os sistemas coletivos abastecimento de água em Frade, Glicério e Sana

Ano de planejamento	Frade			Glicério			Sana		
	Demanda Máxima Diária (L/s)	Produção Atual (L/s)	Saldo Produção (L/s)	Demanda Máxima Diária (L/s)	Produção Atual (L/s)	Saldo Produção (L/s)	Demanda Máxima Diária (L/s)	Produção Atual (L/s)	Saldo Produção (L/s)
1	4,1	6,0	1,9	8,5	3,0	-5,5	4,5	9,0	4,5
5	4,8	6,0	1,2	9,7	3,0	-6,7	5,3	9,0	3,7
10	4,9	6,0	1,1	9,9	3,0	-6,9	5,5	9,0	3,5
15	5,4	6,0	0,6	10,9	3,0	-7,9	6,1	9,0	2,9
20	5,6	6,0	0,4	11,3	3,0	-8,3	6,3	9,0	2,7
25	5,7	6,0	0,3	11,4	3,0	-8,4	6,3	9,0	2,7
30	5,7	6,0	0,3	11,4	3,0	-8,4	6,3	9,0	2,7
35	5,6	6,0	0,4	11,3	3,0	-8,3	6,2	9,0	2,8

Tabela 29: Demanda de reservação projetada para os sistemas coletivos abastecimento de água na Sede (Macaé), Cachoeiros e Córrego de Ouro

Ano de planejamento	Sede			Cachoeiros			Corrego de Ouro		
	Reservação Requerida (m <sup>3</sup> )	Reservação Atual (m <sup>3</sup> )	Saldo Reservação (m <sup>3</sup> )	Reservação Requerida (m <sup>3</sup> )	Reservação Atual (m <sup>3</sup> )	Saldo Reservação (m <sup>3</sup> )	Reservação Requerida (m <sup>3</sup> )	Reservação Atual (m <sup>3</sup> )	Saldo Reservação (m <sup>3</sup> )
1	26.071	5.000	-21.071	74	10	-64	373	0	-373
5	30.323	5.000	-25.323	88	10	-78	430	0	-430
10	31.156	5.000	-26.156	85	10	-75	437	0	-437
15	32.313	5.000	-27.313	89	10	-79	479	0	-479
20	32.739	5.000	-27.739	89	10	-79	489	0	-489
25	32.619	5.000	-27.619	89	10	-79	489	0	-489
30	32.106	5.000	-27.106	88	10	-78	483	0	-483
35	31.471	5.000	-26.471	88	10	-78	475	0	-475

Tabela 30: Demanda de reservação projetada para os sistemas coletivos abastecimento de água em Frade, Glicério e Sana

Ano de planejamento	Frade			Glicério			Sana		
	Reservação Requerida (m <sup>3</sup> )	Reservação Atual (m <sup>3</sup> )	Saldo Reservação (m <sup>3</sup> )	Reservação Requerida (m <sup>3</sup> )	Reservação Atual (m <sup>3</sup> )	Saldo Reservação (m <sup>3</sup> )	Reservação Requerida (m <sup>3</sup> )	Reservação Atual (m <sup>3</sup> )	Saldo Reservação (m <sup>3</sup> )
1	119	5	-114	246	24	-222	130	75	-55
5	138	5	-133	280	24	-256	154	75	-79
10	142	5	-137	285	24	-261	158	75	-83
15	157	5	-152	315	24	-291	175	75	-100
20	162	5	-157	325	24	-301	180	75	-105
25	164	5	-159	329	24	-305	182	75	-107
30	163	5	-158	328	24	-304	182	75	-107
35	161	5	-156	324	24	-300	180	75	-105

### 5.3 Esgotamento sanitário

#### 5.3.1 Objetivos

Conforme preconiza a lei federal nº 11.445/2007, o objetivo geral para os serviços de esgotamento sanitário é alcançar a universalização do acesso nas áreas urbana e rural e garantir que sejam prestados com a devida qualidade a todos os usuários efetivos e potenciais durante o período de planejamento adotado.

Para isso, é necessário a ampliação e melhoria da cobertura por sistemas individuais ou coletivos de esgotamento sanitário a fim de promover a qualidade de vida e saúde da população, bem como a redução da poluição dos cursos de água.

Quanto aos objetivos específicos, destacam-se:

- Ampliar e garantir o acesso aos serviços de esgotamento sanitário de forma adequada, atendendo às demandas da população (urbana e rural) durante todo o período de planejamento;
- Promover o controle ambiental e a preservação do meio ambiente, solo e águas subterrâneas e superficiais;
- Reduzir e prevenir a ocorrência de doenças na população; e
- Adequar os serviços prestados às legislações ambientais vigentes em relação aos padrões de lançamento de efluentes nos cursos de água e de qualidade da água, de acordo com sua classe de enquadramento.

#### 5.3.2 Metas e Indicadores

Para o município de Macaé e seus distritos não são apresentadas propostas de metas e indicadores relativos ao esgotamento sanitário da área urbana da Sede, uma vez que estes serviços são prestados pela empresa privada BRK Ambiental e, portanto, não fazem parte do Projeto. Entretanto, é fundamental que na revisão do PMSB de Macaé tais metas sejam estabelecidas para todos os prestadores que estiverem atuando no município.

O Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB (BRASIL, 2013), analogamente ao abastecimento de água, definiu metas a serem atendidas pelos municípios, por região do país, e são avaliadas através dos seguintes indicadores para os serviços de esgotamento sanitário que se aplicam ao presente estudo, conforme apresentado na Tabela 31.

Tabela 31: Indicadores do PLANSAB aplicáveis para a escala municipal e os dados e metas para esgotamento sanitário na região Sudeste

Indicador		2023	2033
E1	% de domicílios urbanos e rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários referentes ao total de domicílios (PNAD/Censo)	92	96
E2	% de domicílios urbanos servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários referentes aos domicílios urbanos (PNAD/Censo)	95	98
E3	% de domicílios rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários referentes aos domicílios rurais (PNAD/Censo)	64	93
E4	% de tratamento de esgoto coletado (PNSB)	72	90
E5	% de domicílios urbanos e rurais com renda até três salários mínimos mensais que possuem unidades hidrossanitárias (PNAD/Censo)	99	100

Como pode ser observado na Tabela 31, os indicadores que apresentaram maiores evoluções no período são o E3 e o E4, evidenciando a maior necessidade de investimentos nas áreas rurais e em tratamento de esgoto, respectivamente.

Sugere-se, para tanto, alguns indicadores, conforme apresentado na Tabela 32. Esse conjunto de indicadores foi dividido em cinco grupos: Ambientais, Saúde, Financeiros, Operacionais e de Satisfação.

Tabela 32: Indicadores dos serviços de esgotamento sanitário

Indicador	Como calcular	Periodicidade
<b>Ambientais</b>		
Índice de atendimento aos padrões de lançamento e do curso d'água receptor (%)	$(\text{N}^\circ \text{ de análises em conformidade com as resoluções} / \text{N}^\circ \text{ de análises realizadas}) \times 100$	Mensal
<b>Saúde</b>		
Índice de atendimento aos padrões de lançamento e do curso d'água receptor (%)	$(\text{N}^\circ \text{ de análises em conformidade com as resoluções} / \text{N}^\circ \text{ de análises realizadas}) \times 100$	Mensal
<b>Financeiros</b>		
Índice de sustentabilidade financeira (%)	$(\text{Arrecadação própria com o sistema de esgotamento sanitário} / \text{Despesa total com o sistema de esgotamento sanitário}) \times 100$	Semestral
Índice de consumo de energia elétrica no sistema de esgotamento sanitário (KWh/m <sup>3</sup> )	$\text{Consumo total de energia elétrica no sistema de esgotamento sanitário} / \text{Volume de esgoto coletado}$	Mensal
<b>Operacionais</b>		
Índice de extravasamento de esgoto (Nº/km.ano)	$\text{N}^\circ \text{ de extravasamentos de esgoto registrados no ano} / \text{Extensão total da rede coletora por bairro ou regiões previamente definidas}$	Anual
Índice de capacidade de tratamento (%)	$(\text{Vazão tratada} / \text{Vazão máxima de projeto}) \times 100$	Mensal
<b>Satisfação</b>		
Índice de reclamações na ouvidoria por serviços de esgotamento sanitário (Reclamações/mês)	Número de reclamações sobre os serviços de esgotamento sanitário na ouvidoria da DAE S.A.	Mensal

## 6. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

## 6 PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

Os programas e as ações propostos para a prestação dos serviços de abastecimento de água no município de Macaé visam determinar meios para que os objetivos e metas do possam ser alcançados ao longo do horizonte de 35 anos. Ressalta-se que para o esgotamento sanitário não são propostas ações, uma vez que o serviço prestado na Sede de Macaé já está concedido à empresa privada BRK Ambiental.

As diretrizes gerais adotadas para a elaboração dos Programas, Projetos e Ações a serem implementadas no município de Macaé tiveram como base fundamental a Lei Federal nº. 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.

Foi considerado que os programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, deverão estar compatibilizados com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos. Complementarmente, são apontadas as possíveis fontes de financiamento.

