

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

MUNICÍPIO DE ENG. PAULO DE FRONTIN

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.....	11
3.5	Desenvolvimento humano.....	11
3.6	Educação	12
3.7	Saúde	13
3.8	Atividades e vocações econômicas	14
3.9	Unidades de Conservação.....	15
3.10	Áreas de preservação permanente	16
3.11	Disponibilidade hídrica e qualidade das águas	17
4	DIAGNÓSTICO	31
4.1	Situação da prestação dos serviços de saneamento básico	31
4.2	Abastecimento de Água	32
4.2.1	Caracterização geral.....	32
4.2.2	Regulação e tarifação	36
4.2.3	Avaliação da oferta e demanda	38
4.2.4	Monitoramento da qualidade da água.....	40
4.3	Esgotamento Sanitário	41
4.3.1	Caracterização geral.....	41
4.3.2	Regulação e tarifação	42
4.3.3	Monitoramento da qualidade dos efluentes.....	42
4.3.4	Lançamento de efluentes	42
5	OBJETIVOS E METAS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS.....	45
5.1	Projeção Populacional e Definição de Cenários	45
5.2	Abastecimento de Água	46
5.2.1	Objetivos	46
5.2.2	Metas e Indicadores.....	47
5.2.3	Demanda pelos serviços.....	50
5.3	Esgotamento sanitário.....	54
5.3.1	Objetivos	54

5.3.2	Metas e Indicadores.....	55
5.3.3	Demanda pelos serviços.....	58
6	PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES.....	62
6.1	Programa de Abastecimento de Água.....	62
6.1.1	Obras de ampliação melhoria	63
6.1.2	Obras complementares.....	65
6.1.3	Consolidação das ações e prazos	66
6.2	Programa de Esgotamento Sanitário	66
6.2.1	Obras de ampliação e melhoria	67
6.2.2	Obras complementares.....	68
6.2.3	Consolidação das ações e prazos	69
6.3	Programa de Desenvolvimento Institucional	69
7	AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS.....	75
7.1	Abastecimento de água	77
7.2	Esgotamento Sanitário	80
8	MECANISMOS E PROCEDIMENTOS PARA A AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DA EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DAS AÇÕES PROGRAMADAS.....	84
9	INVESTIMENTOS E CUSTOS OPERACIONAIS.....	88
9.1	Premissas de Investimentos	88
9.1.1	Custos paramétricos e curvas de custo	88
9.1.2	Reinvestimento.....	88
9.1.3	Outros custos	88
9.2	Premissas de avaliação de Despesas Operacionais (Opex)	89
9.2.1	Produtos químicos	89
9.2.2	Energia (kW)	89
9.2.3	Recursos humanos.....	90
9.2.4	Transporte de lodo.....	90
9.2.5	Manutenção das obras civis e equipamentos.....	90
9.2.6	Miscelâneas	90
9.3	Tabelas de Capex e Opex	90
9.4	Fontes de Financiamento	93
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

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 **Eng. Paulo de Frontin**.

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 Engenheiro Paulo de Frontin está localizado na Região Centro-Sul Fluminense, Mesorregião Médio Paraíba, nas coordenadas 22° 32' 59" Latitude Sul e 43° 40' 42" Longitude Oeste. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município compreende uma área total de 138,13 km² a qual está subdividida em 2 (dois) distritos: Sede-Engenheiro Paulo de Frontin e Sacra Família do Tinguá (IBGE, 2019).

O município faz divisa com 3 (três) municípios - Miguel Pereira, Paracambi e Vassouras - e está totalmente inserido na Região Hidrográfica RH-II Guandu que compõe a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

O município dista, aproximadamente, 154 km da capital do Rio de Janeiro, com acesso principal pelas rodovias RJ-121, RJ-127 e RJ-129. Na Figura 1 está apresentada a delimitação e localização do município de Engenheiro Paulo de Frontin.

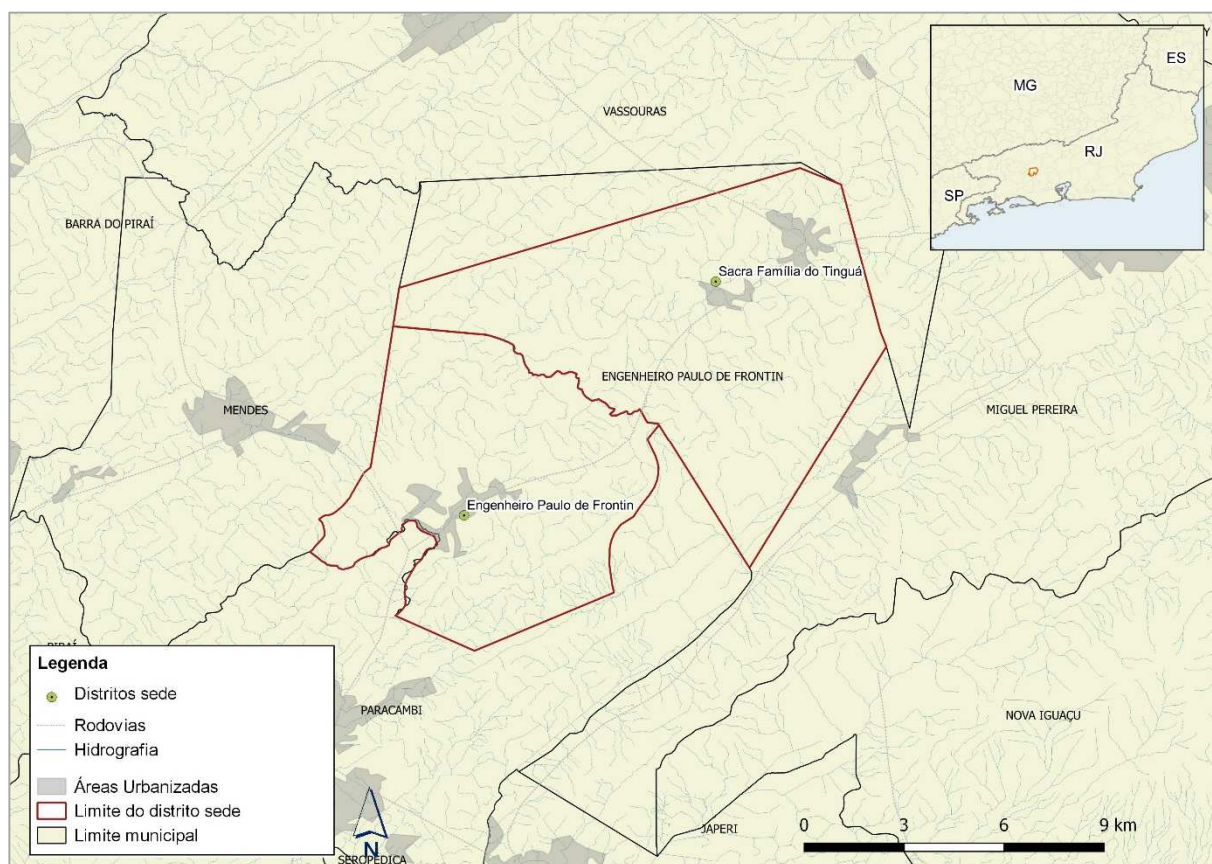


Figura 1: Localização e delimitação dos Distritos do município de Engenheiro Paulo de Frontin

3.2 Demografia

De acordo com o último Censo do IBGE, para o ano de 2010, o município de Engenheiro Paulo de Frontin possuía um total de 13.237 habitantes, com densidade demográfica de 99,57 hab./km². Para o ano de 2018, a população foi estimada em 14.002 habitantes, representando um crescimento de aproximadamente 1,05% (IBGE, 2019). Ressalta-se que do total de habitantes, 71,94% correspondem à população urbana e 28,06% à população rural.

De acordo com o Atlas de Desenvolvimento Urbano do Programa das Nações Unidas (PNUD), Engenheiro Paulo de Frontin apresentou entre os anos de 2000 a 2010, uma taxa média de crescimento populacional de 1,09% e, ainda nessa década, a taxa de urbanização municipal foi de 71,94%, acarretando um decréscimo de 1,86%. Na década anterior, entre os anos de 1991 a 2000, apresentou crescimento populacional, com taxa média anual de 1,02%, 0,07% menor quando comparada com a década seguinte. Neste período, a taxa de urbanização representou um aumento de 6,77%, passando de 67,03% para 73,80% (PNUD, 2013).

Conforme pode ser observado na Figura 2, entre o período de 1991 a 2010, o número de habitantes da área rural aumentou, atingindo 28,05% da população total no ano de 2010, segundo informações disponibilizadas pelo PNUD (2013).