A seguir estão apresentados os programas e ações propostos, por eixo do saneamento, bem como os prazos previstos para execução. Para a maioria das ações, a data informada refere-se ao prazo inicial para sua implementação.

As ações propostas irão considerar as metas de curto, médio e longo prazo, conforme apresenta a Tabela 33.

Tabela 33: Prazos das Ações Propostas

Prazo	Duração
Curto	5 anos
Médio	13 anos
Longo	17 anos

### 6.1 Programa de Abastecimento de Água

A universalização dos serviços de abastecimento de água se dará pela implantação e adequação de infraestruturas de produção, reservação e distribuição de água para cada distrito do município. A descrição das obras é apresentada a seguir, de acordo com o sistema existente em cada distrito, sendo subdivididas nas seguintes obras de acordo com o tipo de intervenções propostas, a saber:

- Obras de ampliação e de melhoria do sistema existente;
- Obras complementares.

Nos diagramas apresentados, as obras de implantação estão apresentadas em vermelho, as de melhoria em amarelo sendo as demais estruturas mantidas na composição do sistema de abastecimento.

## 6.1.1 Obras de ampliação e melhoria

### 6.1.1.1 SAA Sede - Macaé

Na Figura 12 estão apresentadas as intervenções no sistema existente de produção e reservação, e as obras previstas são:

- Ampliar captação em 460 L/s;
- Implantar a EEAB1 (baixo recalque), potência 33 cv com 460 L/s de vazão;
- Implantar a EEAB1 (alto recalque), potência 102 cv com 460 L/s de vazão;
- Ampliar adutora AAB2, com extensão de 18 km, DN 500 PVCDEFoFo;
- Implantar nova ETA de 460 L/s;
- Implantar EEAT1, potência de 126 cv com 460 L/s de vazão;
- Implantar AAT1 com 1 km de extensão e DN 500 em PVCDEFoFo;
- Implantar AAT2 (troco) com 7 km de extensão e DN 600 em FoFo;
- Implantar reservatório apoiado de 10.000 m<sup>3</sup>;
- Implantar reservatório apoiado de 15.000 m<sup>3</sup>;
- Implantar Booster com potência de 102 cv, com 360 L/s de vazão;
- Implantar LR com 9 km de extensão em PVCDEFoFo. DN 500;
- Implantar reservatório apoiado de 10.000 m<sup>3</sup>;
- Reformar a EEAB (baixo recalque). Potência 120 cv com 720 L/s de vazão.

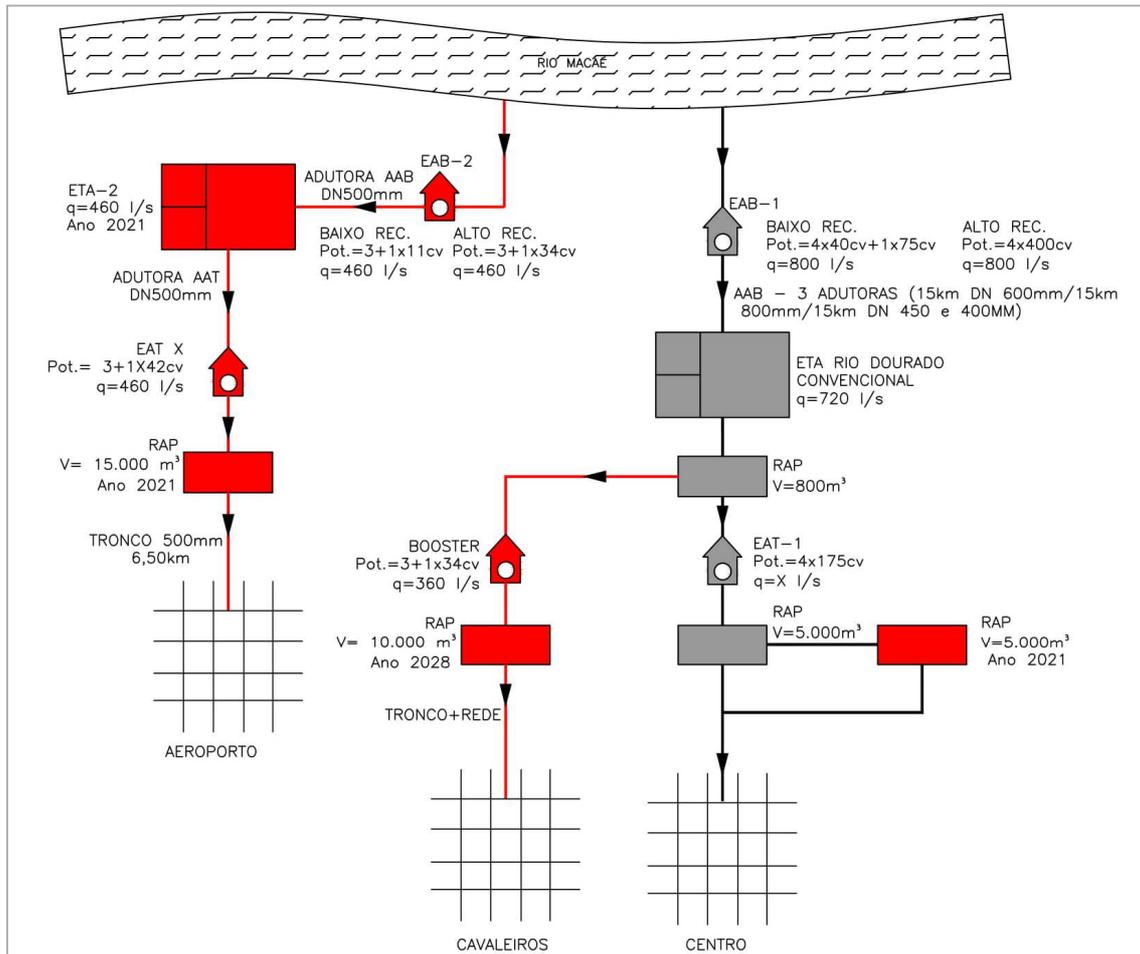


Figura 13: Diagrama simplificado do SAA Sede - Macaé

### 6.1.1.2 SAA distrito Cachoeiros

Na Figura 14 está apresentada a intervenção no sistema existente de reservação, e a obra prevista é:

- Implantar reservatório apoiado de 100 m<sup>3</sup>.

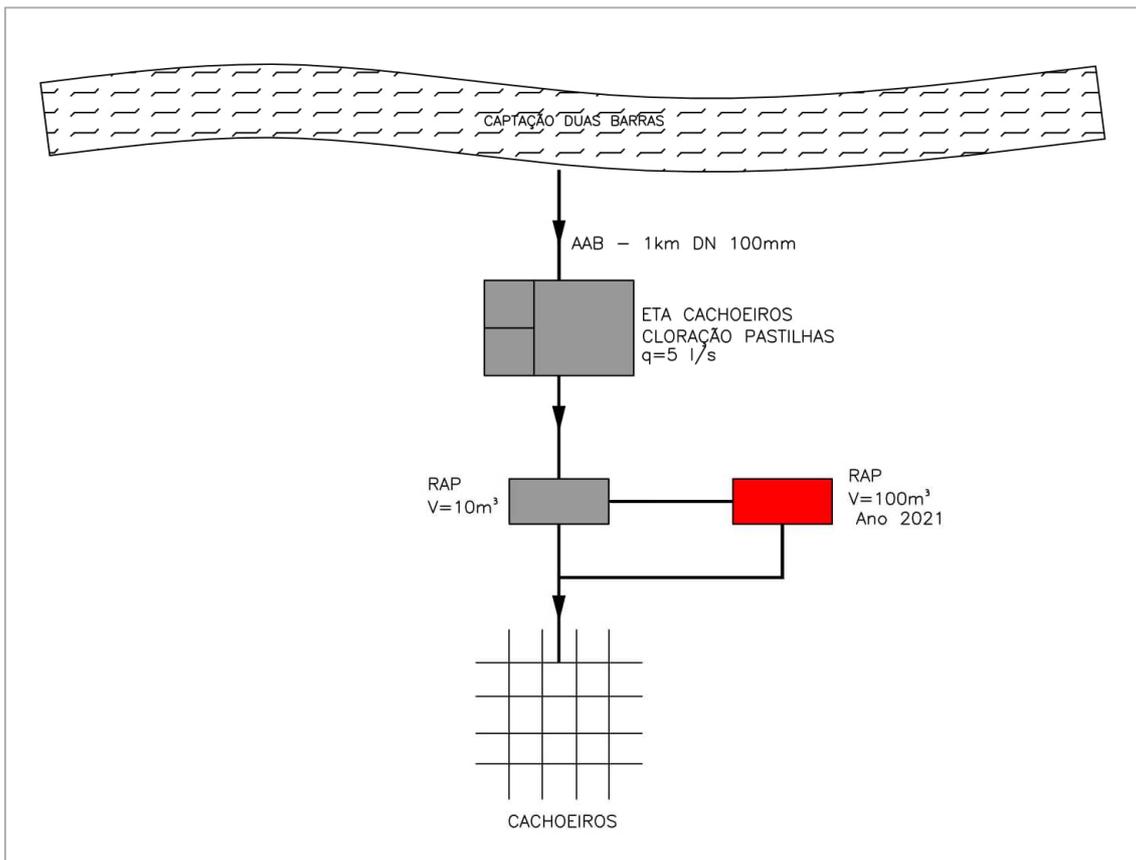


Figura 14: Diagrama simplificado do SAA distrito Cachoeiros

### 6.1.1.3 SAA distrito Córrego do Ouro

Na Figura 15 está apresentada a intervenção no sistema existente de reservação, e a obra prevista é:

- Implantar reservatório apoiado de 500 m<sup>3</sup>.

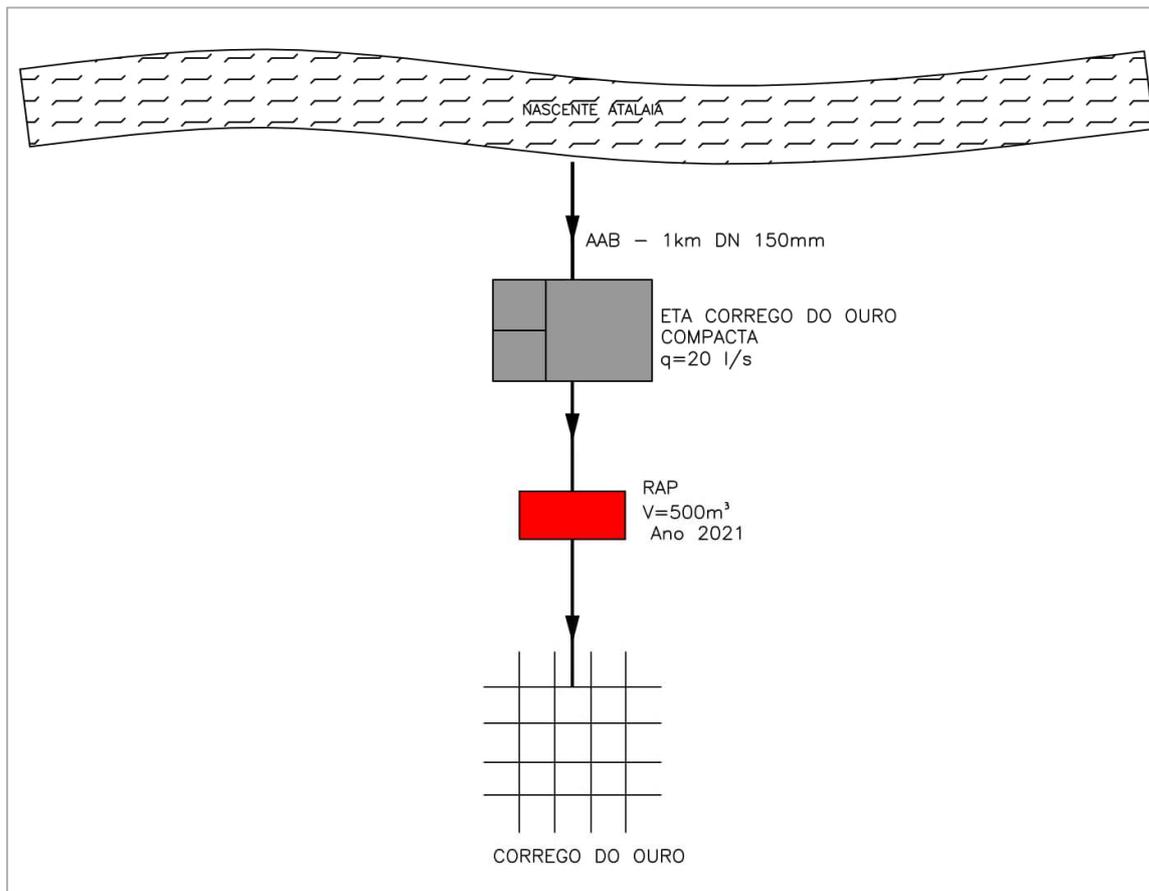


Figura 15: Diagrama simplificado do SAA distrito Córrego do Ouro

#### 6.1.1.4 SAA distrito Frade

Na Figura 16 está apresentada a intervenção no sistema existente de reservação, e a obra prevista é:

- Implantar reservatório apoiado de 200 m<sup>3</sup>.

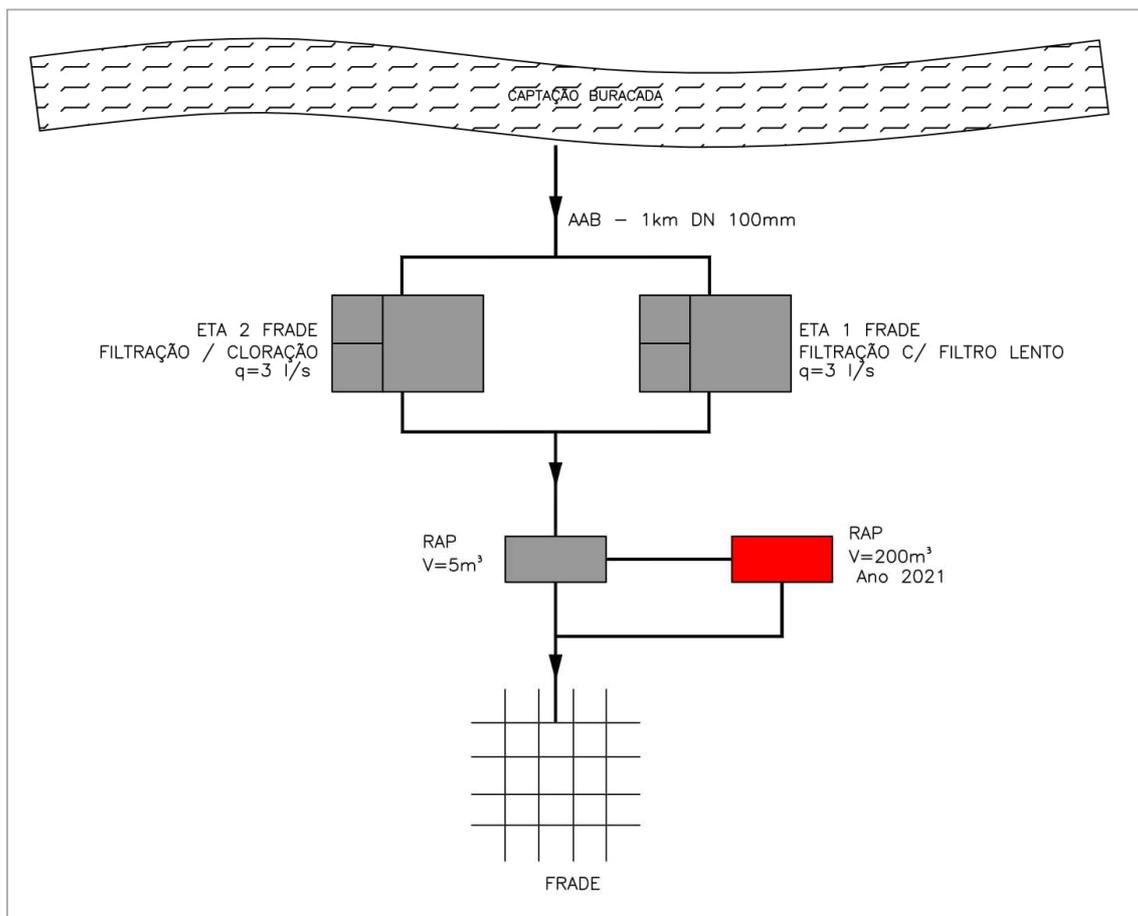


Figura 16: Diagrama simplificado do SAA distrito Frade

#### 6.1.1.5 SAA distrito Glicério

Na Figura 17 estão apresentadas as intervenções no sistema existente de produção e reservação, e as obras previstas são:

- Implantar ETA compacta de 10 L/s;
- Implantar reservatório apoiado de 500 m<sup>3</sup>.