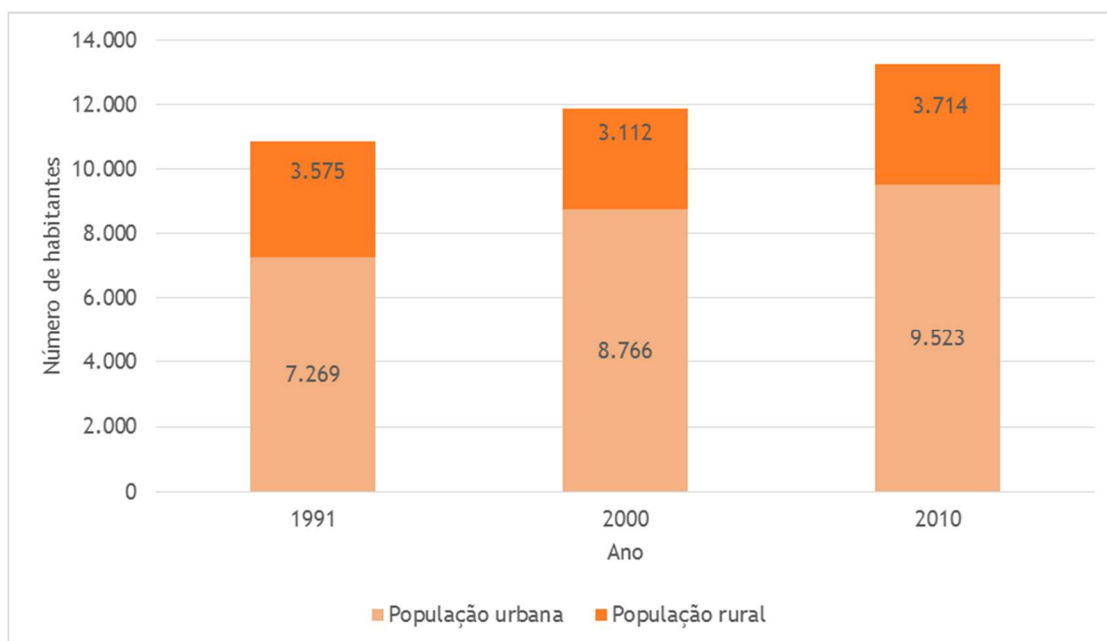


Figura 2: Dinâmica populacional de Engenheiro Paulo de Frontin

Fonte: PNUD (2013)

3.3 Parcelamento, uso e ocupação

De acordo com a Lei Orgânica do Município de Engenheiro Paulo de Frontin, instituído pela Lei n° 0001, de 04 de abril de 1990, a política urbana objetiva fortalecer as ações de planejamento municipal garantindo o bem-estar da sociedade. Nesse sentido, fica instituído que o Plano Diretor, quando elaborado, fixará os critérios que irão assegurar a função social da propriedade, cujo uso e ocupação do solo deverão respeitar a legislação urbanística, a proteção do patrimônio ambiental natural e construído e o interesse da coletividade. No entanto, até o presente momento, não foi identificada a elaboração o Plano Diretor.

De acordo com o Estudo Socioeconômico do Município de Engenheiro Paulo de Frontin, foi estabelecido o Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal (IQUS), que compara as áreas cobertas pelos remanescentes da cobertura vegetal com aquelas ocupadas pelos diversos tipos de uso do solo, podendo, portanto, ser utilizado para o estabelecimento de políticas públicas em âmbito municipal.

Engenheiro Paulo de Frontin, com base no levantamento de 2001 elaborado pela Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CIDE), tinha sua área distribuída da seguinte maneira: 52% de vegetação secundária e 45% de campo/pastagens. Ainda segundo o Estudo, com essa caracterização, o município se encaixava na categoria Cluster I2 -VERDE/RODEIO, agrupamento caracterizado pelos mais altos percentuais de vegetação secundária do Estado do Rio de Janeiro (TCE/RJ, 2006).

3.4 Áreas de interesse social

A Lei Orgânica do Município de Engenheiro Paulo de Frontin (Lei n° 001, instituída pela Lei n° 0001, de 04 de abril de 1990), Seção V, ressalta que caberá ao Plano Diretor definir as áreas de especial interesse social, urbanístico e ambiental, para as quais será exigido aproveitamento adequado seguindo as diretrizes da Constituição Federal.

A Lei Orgânica prevê ainda a elaboração dos Códigos de Posturas e de Zoneamento que irão nortear o Poder Público Municipal no que tange às políticas voltadas à urbanização social. Não foi possível identificar a existência das referidas Leis Complementares à Lei Orgânica do Município, bem como a localização de áreas de interesse social em Engenheiro Paulo de Frontin.

3.5 Desenvolvimento humano

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

Para o ano de 2010, o IDHM foi de 0,722, classificando Engenheiro Paulo de Frontin na faixa de Desenvolvimento Humano “Alto”. A taxa de crescimento foi de 19,05% referente ao

ano 2000, quando apresentava um índice de 0,604. 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 Engenheiro Paulo de Frontin ocupa a 1.244ª 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.

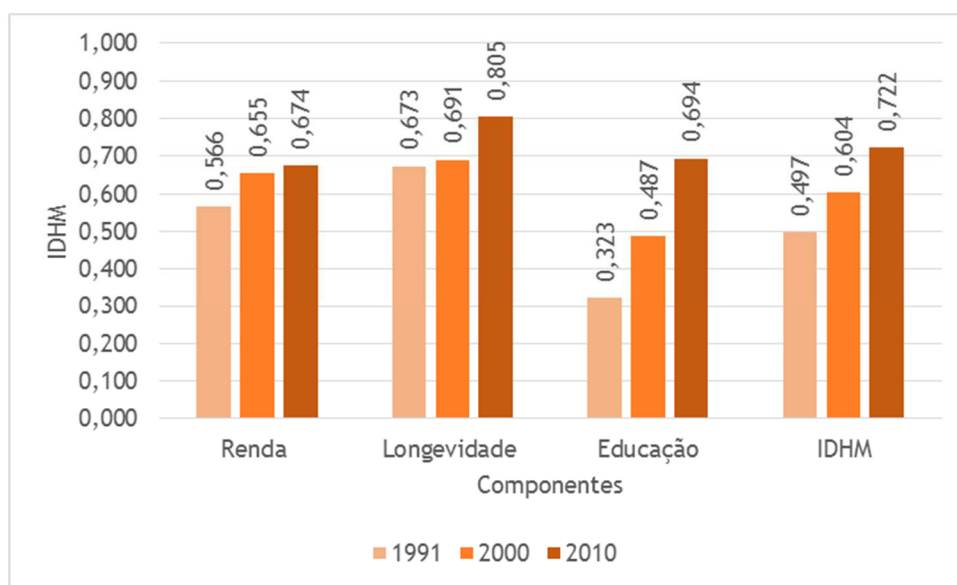


Figura 3: Evolução do IDHM de Engenheiro Paulo de Frontin-RJ

Fonte: PNUD (2013)

No tocante à renda per capita, nas últimas duas décadas o município apresentou um crescimento de 95,55%, passando de R\$ 470,64 no ano de 1991, para R\$529,05 no ano de 2010, compreendendo uma taxa de crescimento anual no período de 6,34% (PNUD, 2013).

Ainda de acordo com os dados do PNUD (2013), o Índice *Gini*, que mede a desigualdade social, demonstra que município de Engenheiro Paulo de Frontin apresentou uma redução de 0,07% no período de 1991 a 2010. No ano de 1991 o índice de *Gini* era de 0,52, passando para 0,51 no ano de 2000 e chegando em 0,45 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, 71,82% 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 55,44%.

Para a população adulta, com 25 anos ou mais, no mesmo ano (2010), 6,83% eram analfabetos, 51,33% possuíam ensino fundamental completo; 35,57% ensino médio completo e 6,95% 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).

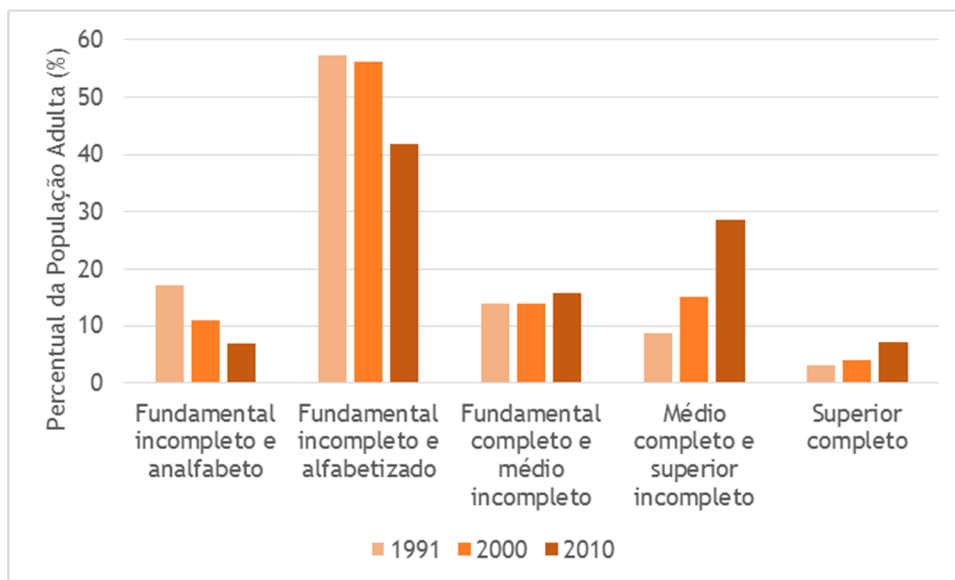


Figura 4: Evolução da Educação da População Adulta de Engenheiro Paulo de Frontin-RJ

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.

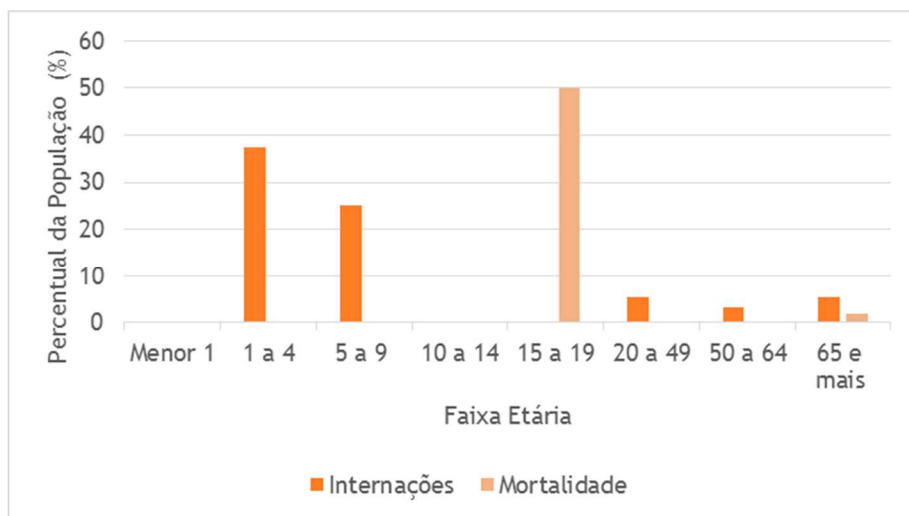


Figura 5: Internações e mortes por doenças infecciosas e parasitárias, de acordo com a faixa etária

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

A mortalidade infantil (mortalidade de crianças com menos de um ano de idade) em Engenheiro Paulo de Frontin, ainda de acordo com dados disponíveis do PNUD (2013), reduziu de 26,3 óbitos por mil nascidos vivos no ano de 2000 para 16,5 óbitos por mil nascidos vivos em 2010. A esperança de vida ao nascer apresentou um aumento de 6,8 anos na última década, passando de 66,5 anos no ano de 2000 para 73,3 em 2010.

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\$ 259.580,12 (x 1000).

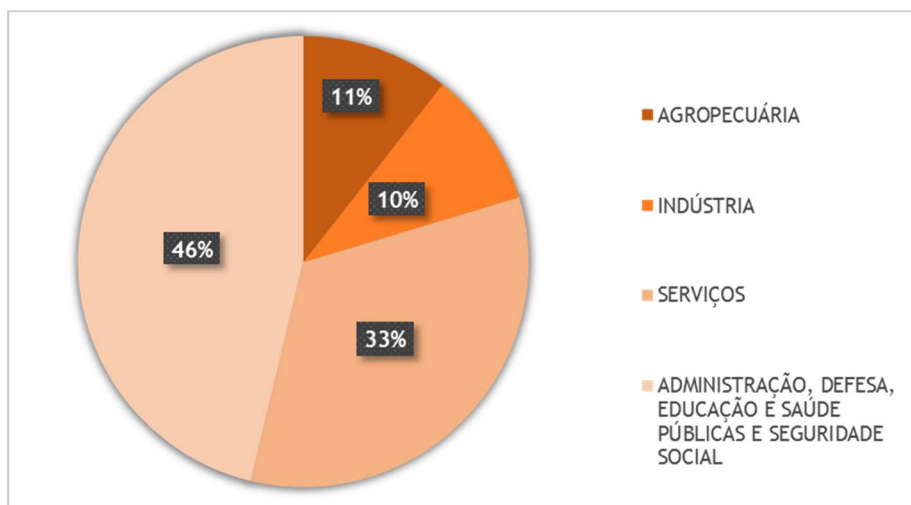


Figura 6: Atividades Econômicas de Engenheiro Paulo de Frontin

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

Unidades de Proteção Integral	Unidades de Uso Sustentável
Monumento Natural	Reserva Extrativista
Refúgio da Vida Silvestre	Reserva de Fauna
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
	Reserva Particular do Patrimônio Natural

Fonte: BRASIL (2000)

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 05 (cinco) Unidades de Conservação inseridas no município de Engenheiro Paulo de Frontin de acordo com o Painel de Unidades de Conservação Brasileiras no Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2009):

- Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Jornalista Antenor Novaes, criada pela Portaria Federal nº 26, de 11 de agosto de 1999;
- RPPN Rica Paulo de Frontin, criada pela Portaria Estadual nº 533, de 22 de maio de 2014;
- RPPN Santa Clara, criada pela Portaria Estadual nº 419, de 01 de março de 2013;
- RPPN Jornalista Antenor Novaes, criada pela Portaria Federal nº 26, de 11 de agosto de 1999;
- RPPN Sete Flechas, criada pela Portaria Federal nº 153, de 30 de agosto de 2010.

Em relação a cobertura florestal, no que se refere aos remanescentes do bioma Mata Atlântica, de acordo com o Estudo Socioeconômico do Município de Engenheiro Paulo de Frontin, no período 2015 a 2016, a cobertura vegetal abrangia 48,30% do território municipal, o correspondente a 6.420 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°.

Não foram identificadas áreas de preservação permanente no território do município de Engenheiro Paulo de Frontin. Apesar de ter 48,30% do seu território coberto pelo bioma Mata Atlântica (TCE-RJ,2018), Engenheiro Paulo de Frontin não apresenta um Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA), ou seja, instrumento legal que possibilita aos municípios, cujos territórios estão total ou parcialmente inseridos no referido bioma, a atuarem de forma mais dinâmica e proativa na conservação, recuperação e defesa da sua vegetação nativa, como ocorre em outros municípios do Estado.

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 planejamento estão contidos, integralmente ou parcialmente nestas Regiões Hidrográficas.

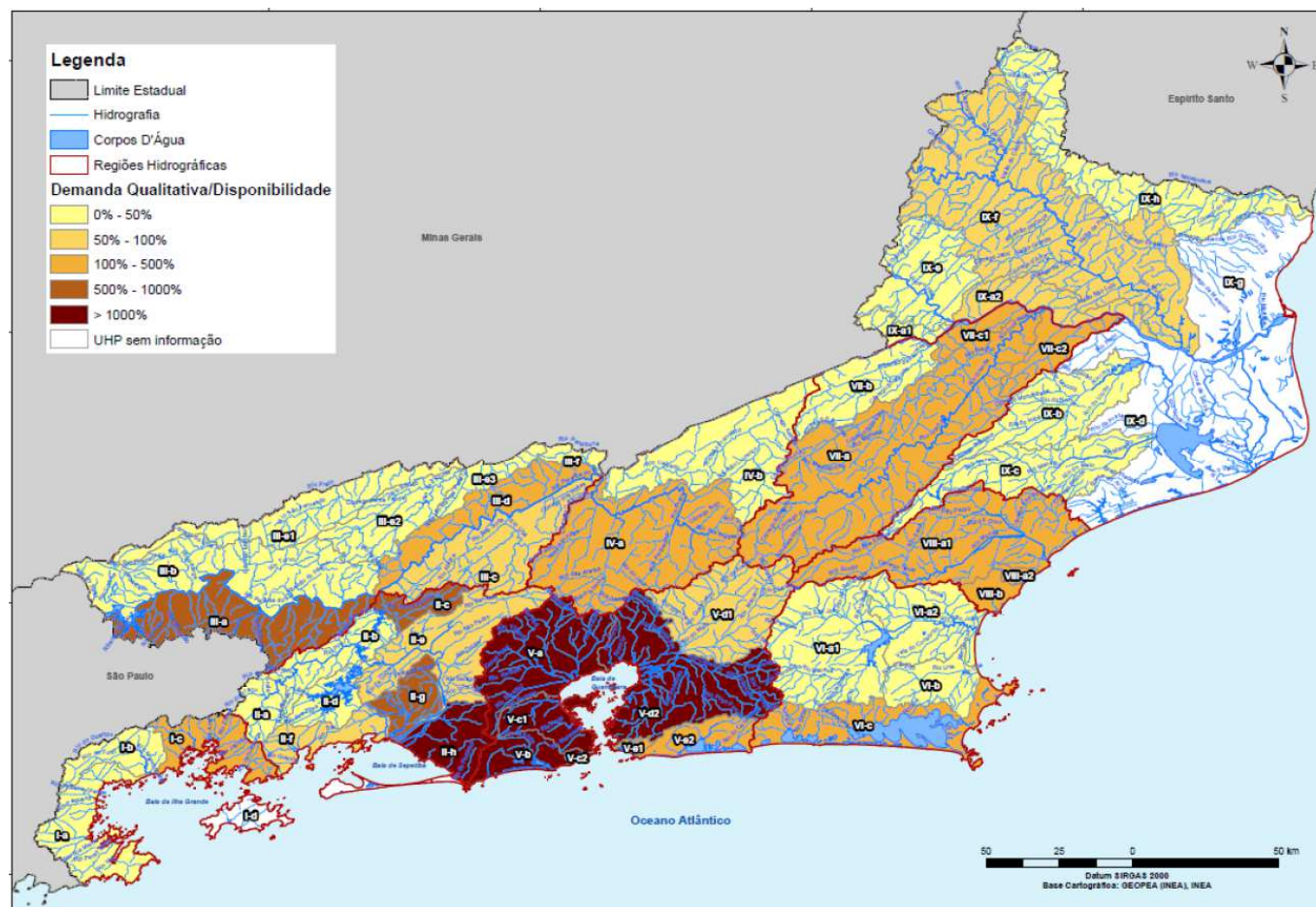


Figura 7: Localização das UHP nas Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

Fonte: PERH (2019)

O município de Engenheiro Paulo de Frontin está totalmente inserido na região hidrográfica RH-II Guandu, que abrange também, em sua totalidade, os municípios de Itaguaí, Japeri, Paracambi, Queimados e Seropédica; e ainda parcialmente, os municípios de Barra do Piraí, Mangaratiba, Mendes, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro, Rio de Janeiro e Vassouras (PERHI-RJ, 2014).

Importante mencionar que na RH I encontram-se diversos rios e córregos importantes que fazem com essa região apresente um elevado potencial hídrico. Na Figura 8 é possível visualizar a delimitação da bacia hidrográfica que abrange o município de Engenheiro Paulo de Frontin.