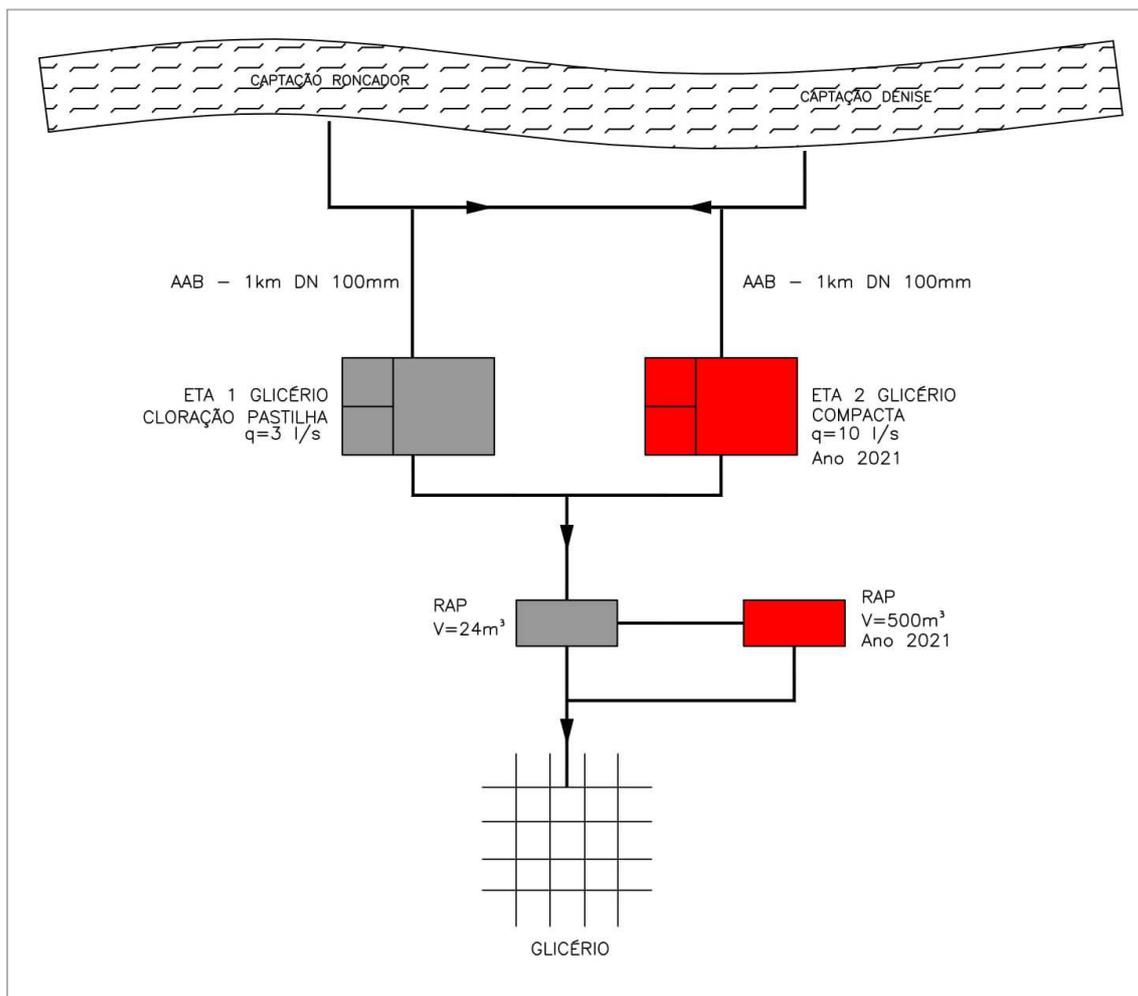


Figura 17: Diagrama simplificado do SAA distrito Glicério

#### 6.1.1.6 SAA distrito Sana

Na Figura 18 está apresentada a intervenção no sistema existente de reservação, e a obra prevista é:

- Implantar reservatório apoiado de 150 m<sup>3</sup>.

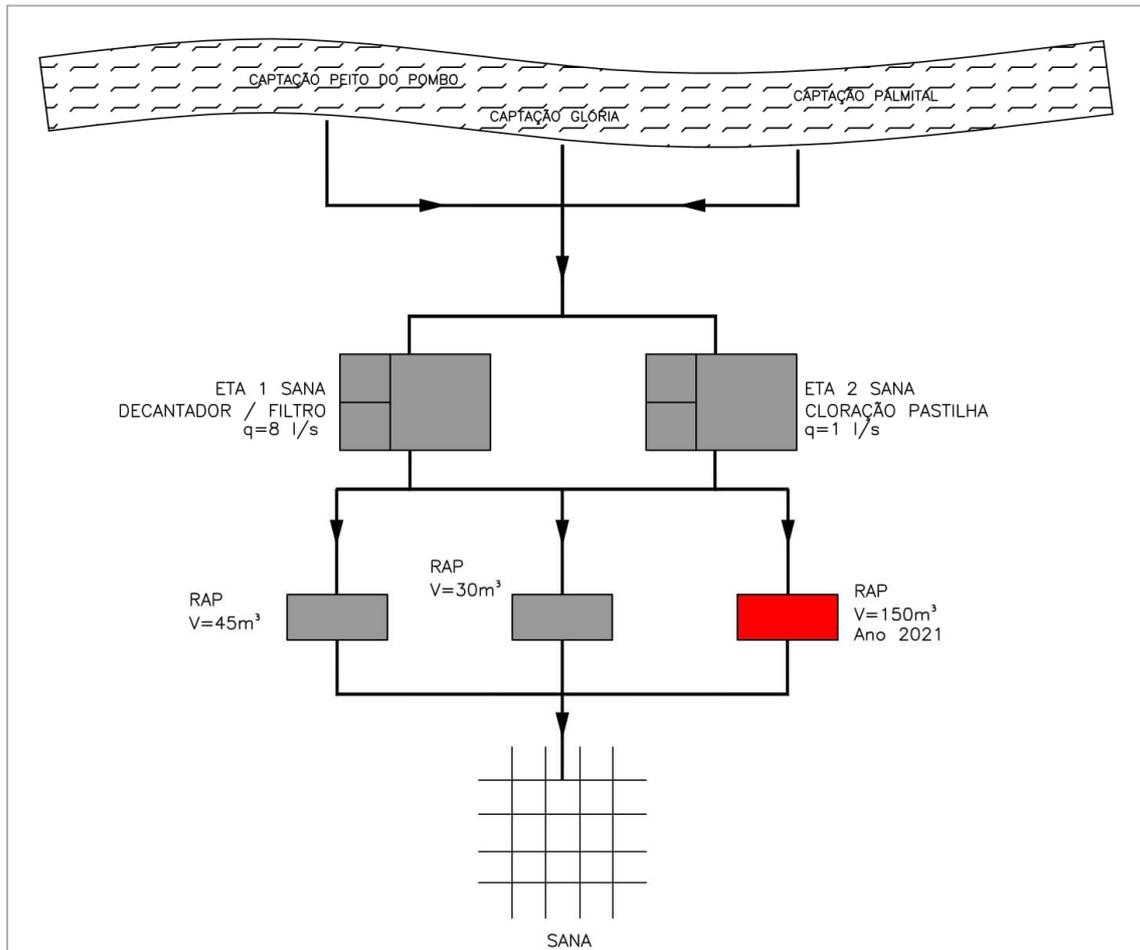


Figura 18: Diagrama simplificado do SAA distrito Sana

### 6.1.2 Obras complementares

As obras complementares compreendem a instalação e/ou substituição de acessórios para a melhoria na operação da rede de abastecimento de água do município, sendo contempladas as seguintes intervenções: Instalação de novos hidrômetros na rede existente, substituição de hidrômetros existentes, substituição periódica de novos hidrômetros, substituição de rede de distribuição de água existente, construção de rede de água incremental e execução de ligações incrementais, conforme se apresenta na Tabela 34.

Tabela 34: Obras Complementares para o SAA do município de Macaé

Item	Sede	Cachoeiros	Córrego de Ouro	Frade	Glicério	Sana	Total
Instalação de Novos Hidrômetros (unid.)	19.165	74	369	118	243	129	20.098
Substituição periódica dos hidrômetros (unid)	673.748	2.556	13.400	4.421	8.881	4.928	707.934
Substituição da rede existente (m)	30.860	205	1.020	325	675	355	33.440
Construção de rede incremental (m)	656.174	2.280	13.908	4.863	9.543	5.501	692.269
Execução de novas ligações prediais (unid)	54.588	189	1.154	404	790	459	57.584

### 6.1.3 Consolidação das ações e prazos

Na Tabela 35 estão apresentadas as principais intervenções que devem ser realizadas, bem como, o prazo de execução previsto para cada uma delas, conforme período de planejamento adotado.

Dentre as ações previstas para a universalização do serviço de abastecimento de água, algumas delas serão executadas de forma gradual de acordo com o crescimento da demanda em virtude do acréscimo populacional ao longo dos anos de planejamento. Compreendendo essas ações pode-se citar expansão da rede de distribuição de água, implementação de ações de combate à perda na distribuição, instalação de hidrômetros, fiscalização de perdas na distribuição, dentre outras.

Tabela 35: Consolidação das principais ações previstas para o SAA do município de Macaé

Prazo	Captação	EEAB	AAB	Tratamento	EEAT	AAT	Reservação
<b>Sede</b>							
Curto	Ampliar captação em 460 L/s	Implantar: EEAB1 (baixo recalque) - 460 L/s EEAB1 (alto recalque) - 460 L/s	Ampliar adutora AAB2 - 18 km - DN 500	ETA 460 L/s	Implantar EEAT 1. 460 L/s	Implantar - AAT1 - 1 km- DN 500mm AAT2 (troca) - 7 km DN 600	Implantar: RAP 10.000 m <sup>3</sup> RAP 15.000 m <sup>3</sup>

Prazo	Captação	EEAB	AAB	Tratamento	EEAT	AAT	Reservação
Médio	-	-	-	-	Implantar - Booster 360 L/s	Implantar A-Booster com 9 km de extensão DN 500.	Implantar - RAP 10.000 m <sup>3</sup>
<b>Cachoeiros de Macaé</b>							
Curto	-	-	-	-	-	-	Implantar - RAP 100 m <sup>3</sup>
<b>Córrego do Ouro</b>							
Curto	-	-	-	-	-	-	Implantar - RAP 500 m <sup>3</sup>
<b>Frade</b>							
Curto	-	-	-	-	-	-	Implantar - RAP 200 m <sup>3</sup>
<b>Glicério</b>							
Curto	Implantar - ETA 10 L/s	-	-	-	-	-	Implantar - RAP 500 m <sup>3</sup>
<b>Sana</b>							
Curto	-	-	-	-	-	-	Implantar - RAP 150 m <sup>3</sup>

## 6.2 Programa de Desenvolvimento Institucional

Apesar do presente relatório não abordar o planejamento de todos os eixos de saneamento e se ater em detalhes dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, faz-se necessário mencionar algumas ações em âmbito institucional as quais devem ser definidas durante a elaboração/revisão de cada PMSB, juntamente com diversos atores estratégicos de cada município.

Dessa forma, cita-se os seguintes objetivos para o Programa de Desenvolvimento Institucional:

- Integrar e constituir o arcabouço jurídico-normativo da Política Municipal de Saneamento Básico;
- Estabelecer instrumento para o financiamento de investimentos e subsídios sociais dos serviços de saneamento, conforme determina a Lei nº. 11.445/2007;
- Instituir a Comissão de Acompanhamento para organizar, otimizar e concentrar as questões relativas ao saneamento;

- Definir forma de regulação e fiscalização desses serviços de saneamento;
- Direcionar o desenvolvimento e implementação de mecanismos de gestão do saneamento e implantação de um sistema municipal de informações;
- Implementar instrumentos para o controle social dos serviços de saneamento; e
- Incentivar a implementação de programas de educação sanitária e ambiental.

Sugere-se ações, conforme apresentado na Tabela 36.

Tabela 36: Sugestões de ações no âmbito institucional para o município de Macaé

Ações	Responsáveis
<b>Curto Prazo</b>	
Criação do Grupo Técnico de Acompanhamento da Implantação do PMSB	Prefeitura Municipal e representantes de prestadores de outros sistemas coletivos, sociedade civil.
Designação dos responsáveis pela fiscalização das soluções individuais	Prefeitura Municipal
Designação do órgão ou entidade para regulação e fiscalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário	Prefeitura Municipal
Interação, compatibilização e capacitação dos agentes envolvidos na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário para preenchimento correto dos dados do SNIS <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; BRK Ambiental
Estabelecimento de procedimentos padrão entre os órgãos envolvidos com a prestação municipal de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário	Prefeitura Municipal; BRK Ambiental
Divulgação de boletins informativos periódicos para a população sobre ações de saneamento executadas no município <sup>1</sup>	Grupo Técnico de Acompanhamento
Eventos periódicos sobre saneamento básico <sup>1</sup>	Grupo Técnico de Acompanhamento; Prefeitura; BRK Ambiental
Capacitação em saneamento de agentes da saúde e da Secretaria Municipal de Assistência Social <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; Grupo Técnico de Acompanhamento; BRK Ambiental
<b>Médio Prazo</b>	
Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Água e Esgoto de Macaé <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; BRK Ambiental
Interação, compatibilização e capacitação dos agentes envolvidos na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário para preenchimento correto dos dados do SNIS e no módulo de disponibilização das informações <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; BRK Ambiental;
Acompanhamento das atividades do Plano Municipal de Água e Esgoto pelo Grupo Técnico de Acompanhamento de acordo com a ação 2 proposta <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; Câmara Municipal; BRK Ambiental; Grupo Técnico de Acompanhamento
Divulgação de boletins informativos periódicos para a população sobre ações de saneamento executadas no município <sup>1</sup>	Grupo Técnico de Acompanhamento
Eventos periódicos sobre saneamento básico <sup>1</sup>	Grupo Técnico de Acompanhamento; Prefeitura e BRK Ambiental

Ações	Responsáveis
Capacitação em saneamento de agentes da saúde e da Secretaria Municipal de Assistência Social <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; Grupo Técnico de Acompanhamento; BRK Ambiental;
Comunicação e Mobilização social para a divulgação e revisão PMSB <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; BRK Ambiental
<b>Longo Prazo</b>	
Acompanhamento das atividades do Plano Municipal de Água e Esgoto pelo Grupo Técnico de Acompanhamento de acordo com a ação 2 proposta <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; Câmara Municipal; BRK Ambiental; Grupo Técnico de Acompanhamento
Divulgação de boletins informativos periódicos para a população sobre ações de saneamento executadas no município <sup>1</sup>	Grupo Técnico de Acompanhamento
Eventos periódicos sobre saneamento básico <sup>1</sup>	Grupo Técnico de Acompanhamento; Prefeitura e BRK Ambiental
Capacitação em saneamento de agentes da saúde e da Secretaria Municipal de Assistência Social <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; Grupo Técnico de Acompanhamento; BRK Ambiental;
Comunicação e Mobilização social para a divulgação e revisão PMSB <sup>1</sup>	Prefeitura Municipal; BRK Ambiental

**Nota: (1)** - Ações Contínuas durante o período do planejamento.

## 7. AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

## 7 AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

O Plano de Contingências e Emergências é constituído de documentos normativos que objetivam orientar garantir (i) a segurança das instalações operacionais que compõem os sistemas coletivos de abastecimento de água e esgotamento sanitário; e (ii) a tomada de decisão para prevenção, resposta e mitigação de eventos que possam comprometer o seu funcionamento. A partir do Plano, portanto, será possível preparar para o enfrentamento de uma situação atípica, através de ações que aumentem a segurança dos sistemas e reduzam a vulnerabilidade e os riscos associados a incidentes.

O Plano deverá prever o treinamento, a organização e a orientação dos gestores e operadores dos sistemas, tendo em vista a tomada de decisão eficiente em caso de uma situação crítica. Assim, objetiva-se a manutenção da operação das condições normais de funcionamento, através de respostas às variações de parâmetros operacionais ocorridas durante o monitoramento de rotina. Em suma, as ações contidas no plano podem ser:

- Preventivas: são parte do planejamento e da gestão dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário durante suas operações de rotina e tem como objetivo evitar a ocorrência de eventos indesejáveis;
- Emergenciais: devem ser tomadas durante a ocorrência de situações adversas para minimizar os danos aos sistemas, às pessoas e ao ambiente; e
- De readequação: aplicada em período posterior à ocorrência do evento adverso para a readequação dos sistemas. Constitui-se na avaliação das falhas ocorridas, verificando eventuais elementos não identificados durante o período de planejamento, os quais deverão ser incorporados ao Plano.

Na Tabela 37 está apresentado o conteúdo básico exigido para um plano de contingências.

Tabela 37: Conteúdo básico de um plano de contingências

Temas	Conteúdo
<b>Aspectos Gerais</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objetivos e abrangência do Plano de Contingências.</li> <li>2. Data da última revisão.</li> <li>3. Informação geral sobre os objetos a serem protegidos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Designação do objeto;</li> <li>• Entidade gestora;</li> <li>• Elemento(s) de contato para o desenvolvimento e manutenção do Plano; e</li> <li>• Telefone, fax e endereço eletrônico do(s) elemento(s) de contato.</li> </ul> </li> </ol>
<b>Planos de Emergência</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipos de Ocorrência e Estados de severidade ou alerta.</li> <li>2. Resposta inicial: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acionamento do sistema de gestão de emergências;</li> <li>• Procedimentos para notificações internas e externas;</li> <li>• Procedimentos para avaliação preliminar da situação;</li> <li>• Procedimentos para estabelecimento de objetivos e prioridades de resposta aos incidentes;</li> <li>• Procedimentos para a implementação do plano de ação; e</li> <li>• Procedimentos para a mobilização de recursos.</li> </ul> </li> <li>3. Continuidade da resposta.</li> <li>4. Ações de encerramento e acompanhamento.</li> </ol>
<b>Manuais de Procedimentos Operacionais</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informações sobre o objeto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas;</li> <li>• Esquemas de funcionamento; e</li> <li>• Descrição das instalações/layout.</li> </ul> </li> <li>2. Notificação: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notificações internas;</li> <li>• Notificações à comunidade; e</li> <li>• Notificações a entidades oficiais.</li> </ul> </li> <li>3. Sistema de gestão da resposta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generalidades;</li> <li>• Planejamento;</li> <li>• Cadeia de comando;</li> <li>• Operações;</li> <li>• Instruções de segurança;</li> <li>• Plano de evacuação;</li> <li>• Logística; e</li> <li>• Finanças.</li> </ul> </li> <li>4. Documentação de incidentes.</li> <li>5. Análise crítica, revisão do plano e alterações.</li> <li>6. Análise de conformidade.</li> </ol>
<b>Estratégias de Comunicação</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procedimentos para informação de incidentes.</li> <li>2. Síntese das informações para os usuários.</li> <li>3. Sistema de comunicação entre operadoras, entidades e usuários.</li> <li>4. Elaboração de periódicos mensais e anuais.</li> </ol>

Fonte: Adaptado de Vieira *et al* (2006)

Recomenda-se que a atualização do plano de Saneamento e de Contingência sejam realizadas no mesmo momento, não ultrapassando o prazo de 4 anos previsto na Lei nº 11.445/2007. Além disso, faz-se necessária a atualização do plano de contingências sempre que houver alterações nos sistemas que devam ser protegidos.