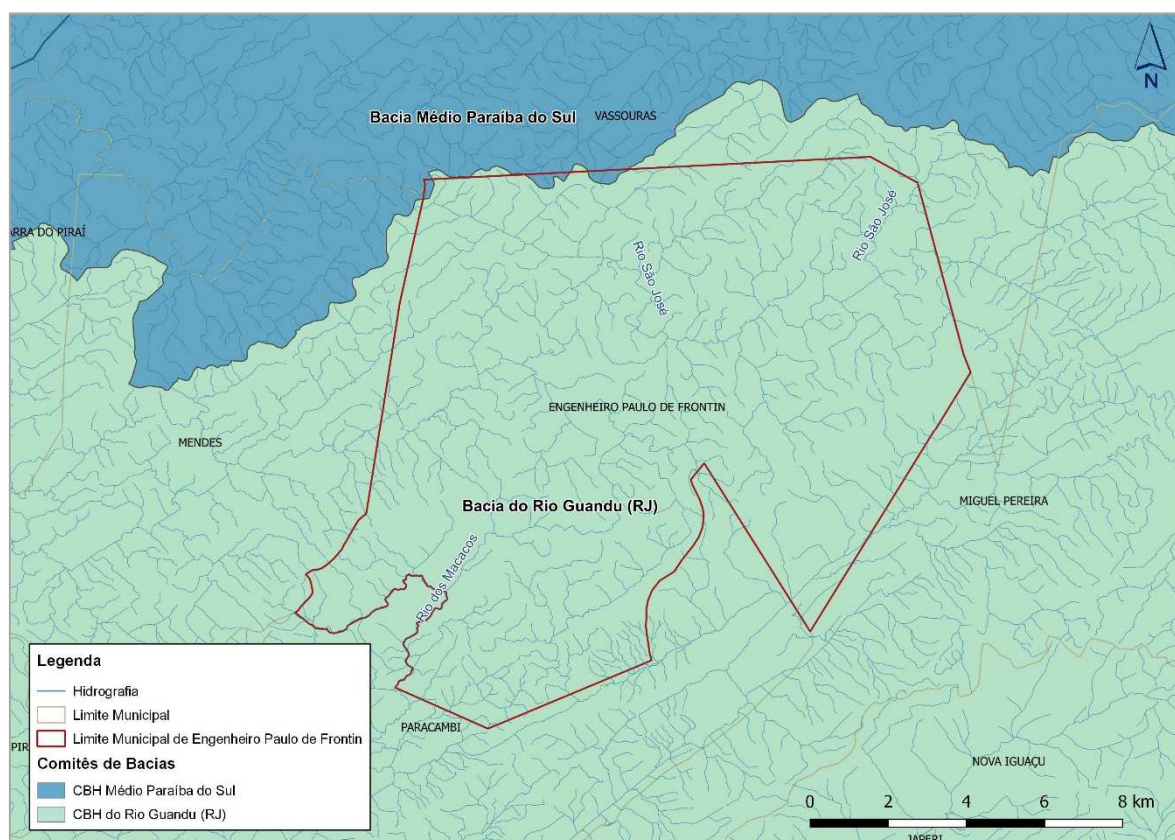


Figura 8: Localização da bacia hidrográfica no município de Engenheiro Paulo de Frontin

Fonte: Adaptado de ANA (2019)

Na RH II Guandu, a gestão das águas se dá no âmbito do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim, instituído pelo Decreto Estadual nº 31.178, de 03 de abril de 2002. Importante mencionar que em 25 de novembro de 2015, uma nova redação foi dada ao referido Decreto, bem como uma nova numeração, passando a ser Decreto Estadual nº 45.463. O Comitê é responsável pela gestão e aplicação do Plano

Estratégico de Recursos Hídricos vigente, o qual foi concluído em 2018 e possui um horizonte de 25 anos.

A maior singularidade dessa RH se deve à transposição, em condições normais, de no mínimo 119 m³/s das águas da Bacia do Rio Paraíba do Sul para a Bacia do Rio Guandu, recursos dos quais dependem a população e as indústrias do seu entorno e, principalmente, a quase totalidade da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), situada fora dos limites da bacia (SEA, 2015)

O rio Guandu é o maior entre as bacias hidrográficas, com área de 1.385 km². É formado pelo Ribeirão das Lages que passa a se chamar rio Guandu a partir da confluência com o rio Santana. Seus principais afluentes são os rios dos Macacos, Santana, São Pedro, Poços/Queimados e Ipiranga. O seu curso final retificado leva o nome de canal São Francisco. Todo seu percurso até a foz totaliza 48 km.

Em termos de cobertura vegetal, a RH-II possui 40% do seu território ocupado por florestas, ou seja, uma área bastante significativa. 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 Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) do Rio de Janeiro (2014), a RH-II tem sido palco de diversas pressões de ocupação e uso do solo, destacando-se a intensa atividade de extração de areia e outros minerais da construção civil, a ausência de matas ciliares no rio Guandu e afluentes, a crescente e intensa ocupação urbana e industrial das margens dos rios e os consequentes problemas de uso e degradação da qualidade das águas.

As bacias e sub-bacias existentes na Região Hidrográfica II foram agregadas em 13 (treze) Unidades Hidrológicas de Planejamento, conforme pode ser visualizado na Figura 9.

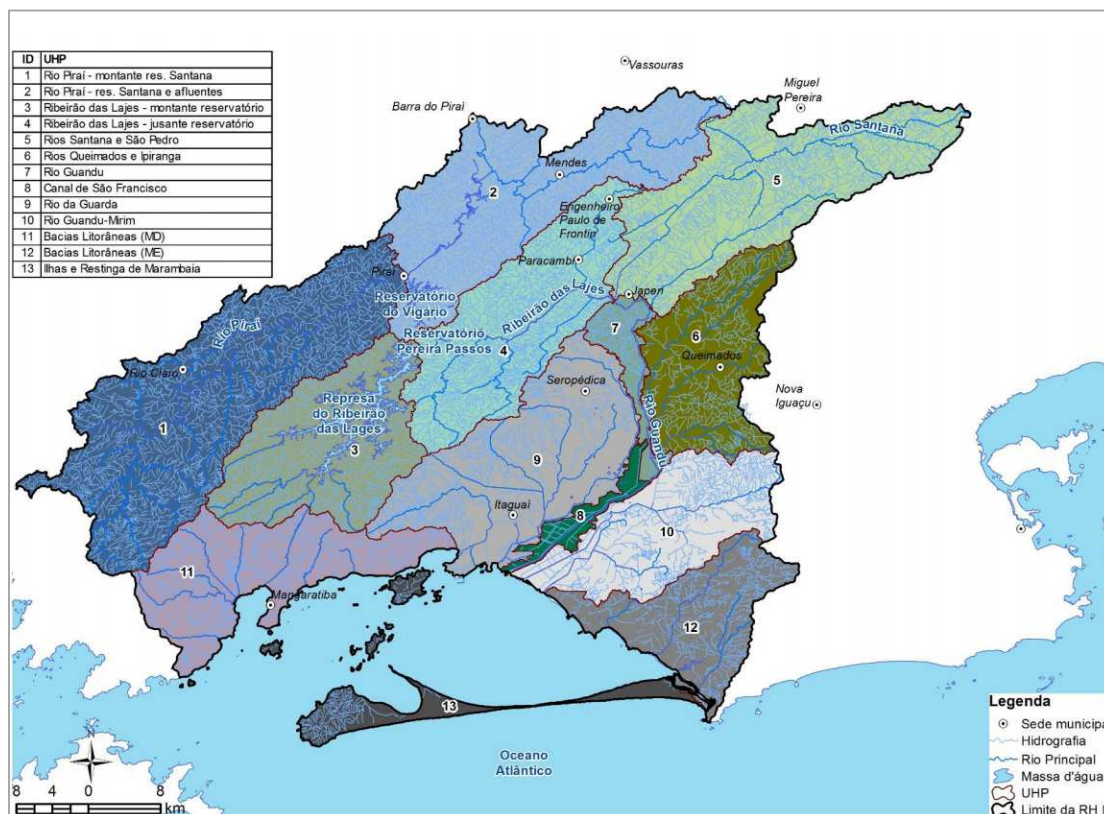


Figura 9: Unidades Hidrológicas de Planejamento da Região Hidrográfica II e hidrografia

Fonte: AGEVAP, 2017

Para a análise de disponibilidade hídrica das águas superficiais na Região Hidrográfica II Guandu, de acordo com o Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (2017), foram consideradas equações de regionalizações de vazões (considerando área e precipitação), bem como a inserção das principais infraestruturas hídricas responsáveis pela alteração do regime natural de vazões. Em termos espaciais, observou-se que os maiores índices anuais de precipitação estão localizados nas cabeceiras das UHPs do Rio Piraí, além das regiões de maior altitude da UHP dos rios São Pedro e Santana.

Observa-se ainda uma tendência de menores índices pluviométricos na região do Vale do Paraíba do Sul, acompanhando o efeito orográfico, que influencia no regime pluviométrico da região. Os valores finais de disponibilidade hídrica por UHP, em termos de Qmlt, Q90%, Q95% e Q7,10, considerando tanto o cenário natural, ou seja, aquele proveniente dos resultados da regionalização, quanto o cenário de vazões modificadas pela presença da infraestrutura hídrica na RH II, cenário mais próximo da realidade são apresentados na Tabela 2 e Tabela 3. Em relação a vazão operada em Pereira Passos, definiu-se um patamar de 120 m³/s para todos os cenários de vazão avaliados (AGEVAP, 2017).