No que se refere ao plano de emergências, este deve incluir ações descritivas, com um diagrama de fluxo operacional, detalhando todos os responsáveis e suas respectivas funções para a solução de cada situação. Devem ser estabelecidos níveis de emergência ou alerta que classificam a gravidade da situação enfrentada pelo sistema, conforme indicado na Tabela 38.

Tabela 38: Estados de Alerta de Emergência

Situação de atenção	Incidente, anomalia ou suspeita que, pelas suas dimensões ou confinamento, não é uma ameaça para além do local onde foi produzida.
Situação de perigo	Acidente ou situação que pode evoluir para situação de emergência se não for considerada uma ação corretiva imediata, mantendo-se, contudo, o sistema em funcionamento.
Situação de emergência	Acidente ou situação grave ou catastrófica, descontrolada ou de difícil controle, que originou ou pode originar danos pessoais, materiais ou ambientais; requer ação corretiva imediata para a recuperação do controle e minimização das suas consequências.

Fonte: VIEIRA *et al* (2006)

## 7.1 Abastecimento de água

As adversidades que podem afetar a prestação do serviço de abastecimento de água podem estar relacionadas à operação ou às características do manancial, podendo acarretar a falta de água parcial ou generalizada, dependendo do tipo e do local do acidente ocorrido.

Em virtude da ocorrência das situações ora mencionadas, como medida de emergência a ser tomada, destaca-se a comunicação imediata com a Defesa Civil e a população, além da prioridade no abastecimento de estabelecimentos como hospitais, unidades básicas de Saúde (UBS), creches, escolas, etc.

Dentre as medidas de acionamento das estruturas emergenciais de captação, de transferência ou de transposição de vazões de água bruta, vale destacar que estas podem ser realizadas através da utilização de reservatórios ou estruturas mantidas preventivamente para o atendimento do abastecimento de água para situações emergenciais.

A seguir estão apresentadas as possíveis situações adversas às quais o sistema de abastecimento de água pode estar exposto.

- Mananciais de abastecimento: um dos eventos é a ocorrência de período de estiagem, o que diminui a disponibilidade hídrica para o atendimento da demanda. Nesses

casos, cabe ao município controlar a captação no manancial onde a disponibilidade está mais vulnerável. Além disso, deve se considerar acidentes que podem prejudicar qualitativamente a disponibilidade hídrica do manancial, como contaminações causadas por vazamento/derramamento de produtos químicos nos cursos d'água;

- Estações de tratamento de água: podem ser acometidas por problemas como (i) falha ou pane no sistema elétrico da estação ou interrupção no fornecimento de energia elétrica; (ii) falhas nos equipamentos eletromecânicos ou estruturais; e problemas referentes à falta de produtos químicos que impedem o efetivo tratamento da água bruta; e
- Redes de captação, adução e distribuição de água: no caso incidentes que afetem a integridade e o funcionamento de unidades relacionadas à essas etapas, o abastecimento pode ser prejudicado, necessitando que, de forma imediata e simultânea, sejam tomadas medidas emergenciais e de reparos nas estruturas atingidas. Vale ressaltar que deve fazer parte da rotina de operação, o monitoramento preventivo de verificação das estruturas, identificando as possíveis falhas e efetuando as correções necessárias.

Para o município de Macaé, contemplam-se as ações de emergências e contingências referentes ao abastecimento de água, as quais determinam os procedimentos a serem adotados em caso de falta de energia, acidente ou desastre no sistema (Tabela 39).

Tabela 39: Ações de emergências e contingências referentes ao abastecimento de água

Ações de emergências e contingências
Buscar sistemas de geração autônoma para elevatórias estratégicas.
Mapear sistemas de abastecimento de água, soluções alternativas coletivas e individuais quanto a sua vulnerabilidade.
Avaliar a situação de mananciais e bacias hidrográficas afetadas e que possam ser usadas alternativamente para atender a população afetada.
Realizar diagnóstico da qualidade da água para consumo humano, o qual, devido ao caráter emergencial, deverá priorizar as análises de cloro residual e <i>E. coli</i> ou coliformes termo tolerantes.
Avaliar a necessidade de aumentar a concentração de cloro residual e elevar a pressão do sistema de abastecimento de água.
Indicar a utilização de soluções alternativas de abastecimento, no caso de mananciais normalmente utilizados terem sido contraminados por substâncias perigosas.
Solicitar apoio das Unidades de Engenharia do Exército, equipadas com aparelhagem portátil de filtração sob pressão e cloração da água, quando necessário em caráter provisório.
Monitorar em conjunto com os órgãos/ instituições de meio ambiente o processo de limpeza e recuperação de áreas afetadas por produtos químicos.
Restringir o acesso por parte da população, na área afetada, em caso de contaminação química.

Fonte: adaptado de MACAÉ (2012)

## 7.2 Esgotamento Sanitário

Os acidentes no sistema de esgotamento sanitário podem ocorrer em qualquer uma de suas fases de coleta, transporte, bombeamento, tratamento e lançamento em cursos d'água. Dentre as causas, cita-se o vazamento nas redes, inundações ou extravasamento nas instalações, falta de energia elétrica, movimentação de terra ou deslizamentos.

Tais acidentes, além de impedir o tratamento e a destinação do efluente tratado para o corpo receptor, podem acarretar a contaminação dos corpos d'água e do solo, prejudicando o meio ambiente e colocando em risco a saúde pública.

A primeira medida a ser tomada é o acionamento imediato de uma equipe para atendimento emergencial para avaliar o acidente de tomar as ações necessárias. De forma análoga ao sistema de abastecimento de água, quando a paralisação da elevatória é consequência de falta de energia elétrica, sistemas de geração autônoma de energia podem solucioná-lo. Faz-se necessária, portanto, a adoção de medidas para a identificação das estruturas e da abrangência das áreas afetadas pela ocorrência.

Em casos de contaminação, deve ser efetuado o acionamento de agentes ligados à vigilância sanitária e para vazamentos que comprometam a qualidade da água do manancial, faz-se necessário também o acionamento das ações de contingência e de emergência para o sistema de abastecimento de água, a fim de garantir a qualidade da segurança da água.

Considerando que na área rural do município são utilizados sistemas individuais para o tratamento de esgoto, é importante que haja fiscalização do monitoramento de possíveis ocorrências de extravasamento dos tanques sépticos que possam se tornar fontes de contaminação do solo e do lençol freático ou de corpos hídricos próximos. Faz-se necessária a verificação do comprometimento dos mananciais utilizados para o abastecimento público e daqueles utilizados para abastecimento individual, muito comum em áreas rurais. Nesse caso, deve-se pensar em alternativas para garantir o abastecimento de água como, por exemplo, a utilização de caminhões pipa.

Os problemas referentes à falta dos serviços de saneamento podem causar impactos como a contaminação de mananciais para o abastecimento público e a exposição do efluente para a população. Tais situações acarretam problemas referentes à disseminação de doenças de veiculação hídrica ou relacionadas à falta de saneamento, dentre elas podemos citar, diarreias, hepatite, febres entéricas ou tifóide, esquistossomose, leptospirose, teníases, micoses, entre outras. As ações de emergência devem ser realizadas principalmente nos sistemas e nos corpos hídricos, em especial no manancial utilizado para o abastecimento, pois a sua contaminação coloca em situação de risco o abastecimento do município.

Para o município de Macaé, contemplam-se as ações de emergências e contingências referentes ao esgotamento sanitário, as quais determinam os procedimentos a serem adotados em caso vazamentos ou interrupções dos serviços (Tabela 40).

Tabela 40: Ações de emergências e contingências referentes ao esgotamento sanitário

Ações de emergências e contingências
Acionar de imediato a equipe para atendimento emergencial.
Emitir alerta para contenção do consumo ou partir para o racionamento do consumo de água para reduzir a produção de esgoto.
Buscar sistemas de geração autônoma para elevatórias estratégicas.
Identificar as áreas com estruturas danificadas.
Identificar a abrangência da área afetada.
Identificar se há casos de contaminação; em caso afirmativo, encaminhar para órgão de saúde, para os procedimentos indicados.

Fonte: adaptado de MACAÉ (2012)

## 8. MECANISMOS E PROCEDIMENTOS PARA A AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DA EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DAS AÇÕES PROGRAMADAS

## 8 MECANISMOS E PROCEDIMENTOS PARA A AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DA EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DAS AÇÕES PROGRAMADAS

No âmbito do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), os mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas apresenta estratégias que permitam acompanhamento e monitoramento da implementação do PMSB, bem como a realização da sua avaliação periódica e revisão, conforme previsto na Lei Federal nº 11.445/2007. Deve conter ainda os mecanismos de divulgação do acompanhamento e dos resultados da execução do Plano, de representação da sociedade e de controle social.

O desenvolvimento dos Mecanismos e Procedimentos para a Avaliação Sistemática deve ser dividido nos seguintes itens:

- Estruturação jurídico institucional;
- Mecanismos de monitoramento e avaliação;
- Mecanismos de divulgação;
- Mecanismos de representação da sociedade;
- Orientações para revisão do Plano; e
- Estruturação jurídico institucional.

O estabelecimento da estruturação jurídico institucional visa à gestão adequada dos serviços de saneamento básico, indicando as alternativas jurídico-institucionais e relacionando-as com a situação atual do município e as ações propostas para melhoria do saneamento básico neste aspecto. A prestação adequada dos serviços de saneamento básico compreende as seguintes etapas:

- Planejamento;
- Execução;
- Regulação e Fiscalização;
- Monitoramento;
- Avaliação; e
- Controle Social.

Em relação à execução, a Prefeitura é responsável pela gestão dos sistemas coletivos de abastecimento de água; já em relação ao esgotamento sanitário, a Prefeitura Municipal e a BRK Ambiental são responsáveis pela operação, manutenção e ampliação do sistema; e não foram identificados órgãos fiscalizadores dos sistemas sob a gestão da Prefeitura, sendo que esta, por meio da Secretaria Adjunta de Saneamento da Prefeitura de Macaé, é responsável pela fiscalização e controle dos serviços prestados pela BRK Ambiental.

Entre os instrumentos de gestão sugeridos para o acompanhamento da implementação do Plano, destaca-se o Sistema de Informações Municipal de Saneamento Básico, o qual consiste em um módulo com informações sobre a prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Este sistema apresentará quais indicadores definidos para o acompanhamento e a avaliação dos programas, projetos e ações propostos e para o alcance das metas e objetivos propostos pelo Plano. A partir da análise e acompanhamento da evolução destes indicadores é possível realizar uma avaliação do impacto das ações propostas na melhoria da situação de cada serviço e, conseqüentemente, na melhoria na qualidade de vida da população.

Com o objetivo de garantir o monitoramento eficaz do Plano, sugere-se que gestores responsáveis pelos sistemas elaborem Relatório Periódicos de Avaliação do Plano o qual deve abranger as seguintes informações:

- Evolução dos indicadores ao longo período de planejamento, considerando as metas propostas;
- Análise da implementação dos programas propostos, apontando prazos, situação (concluídas, em implantação ou atrasadas) e comentários dificuldades e oportunidades identificadas, bem como investimentos realizados e eventualmente necessários; e
- Análise da satisfação da população que poderá ser realizada por meio de pesquisas e da análise das reclamações feitas através dos canais de ouvidoria, por exemplo.

Para promover a articulação, organização e sistematização de dados e informações referentes aos projetos, obras e ações de saneamento básico deve se propor ainda a criação de uma Comissão Permanente com representantes de Prefeitura Municipal, dos prestadores e da Sociedade Civil. Outro mecanismo importante de divulgação do Plano é a realização de eventos públicos de acompanhamento, onde será apresentado o relatório de avaliação anual do plano. Desta forma, são garantidos à população o direito de tomar conhecimento da situação e discutir possíveis adequações ou melhorias.

Conforme preconiza a Lei Federal nº 11.445/20017, o PMSB deve ser atualizado pelo menos a cada 4 anos, de preferência em períodos coincidentes com o Plano Plurianual (PPA), pelo órgão municipal da gestão do saneamento. Nesta revisão devem ser ajustados os programas, projetos e ações previstos, abordando o cronograma de execução, prazos estabelecidos, entre outros elementos, de acordo com o aferido nos relatórios de avaliação anual, eventos públicos de acompanhamento do PMSB e outros eventos que discutam questões relativas ao saneamento básico.

Para garantir a participação da população, deve ser elaborada uma versão preliminar da revisão do Plano a qual deverá ser apresentada em Consulta Pública para a população. A

Consulta Pública deve ser amplamente divulgada pelos principais meios de comunicação existentes no município, com antecedência mínima adequada, sendo imprescindível a participação efetiva da sociedade com intuito de contestar ou aprovar o PMSB. A partir daí, considerando as questões abordadas na Consulta Pública, deve se elaborar a Versão Final da Revisão do Plano. Desta forma, se concretizam os mecanismos para que a tomada de decisões, no setor de abastecimento de água e esgotamento sanitário, seja mais democrática e participativa.

## 9. INVESTIMENTOS E CUSTOS OPERACIONAIS

## 9 INVESTIMENTOS E CUSTOS OPERACIONAIS

### 9.1 Premissas de Investimentos

Para cálculo de custos de obras e serviços de engenharia (Capex), foram adotadas as seguintes planilhas referenciais:

- Boletim do EMOP - Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro, base Dezembro/2018;
- SINAPI-RJ - Dez/18, excepcionalmente na falta de algum custo unitário do EMOP;
- Orçamentos referenciais da CEDAE.

Para os Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), foi utilizado o valor de 24%, valor médio admitido pelo TCU para obras de saneamento básico.

#### 9.1.1 Custos paramétricos e curvas de custo

Para a elaboração do Capex foram utilizadas duas metodologias: determinação de custos paramétricos e elaboração de curvas de custo.

Os custos paramétricos foram utilizados para as seguintes obras: redes de distribuição de água e de coleta de esgoto, ligações prediais de água e de esgoto, ligações intradomiciliares, substituição de hidrômetros, poços profundos, adutoras e linhas de recalque e atuação nas áreas irregulares.

Foram elaboradas curvas de custo para as seguintes obras: captação de água bruta, estações de tratamento de água e de esgoto, estações elevatórias de água e de esgoto e para reservatórios de água.

#### 9.1.2 Reinvestimento

Para reinvestimento adotaram-se os seguintes percentuais em relação aos ativos da CEDAE, sejam eles existentes ou a construir:

Equipamentos	5% ao ano
Telemetria e automação	5% ao ano

#### 9.1.3 Outros custos

Para automação e telemetria foi considerado o custo equivalente a 5% sobre o CAPEX de obras civis e equipamentos das obras correlatas (captações, estações de tratamento e estações elevatórias e reservatórios) e para estudos e projetos o valor equivalente a 5% do custo total da obra, que engloba os serviços de geotecnia e cadastramento topográfico.

Para desapropriações custo unitário do terreno foi obtido através de pesquisa via internet.

## 9.2 Premissas de avaliação de Despesas Operacionais (Opex)

As despesas operacionais significativas são recursos humanos, energia elétrica, produtos químicos e transporte de lodo, além de outras tais como manutenção da obra civil de equipamentos e miscelâneas.

### 9.2.1 Produtos químicos

Foram admitidos os seguintes consumos de produtos químicos, resumidos na Tabela 41.

Tabela 41: Produtos químicos para água e esgoto

Produtos Químicos - Água	
Sulfato de Alumínio	40 mg/L
Cal	20 mg/L
Cloro	3 mg/L
Polímero para lodo	5 kg/ton. lodo
Ácido fluossilícico	1 mg/L
Produtos Químicos - Esgoto	
Cloro	8 mg/L
Polímero para lodo	5 kg/ton. lodo

### 9.2.2 Energia (kW)

As seguintes tarifas unitárias foram disponibilizadas pela Cedae, considerando que o custo de demanda está incluso no consumo.

BT: 0,514448 R\$/kWh (classe de tarifa B3 - até 2,3 kV)

MT: 0,425795 R\$/kWh (classe de tarifa A4 - 2,3 kV a 25 kV)

AT: 0,332477 R\$/kWh (classe de tarifa A3 - 69 kV a 138 kV)

A definição da classe de tensão para cada instalação depende de uma série de fatores, tais como disponibilidade de rede na área, normas da concessionária de energia elétrica, potência instalada, dentre outros, de maneira que para determinação do custo de energia utilizou-se o seguinte critério:

Baixa tensão	até 150cv
Média tensão	de 150 a 3.000cv
Alta tensão	Maior que 3.000cv

### 9.2.3 Recursos humanos

Propõe-se para o custo de Recursos Humanos, o valor de R\$118.000,00/colaborador, com base no custo médio do operador privado no RJ atualmente.

No que se refere à produtividade foi proposto 643 ligações/funcionário, com base na produtividade das principais concessionárias do país.

### 9.2.4 Transporte de lodo

O lodo gerado nos ETAs e ETEs serão transportados até o bota fora licenciado mais próximo. A distância média considerada de transporte é de 40 (quarenta) quilômetros.

O volume de produção de lodo estimado para a estação de tratamento de água e de esgotos são os seguintes:

- Lodo ETA:  $\frac{Q_{m^3}}{ano} \times \frac{1}{10.000} t/ano$

O custo unitário de transporte e disposição de lodo são os seguintes:

- Custo de transporte: 3,80 R\$/ton\*km;
- Custo de disposição: 68,00 R\$/ton. (base CEDAE)

### 9.2.5 Manutenção das obras civis e equipamentos

O critério utilizado foi de considerar o parâmetro de 68,50 R\$/ligação.