Tabela 2: Disponibilidade hídrica natural e modificada por UHP na RH-II

UHP	Trecho	Qmlt (m³/s)		Q90% (m³/s)		Q95% (m³/s)		Q7,10 (m³/s)	
		Nat.	Mod.	Nat.	Mod.	Nat.	Mod.	Nat.	Mod.
1	Rio Pirai - montante Tócos	12,24	12,24	4,81	4,81	3,97	3,97	2,58	2,58
	Rio Pirai - montante res. Santana	16,82	6,82	6,99	2,65	5,79	2,21	3,95	1,62
2	Rio Sacra Família	4,05	4,05	1,54	1,54	1,25	1,25	0,89	0,89
	Rio Pirai - jusante res. Santana	20,97	6,59	9,12	2,17	7,56	1,97	5,39	1,78
3	Ribeirão das Lajes - mont. Barragem	7,9	16,09	3,1	10,04	2,54	10,03	1,75	10,02
4	Rio dos Macacos	2,33	2,33	0,82	0,82	0,66	0,66	0,45	0,45
	Ribeirão das Lajes - mont. rio Santana	13,46	166,45	5,62	122,46	4,63	122,04	3,27	76,49
5	Rio Santana	8,5	8,5	3,34	3,34	2,73	2,73	1,86	1,86
	Rio São Pedro	3,82	3,82	1,35	1,35	1,09	1,09	0,69	0,69
	Total UHP Rios Santana e São Pedro	12,32	12,32	4,68	4,68	3,82	3,82	2,55	2,55
6	Rio dos Poços	3,09	3,09	1,13	1,13	0,91	0,91	0,63	0,63
	Rio Queimados	4	4	1,52	1,52	1,23	1,23	0,88	0,88
	Rio Ipiranga	1,22	1,22	0,42	0,42	0,33	0,33	0,24	0,24
	Total UHP Rios Queimados e Ipiranga	8,32	8,32	3,07	3,07	2,47	2,47	1,75	1,75
7	Rio Guandu	24,19	136,18	10,73	127,58	8,92	126,33	6,43	124,95
8	Canal de São Francisco	24,49	136,18	10,9	127,74	9,05	126,47	6,55	124,77
9	Rio da Guarda	5,54	5,54	2,19	2,19	1,78	1,78	1,3	1,3
	Rio Mazomba	2,62	2,62	0,93	0,93	0,75	0,75	0,51	0,51
	Total UHP Rio da Guarda	8,15	8,15	3,12	3,12	2,53	2,53	1,81	1,81
10	Rio Guandu-Mirim	3,24	3,24	1,23	1,23	0,99	0,99	0,73	0,73
	Canal do Itá	1,74	1,74	0,63	0,63	0,5	0,5	0,37	0,37
	Total UHP Rio Guandu - Mirim	4,98	4,98	1,86	1,86	1,49	1,49	1,09	1,09
11	Rio Ingaíba	4,58	4,58	1,61	1,61	1,31	1,31	0,81	0,81
	Rio São Brás	1,53	1,53	0,49	0,49	0,39	0,39	0,24	0,24
	Total UHP Bacias Litorâneas (MD)	14,15	14,15	4,49	4,49	3,6	3,6	2,2	2,2
12	Rio Piraquê	2,04	2,04	0,75	0,75	0,6	0,6	0,44	0,44
	Rio do Portinho	1,04	1,04	0,36	0,36	0,28	0,28	0,21	0,21
	Total UHP Bacias Litorâneas (ME)	4,24	4,24	1,46	1,46	1,15	1,15	0,84	0,84

Nota: MOD- Modificada; Nat - Natural

Fonte: AGEVAP (2017)

Tabela 3: Balanço hídrico por UHP da RH-II

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Vazões (m ³ /s)		
				Q7,10	Q95%	QMLT
RH-II	II-a	Rio Piraí - Montanto Tocos	274,7	2,5	3,7	11,5
	II-b	Rio Piraí - Montanto Tocos	501,6	4,6	6,7	20,9
	II-c	Foz Rio Piraí - Rio Sacra Família	236,4	-	1	-
	II-d	Reservatório de Lajes	334,2	-	-	-
	II-e	Rio Guandu	1.059,8	-	129,3	188,6
	II-f	Rios Litorâneos	384,4	-	3,4	10,4
	II-g	Rio da Guarda	345,1	-	3,0	9,3
	II-h	Rio Guandu-Mirim e Rios Litorâneos	178,9	-	4,21	12,9

Fonte: PERH (2014)

Ainda de acordo com o Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (2017), as maiores disponibilidades hídricas na RH II, tanto em termos de vazões naturais quanto em termos de vazões modificadas, estão localizadas nas UHPs Rio Guandu e Canal de São Francisco, respectivamente. Estas, da mesma forma que a UHP Ribeirão das Lajes - jusante reservatório apresentam maiores disponibilidades hídricas modificadas quando comparada com as disponibilidades naturais, em função da transposição de águas.

Na RH II - Bacia do Guandu os recursos hídricos subterrâneos sofrem uma grande pressão do Sistema Guandu/ Lajes/ Acari, responsável pelo abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). Tal sistema demanda 58.665 L/s e a produção de água opera com déficit estimado em 6.265 L/s, segundo o Diagnóstico de Recursos Hídricos (Produto 2.1).

Segundo o Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (AGEVAP, 2017), as disponibilidades hídricas subterrâneas totais da RH-II compreendem a soma das reservas renováveis e permanentes dos aquíferos e foram calculadas em $2,26 \times 10^{10} \text{ m}^3$. Desse total, o Sistema Aquífero Cristalino armazena 87% dos recursos hídricos da bacia, correspondente a $1,96 \times 10^{10} \text{ m}^3$, enquanto o Sistema Aquífero Piranema armazena apenas 13%, correspondente a $2,93 \times 10^9 \text{ m}^3$.

As disponibilidades totais de água subterrânea dos aquíferos da RH II foram estimadas em $1,07 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{ano}$ e as retiradas (consumo proporcional de acordo com poços cadastrados no INEA e cisternas/cacimbas da zona rural) em $1,68 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{ano}$ resultando num balanço hídrico positivo de $9,03 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{ano}$, indicando que apenas 16% dos recursos subterrâneos estão atualmente comprometidos.

Ainda de acordo com o Plano, as disponibilidades totais de água subterrânea dos aquíferos da RH II foram estimadas em $1,07 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{ano}$ e as retiradas (consumo proporcional de acordo com poços cadastrados no INEA e cisternas/cacimbas da zona rural) em $1,68 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{ano}$ resultando num balanço hídrico positivo de $9,03 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{ano}$, indicando que apenas 16% dos recursos subterrâneos estão atualmente comprometidos. No tocante à gestão de recursos hídricos subterrâneos, na RH-II foram destacadas as questões da intrusão salina nas concessões de outorga de poços, da contaminação de aquíferos pelo despejo no solo de esgoto doméstico sem tratamento prévio e da degradação ambiental causada pela atividade de mineração de areia.

Os estudos realizados até o momento ainda são insuficientes para uma caracterização hidroquímica adequada das águas subterrâneas dos aquíferos da RH II. A implementação e operação de uma rede básica de monitoramento tornam-se imprescindíveis para determinação da qualidade físico-química natural das águas subterrâneas e do controle da contaminação. Todavia, com base no diagnóstico elaborado por ANA/Sondotécnica (2006), a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos na RH II apresenta, localmente, modificações devidas a diversos fatores, entre eles: poços perfurados em locais inadequados (próximos a banheiros, depósitos de lixo e cemitérios), poços cacimba abandonados e utilizados como depósitos de lixo e produtos químicos e inadequação com base nas normas técnicas para perfuração dos poços com ausência de laje de proteção e tampa (AGEVAP, 2017).

A estimativa das reservas renováveis da RH-II foi elaborada com base nas vazões mínimas determinadas em estudos hidrológicos anteriores. O diagnóstico de situação elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2006) utilizou vazões mínimas $Q_{7,10}$ para as sub-bacias da RH II, com base nos estudos de regionalização de vazões elaborados pela CPRM (2002) e pelo Consórcio ETEP-Ecologus-SM Group (1998) (Tabela 4).

Tabela 4: Áreas de drenagem e vazões mínimas $Q_{7,10}$ das sub-bacias da RH-II

Bacia	Sub-bacia	Área de Drenagem (km ²)	$Q_{7,10}$ (1) (m ³ /s)	CE ($Q_{7,10}$) (m ³ /s/km ²)
Guandu	Ribeirão das Lajes	333,8	0,366	0,0011
	Ribeirão da Floresta	12,5	0,013	0,00104
	Cacaria	74	0,081	0,00109
	Rio da Onça	54,1	0,059	0,00109
	Córrego dos Macacos	49,7	0,054	0,00109
	Macaco	78,3	0,083	0,00106
	Valão da Areia	27,4	0,032	0,00117
	Santana	321	0,378	0,00118
	Poços/Queimados/Ipiranga	243,2	0,241	0,00099

Bacia	Sub-bacia	Área de Drenagem (km ²)	Q7,10 (1) (m ³ /s)	CE (Q7,10) (m ³ /s/km ²)
	Guandu (incremental)	93,7	0,099	0,00106
	Guandu (fz)	1385	1,523	0,0011
Guarda	Valão dos Bois	134,6	0,134	0,001
	Rio Piloto	107	0,104	0,00097
	Rio Cai Tudo	58,6	0,063	0,00108
	Vale do Sangue	12,6	0,013	0,00103
	Rio Itaguaí	6,7	0,007	0,00104
	Rio do Guarda (fz)	345,5	0,343	0,00099
Guandu-Mirim	Rio Capenga	30,6	0,028	0,00092
	Campinho	39,3	0,036	0,00092
	Guandu-Mirim (mont.conf.Campinho)	82	0,075	0,00092
	Guandu-Mirim (fz)	190,3	0,172	0,0009
Resultados	Máximo			0,00118
	Mínimo			0,0009
	Média Ponderada			0,00106

Notas: (1) Calculado com base em dados de chuva de CPRM (2002).

CE = contribuição específica

Fonte: ANA/Sondotécnica (2006)

No que diz respeito à qualidade da água superficial, importante destacar que não há informações da ANA (HIDROWEB, 2019) sobre estações fluviométricas com pontos de medição da qualidade da água localizadas no município de Engenheiro Paulo de Frontin.

Segundo o INEA (2019), não há pontos de monitoramento de qualidade da água em Engenheiro Paulo de Frontin; entretanto, é importante destacar a presença de 1 (um) ponto de monitoramento no Rio Santana, cursos d'água responsável pelo abastecimento público da sede do município de Engenheiro Paulo de Frontin, localizado no município de Paracambi (Tabela 5).

Conforme os dados apresentados, de junho de 2019, o ponto de monitoramento apresenta Índice de Qualidade de Água (IQA) na classificação "Boa", entre 70 a 90 NSF, considerando todos os parâmetros avaliados.

Tabela 5: Parâmetros da Qualidade da Água Superficial no Rio Santana

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 Engenheiro Paulo de Frontin
SN310	Paracambi	< 2,0	9,2	130	Á Jusante

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 Resolução CERHI-RJ nº 127, 27 de agosto de 2014 é a resolução que aprova o enquadramento de corpos d'água em classes de uso para 24 trechos de rio da Região Hidrográfica Guandu (Tabela 6).

Tabela 6: Enquadramento dos corpos hídricos das RH-II Guandu

Bacia	Corpo Hídrico	Trecho	Classe
Reservatório de Lajes	Reservatório de Lajes	Braços e afluentes de 1ª, 2ª e 3ª ordem do corpo principal	Especial
		Corpo principal (saída do canal de Tocos até a barragem)	Classe 1
Rio Santana	Rio Santana	Da nascente até confluência com o rio São João da Barra e afluentes	Classe 1
	Rio Falcão	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 1
	Rio Vera Cruz	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 1
	Rio Santana	Da confluência com o rio São João da Barra até a foz	Classe 2
	Rio São João da Barra	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2
	Rio Santa Branca	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2
	Rio Cachoeirão	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2
	Córrego João Correia	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2

Bacia	Corpo Hídrico	Trecho	Classe
	Canal Paes Leme	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2
Rio São Pedro	Rio São Pedro	Da nascente até a foz no rio Santana	Especial
	Rio São Pedro	Jusante limite reserva Tinguá até a foz	Classe 2
Rio Poços	Rio D'ouro	Da nascente até limite da reserva Tinguá	Especial
	Rio Santo Antônio	Da nascente até limite da reserva Tinguá	Especial
Rio Ipiranga	Rio Cabuçu	Da nascente até o limite da APA Gericinó - Mendanha	Classe 1
Ribeirão das Lajes (Reservatório das Lajes - confluência com o Rio Macaco)	Ribeirão das Lajes	Barragem de Lajes - Confluência com o rio Macaco	Classe 2
	Rio Cacaria	Da nascente até a foz no Ribeirão das Lajes	Classe 1

Fonte: Resolução Comitê Guandu nº 127, de 27 de agosto de 2014

A partir de resultados de análises apresentados no Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (2017), foi elaborada uma nova proposta de enquadramento para os horizontes de médio (2027) e longo (2042) prazos, configurando-se como metas ou objetivos de qualidade intermediária e final, respectivamente, conforme Figura 10 e Figura 11.

No PERH-Guandu (2006), os estudos de simulação de qualidade da água mostraram que os rios Poços, Queimados, Ipiranga, Cabuçu e Macaco só atingem a meta final de enquadramento, estabelecida naquele Plano, quando é utilizada a vazão média como vazão de referência. Ou seja, em uma situação de estiagem, a qualidade das águas das bacias dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim é incompatível com o enquadramento vigente. O Plano ainda recomenda que, no futuro, quando forem feitas revisões no enquadramento, a vazão de referência deverá ser gradativamente reduzida, na medida que forem alcançadas melhorias na qualidade da água e novos dados sejam levantados (AGEVAP, 2017).

Dos trechos existentes no enquadramento vigente, há apenas dois em que são sugeridas alterações no enquadramento: Reservatório de Lajes (trechos de rios de 1ª, 2ª e 3ª ordem do corpo principal) e Rio Cabuçu e afluentes localizados no Parque Estadual do Mendanha.

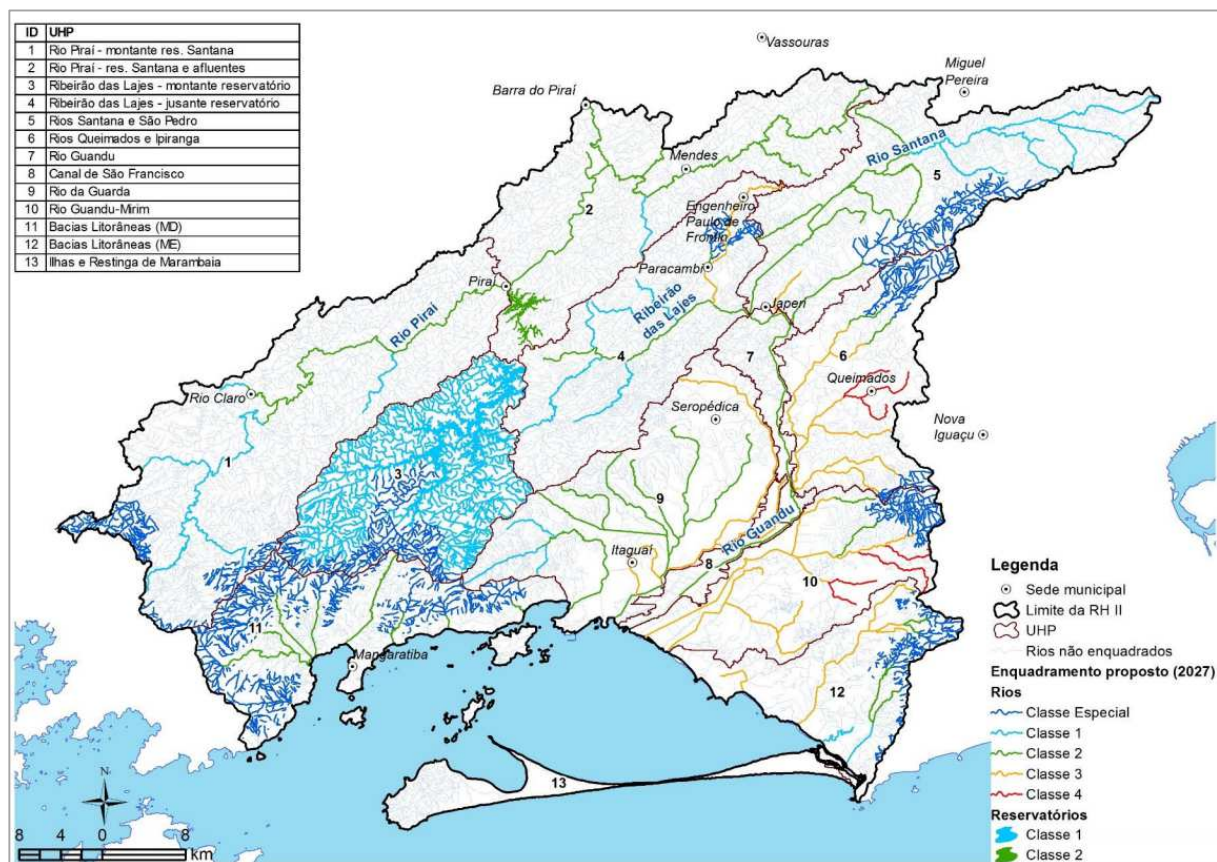


Figura 10: Proposta de Enquadramento para os corpos hídricos da RH II - Meta Intermediária (2027)