### 9.2.6 Miscelâneas

Como miscelâneas consideram-se como principais custos: outorgas, locação e máquinas equipamentos e veículos, aluguel de imóveis, custos de seguros, veiculação de publicidade e propaganda, comunicação e transmissão de dados anúncios e editais, serviços de laboratórios, serviços gráficos, tarifas bancárias, mobilidade (veículos), materiais (administrativos e limpeza), outorgas, licenciamentos, etc. O critério utilizado foi de considerar o parâmetro de 54 R\$/ligação.

## 9.3 Tabelas de Capex e Opex

Na Tabela 42 está apresentado o custo de Capex e Opex dos SAA dos distritos de Macaé. Já nas

Tabela 43 estão apresentadas as estimativas de investimentos totais durante todo o período de planejamento.

Tabela 42: Custos de Capex e Opex dos Sistemas de Abastecimento de Macaé

	Estruturas	Distritos/ localidade						Total
		Sede	Cachoeiros	Córrego do Ouro	Frade	Glicério	Sana	
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Captação / Poço (Mil R\$)	285	5	5	5	10	15	325
	Elevatória (Mil R\$)	9.258	0	0	0	0	0	9.258
	Adutora (Mil R\$)	71.871	0	0	0	0	0	71.871
	ETA (Mil R\$)	20.175	0	296	0	814	0	21.285
	Reservatório (Mil R\$)	25.319	405	1.091	606	1.102	536	29.059
	Rede (Mil R\$)	194.970	415	2.505	872	1.715	985	201.462
	Ligação (Mil R\$)	14.446	50	306	107	210	121	15.240
	Hidrometração (Mil R\$)	84.021	325	1.675	556	1.112	619	88.308
	Reinvestimento (Mil R\$)	38.229	26	457	40	352	41	39.145
	Telemetria e Projetos (Mil R\$)	18.493	51	243	93	255	91	19.226
	Ambiental (Mil R\$)	2.528	0	0	0	0	0	2.528
	<b>Total CAPEX (Mil R\$)</b>	<b>479.596</b>	<b>1.277</b>	<b>6.579</b>	<b>2.280</b>	<b>5.571</b>	<b>2.407</b>	<b>497.710</b>
	Materiais de Trat. (Mil R\$)	91.770	61	1.384	106	744	118	94.183
	Energia (Mil R\$)	217.280	286	4.563	272	714	725	223.840
	Pessoal (Mil R\$)	299.483	1.125	5.978	1.965	3.963	2.191	314.705
	Manutenção (Mil R\$)	99.329	373	1.983	652	1.314	727	104.378
	Outros Custos (Mil R\$)	196.126	737	3.915	1.287	2.595	1.435	206.095
<b>Total OPEX (Mil R\$)</b>	<b>903.989</b>	<b>2.582</b>	<b>17.823</b>	<b>4.282</b>	<b>9.332</b>	<b>5.196</b>	<b>943.204</b>	

Tabela 43: Estimativas de custos para implantação e operação dos SAA ao longo do período de planejamento

Ano	Custo por distrito (Mi R\$)						Custo total (Mi R\$)
	Sede	Cachoeiros	Córrego de Ouro	Frade	Glicério	Sana	
5	181.921	726	2.802	1.108	2.963	1.091	190.611
10	156.980	244	1.478	452	938	516	160.608
15	46.268	78	657	210	463	235	47.911
20	31.295	62	519	170	386	189	32.621
25	22.300	56	406	134	315	149	23.360
30	20.438	55	362	106	258	117	21.336
35	20.394	55	356	100	247	111	21.263
<b>Total</b>	<b>479.596</b>	<b>1.277</b>	<b>6.579</b>	<b>2.280</b>	<b>5.571</b>	<b>2.407</b>	<b>497.710</b>

#### 9.4 Fontes de Financiamento

Os recursos destinados ao saneamento básico provem, em sua maioria, dos recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) com aportes do BNDES (Avançar Cidades) e outras fontes de recursos, como os obtidos pela cobrança pelo uso da água. Existem também os programas do Governo Estadual e outras fontes externas de recursos de terceiros, representadas pelas agências multilaterais de crédito como, por exemplo, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Outra possibilidade é a obtenção de recursos privados através de parcerias, concessões e outras variáveis previstas em Lei.

Entretanto, a fonte primária de recursos para o setor se constitui nas tarifas, taxas e preços públicos. Estas são as principais fontes de encaminhamento de recursos financeiros para a exploração dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário que, além de recuperar as despesas de exploração dos serviços, podem gerar um excedente que fornece a base de sustentação para alavancar investimentos, quer sejam com recursos próprios e/ou de terceiros.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas (ANA). **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas** -, 2017. Disponível em: < <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos> > Acessado em: setembro de 2019.

ANA. Agência Nacional de Águas (ANA). **Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água** -, 2010. Dados sobre sistemas de abastecimento de água das sedes municipais. Disponível em: < <http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=7> > Acessado em: setembro de 2019.

BRASIL. **Decreto nº 9.254, de 29 de dezembro de 2017**. Altera o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9254.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9254.htm) > Acessado em: setembro de 2019.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Brasília, DF: [s.n.], 2007. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm) > Acessado em: setembro de 2019.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Brasília. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm) > Acessado em: setembro de 2019.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm) > Acessado em: setembro de 2019.

CBH MACAÉ E DAS OSTRAS. Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras. **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras** (2014). Engeplus, 2014. Disponível em: <http://cbhmacae.eco.br/site/index.php/plano-de-bacia/>> Acessado em: setembro de 2019.

CEDAE. **Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <https://www.cedae.com.br/>> Acessado em: setembro de 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução **CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <  
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acessado em: setembro de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. IBGE, 2011. Disponível em: <  
<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>> Acessado em: setembro de 2019.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERHI**. Disponível em: <  
<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/RECURSOSHIDRICOS/ConselhoEstadual/index.htm>> Acessado em: setembro de 2019.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro - PERHI-RJ (2014)**. Disponível em: <  
<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRechid/PlanosdeBaciaHidrografica/index.htm#ad-image-0>> Acessado em: setembro de 2019.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Disponível em: <  
<http://200.20.53.7/listalicensas/views/pages/lista.aspx/>> Acessado em: setembro de 2019.

MACAÉ (Município). **Plano Diretor de Macaé**. Disponível em: <http://www.macaee.rj.gov.br/planodiretor/conteudo/titulo/lei-n-2792018-plano-diretor>. Acessado em: setembro de 2019.

MACAÉ (Município). **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2012

MACAÉ (Município). **Código de Urbanismo de Macaé**. Disponível em: <http://www.macaee.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1517578689.pdf>. Acessado em: setembro de 2019.

MACAÉ (Município). Lei Municipal nº 4.429, de 14 de dezembro de 2017 - Plano Plurianual. 2018-2021. Disponível em: <http://sistemas.macaee.rj.gov.br:84/transparencia/contas/ppa>. Acessado em: setembro de 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Painel Unidades de Conservação Brasileiras. Perfil Macaé - RJ (2019). Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMDNmZTA5Y2ItNmFkMy00Njk2LWI4YjYtZDJlNzFkOGM5NWQ4IiwidCI6IjJmY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTZyZNDY3NTJmMDNlNCIsImMiOjF9>. Acessado em: setembro de 2019.

PLANSAB. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2013. Disponível em: < [http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969\\_BrasilPlanoNacionalDeSaneamentoB%C3%A1sico-2013.pdf](http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969_BrasilPlanoNacionalDeSaneamentoB%C3%A1sico-2013.pdf) > Acessado em: setembro de 2019.

PNUD. Atlas de Desenvolvimento Urbano do Programa das Nações Unidas. Perfil Macaé- RJ - 2013. Disponível em: < [http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_macaee\\_rj](http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_macaee_rj)>. Acessado em: setembro de 2019.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Avaliação do Potencial Hidrogeológico dos Aquíferos Fluminenses**. Instituto Estadual do Ambiente - INEA (2014). Disponível em: < <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdyy/-edisp/inea0062144.pdf> >. Acessado em: setembro de 2019.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Estudo Socioeconômico de Macaé**. Tribunal de Contas do Rio de Janeiro - Secretaria-Geral de Planejamento (2007). <https://www.tce.rj.gov.br/documents/10180/1092022/Estudo%20Socioeconomico%202005%20macaee.pdf>>. Acessado em: setembro de 2019.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei n.º 3239, de 02 de agosto de 1999**. Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro. Disponível em: < <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/205541/lei-3239-99>> Acessado em: setembro de 2019.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei Nº 4556, de 06 de Junho de 2005**. Cria, estrutura, dispõe sobre o funcionamento da Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro - AGENERSA, e dá outras providências. Disponível em: < <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/c8aa0900025feef6032564ec0060dfff/e30a55fa6967fec78325701c005c6049?OpenDocument>> Acessado em: setembro de 2019.

SIM. **Caderno de Informações de Saúde do Rio de Janeiro - Sistema de Informação sobre Mortalidade - SIM (DATASUS)**, 2009. Disponível em: < <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/rj.htm> > Acessado em: setembro de 2019.

SNIRH. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. **Portal HidroWeb (2019)**. Disponível em: < [http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/mapa\\_hidroweb.js](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/mapa_hidroweb.js) > Acessado em: setembro de 2019.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Série Histórica**. 2016 e 2017. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>> Acessado em: setembro de 2019.