Fonte: AGEVAP, 2017

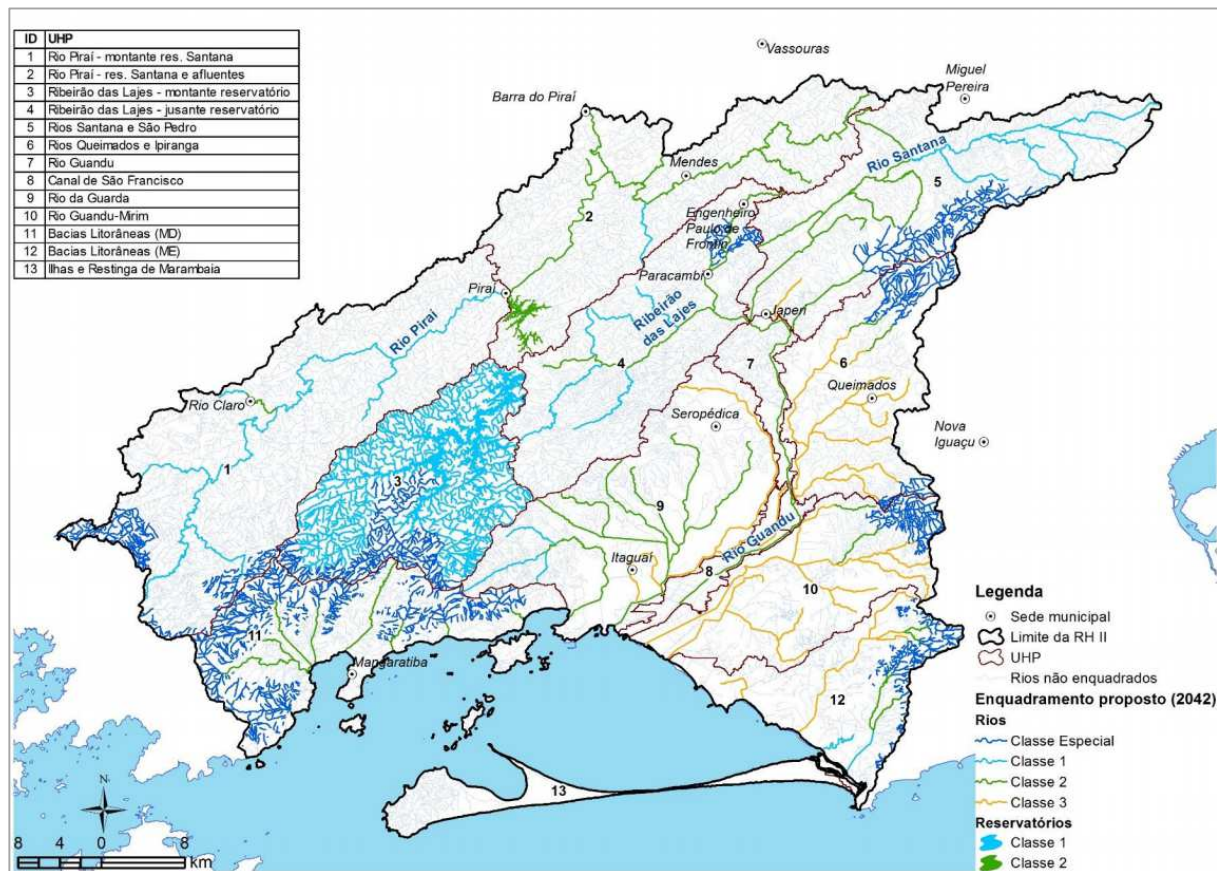


Figura 11: Proposta de Enquadramento para os corpos hídricos da RH II - Meta Final (2042)

Fonte: AGEVAP, 2017

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 Água de Engenheiro Paulo de Frontin estão sob responsabilidade da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), enquanto os serviços Esgotamento Sanitário são prestados pela Prefeitura Municipal por meio da Administração Pública Direta.

Dentre as atividades que são de responsabilidade da CEDAE 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 56,53% da população total.

Em relação ao esgotamento sanitário, a Prefeitura Municipal é responsável pela operação, manutenção e ampliação do sistema coletivo de esgotamento sanitário (SES). De acordo com os dados do SNIS (2018), não há informações sobre o índice de coleta e tratamento de esgoto para o município.

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 52,0% para abastecimento de água e 0,0% para esgotamento sanitário, considerando o ano de 2020.

4.2 Abastecimento de Água

4.2.1 Caracterização geral

Conforme pode ser observado na Tabela 7, no ano de 2017, o SAA de Engenheiro Paulo de Frontin possuía 2.657 economias ativas, das quais 98,76% eram hidrometradas. Constata-se também que houve um incremento de 10,81% no número total de ligações no ano de 2017, se comparado com o ano de 2013. Em relação aos volumes apresentados na Tabela 8, é importante ressaltar que houve um aumento de 9,40% no volume de água consumido no ano de 2016, se comparado com o ano de 2013; entretanto, no ano de 2017 houve uma redução de 2,29% se comparado ao ano anterior. Quanto aos consumos micromedidos e faturados pela CEDAE (Tabela 9), observa-se que houve uma redução de 1,99% e 2,23%, respectivamente, no ano de 2017 em relação ao ano de 2013.

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	3.211	2.243	2.198	2.406	2.297
2014	3.330	2.366	2.329	2.484	2.446
2015	3.410	2.427	2.395	2.548	2.515
2016	3.448	2.483	2.452	2.605	2.573
2017	3.558	2.533	2.501	2.657	2.624

Fonte: SNIS (2018)

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

Ano	Volumes de Água (1.000 m³/ano)			
	Produzido	Consumido	Faturado	Macromedido
2013	731	479	479	-
2014	733	479	479	-
2015	740	478	478	-
2016	738	524	524	-
2017	1.013	512	512	-

Fonte: SNIS (2018)

Tabela 9: Volumes micromedidos e faturados pelo SAA

Ano	Consumo micromedido por economia (m³/mês/econ)	Consumo de água faturado por economia (m³/mês/econ)
2013	16,59	16,59
2014	15,99	16,33
2015	15,25	15,83
2016	17,00	16,95
2017	16,26	16,22

Fonte: SNIS (2018)

A seguir está apresentado o detalhamento das estruturas que compõe o SAA identificado em Engenheiro Paulo de Frontin, segundo informações obtidas no Plano Municipal de Saneamento Básico de Engenheiro Paulo de Frontin (PMSB) elaborado em 2014

4.2.1.1 Sede - Engenheiro Paulo de Frontin

O SAA da Sede - Engenheiro Paulo de Frontin é composto por captação superficial no Rio Santana, com capacidade nominal de 30 L/s. A água bruta captada é recalçada por uma Estação Elevatória de Água Bruta (EAB) e direcionada, através de Adutora de Água Bruta (AAB), para a Estação de Tratamento de Água (ETA) de Palmas do tipo convencional, com capacidade nominal de 30 L/s e vazão de tratamento de 38 L/s. Após o tratamento, a água é recalçada, através de uma Estação Elevatória de Água Tratada (EAT) para o reservatório Paulo de Frontin, com capacidade de armazenamento de 500 m³. Da estrutura de armazenamento, a água é encaminhada para a rede de distribuição que abastece o distrito Sede (Figura 12).

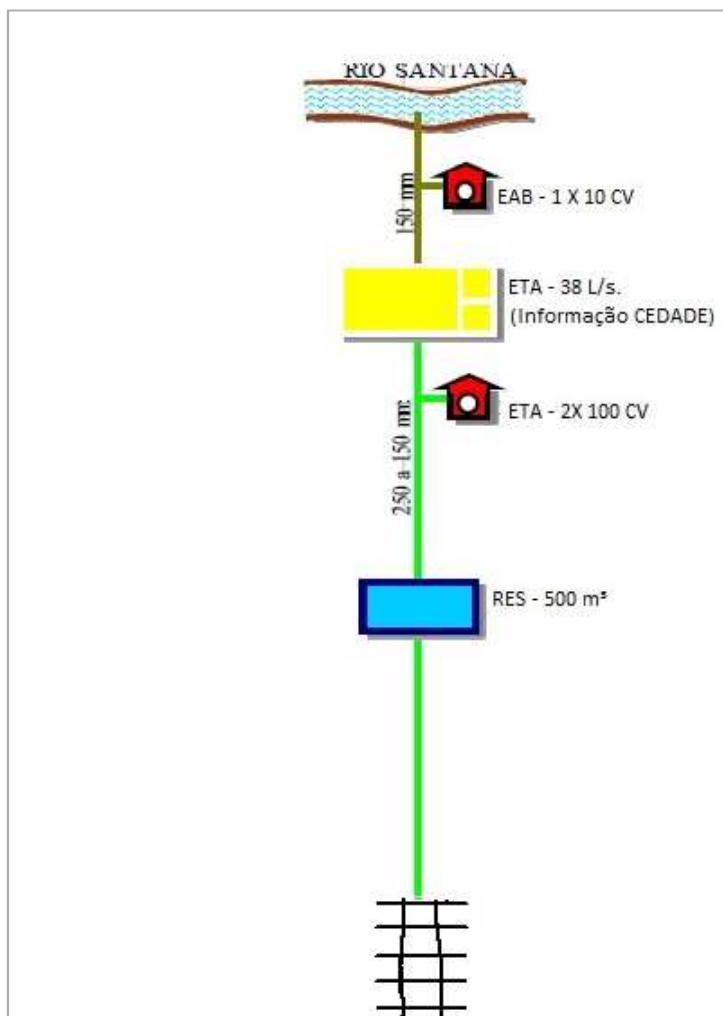


Figura 12: Diagrama unifilar do SAA da Sede - Engenheiro Paulo de Frontin

Fonte: CEDAE (2018)

4.2.1.2 Distrito Sacra Família do Tinguá

O SAA do distrito de Sacra Família do Tinguá é composto por duas captações; uma no Córrego São José, com vazão de 2,0 L/s; e a outra em um córrego sem denominação, com vazão de 5,1 L/s. Do Córrego São José, a água bruta é direcionada, por gravidade, através de Adutora de Água Bruta (AAB), para a Estação de Tratamento de Água (ETA) do tipo convencional, com capacidade de operação de 7,1 L/s. Em relação à captação no córrego não identificado, a água bruta é direcionada, através de AAB, para uma Estação Elevatória de Água Bruta (EAB) que recalca para a mesma ETA. A ETA possui um reservatório anexo com capacidade de armazenamento de 45 m³. A água tratada é encaminhada, através de uma Adutora de Água Tratada (AAT) para dois reservatórios com capacidade de armazenamento de 75 m³ cada. Das estruturas de armazenamento, a água é encaminhada para a rede de distribuição do distrito de Sacra Família do Tinguá e para o bairro de Morro Azul (Figura 13).

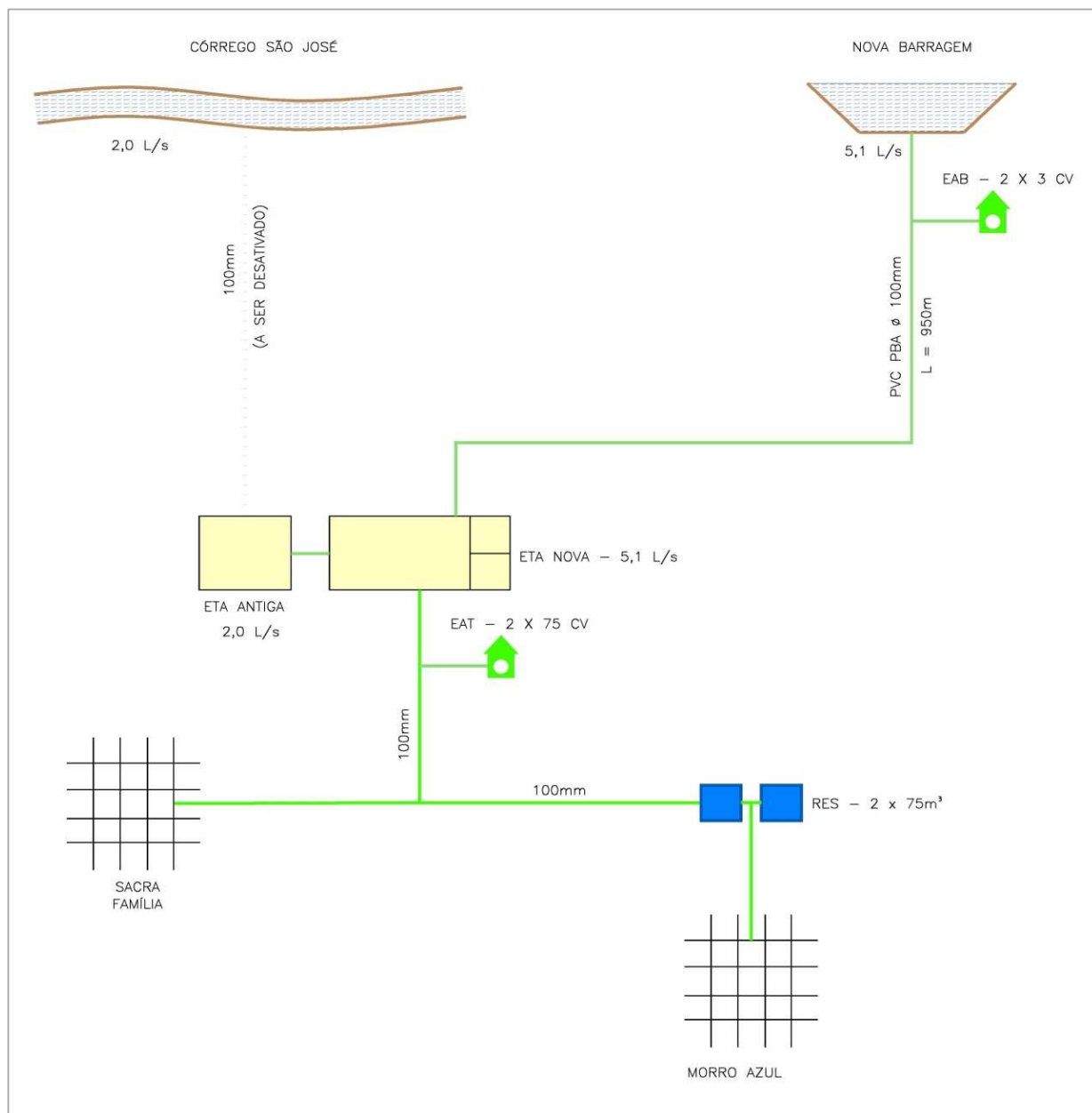


Figura 13: Diagrama unifilar do Sistema Morro Azul/Sacra Família do Tinguá

Na Tabela 10 está apresentada a compilação das principais características acerca das instalações que compõem a SAA existente em Engenheiro de Paulo de Frontin.

Tabela 10: Características principais dos SAA existente em Engenheiro de Paulo de Frontin

Sistema	Captação	EAB	AAB	Tratamento	EAT	Reservação
Sede - Engenheiro Paulo de Frontin	Rio Santana Q = 30 L/s	Q = 30 L/s P = 2 x 10 CV ⁽¹⁾	150 mm	Q = 30 L/s; ETA ⁽²⁾ Convencional	Q = 30 L/s P = 100 CV ⁽¹⁾	RES ⁽³⁾ 500 m ³
Sacra Família do Tinguá	Córrego São José Q = 2 L/s	Q = 5,1 L/s P = 2 x 3 CV ⁽¹⁾	AAB 1 100 mm	Q = 7,1 L/s; ETA ⁽²⁾ Convencional	Q = 7,1 L/s P = 1 x 100 CV ⁽¹⁾	RES ⁽³⁾ 45 m ³
	Córrego sem denominação		AAB 2 100 mm em PVC/PBA			RES ⁽³⁾ 75 m ³
	Córrego sem denominação Q = 5,1 L/s		Extensão de 950 m			RES ⁽³⁾ 75 m ³

Notas: (1) CV: Unidade de potência de bomba - Cavalo-vapor. (2) ETA: Estação de Tratamento de água. (3) RES: Reservatório.

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). Para os serviços prestados pela CEDAE, a Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico (AGENERSA) é responsável por regulamentar e fiscalizar a prestação dos serviços públicos de saneamento na área correspondente à concessão dos serviços, o que inclui o município de Engenheiro Paulo de Frontin. A agência foi criada Lei Estadual 4.556, de 06 de junho de 2005 e regulamentada pelo Decreto Estadual 45.344, de 17 de agosto de 2015, sendo que ainda atende o que determina o Decreto Estadual nº 553, de 16 de janeiro de 1976 (CEDAE, s.d.).

Desde agosto de 2016 até agosto de 2020, as revisões tarifárias serão anuais, devendo ser previamente submetidas à AGENERSA para aprovação. A partir de 2020, contudo, está prevista a primeira revisão tarifária quinquenal da Concessionária.

A AGENERSA poderá recomendar ou determinar mudanças nos procedimentos, advertir e multar a Concessionária, com o objetivo de adequar ou aperfeiçoar a prestação dos serviços públicos à população de acordo com a norma em vigor e sua previsão. A infração às leis, aos regulamentos ou às demais normas aplicáveis aos serviços públicos de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto, bem assim a inobservância dos deveres previstos na legislação, sujeitará a CEDAE às penalidades de advertência e multa, cujo percentual aplicado pelo órgão fiscalizador não poderá exceder a 0,1% do montante da arrecadação da concessionária nos últimos 12 (doze) meses anteriores à ocorrência da infração.

Na Tabela 11 estão apresentados os valores tarifários vigentes, de acordo com as categorias de usuários dos serviços prestados pela CEDAE e seguindo o princípio da progressividade do consumo. Destaca-se que o município de Engenheiro Paulo de Frontin se encontra na área de abrangência referente à tarifa “B”.

Tabela 11: Valores tarifários aplicados pela CEDAE para o serviço de abastecimento de água

Estrutura tarifária vigente				
TARIFA 1 - ÁREA A				
CATEGORIA	FAIXA (m³/mês)	MULTIPLICADOR	TARIFA (R\$)	VALOR (R\$)
DOMICILIAR (CONTA MÍNIMA)		1,00	3,97628	59,64
PÚBLICA ESTADUAL*	0-15	1,32	5,248689	78,72
	>15	2,92	11,610736	601,17
TARIFA 1 - ÁREA B				
CATEGORIA	FAIXA (m³/mês)	MULTIPLICADOR	TARIFA (R\$)	VALOR (R\$)
DOMICILIAR (CONTA MÍNIMA)		1,00	3,487958	52,30
PÚBLICA ESTADUAL*	0-15	1,32	4,604103	69,06
	>15	2,92	10,184835	527,34
TARIFA 2 E 3 - ÁREA A				
CATEGORIA	FAIXA (m³/mês)	MULTIPLICADOR	TARIFA (R\$)	VALOR (R\$)
DOMICILIAR	0-15	1,00	4,555225	68,32
	16-30	2,2	10,021496	218,63
	31-45	3,00	13,665677	423,60
	46-60	6,00	27,331355	833,56
	>60	8,00	36,441807	1.197,97
COMERCIAL	0-20	3,40	15,487767	309,74
	21-30	5,99	27,285803	582,59
	>30	6,40	29,153445	1.165,65
INDUSTRIAL	0-20	5,20	23,687174	473,74
	21-30	5,46	24,871533	722,45
	>30	6,39	29,107893	1.304,59
PÚBLICA	0-15	1,32	6,012898	90,18
	>15	2,92	13,301259	688,72
TARIFA 2 E 3 - ÁREA B				
CATEGORIA	FAIXA	MULTIPLICADOR	TARIFA (R\$)	VALOR (R\$)
DOMICILIAR	0-15	1,00	3,995804	59,92
	16-30	2,20	8,790768	191,77

Estrutura tarifária vigente				
	31-45	3,00	11,987412	371,57
	46-60	6,00	23,974825	731,18
	>60	8,00	31,966433	1.050,84
COMERCIAL	0-20	3,40	13,585733	271,70
	21-30	5,99	23,934867	511,04
	>30	6,40	25,573147	1.022,50
INDUSTRIAL	0-20	4,70	18,780279	375,60
	21-30	4,70	18,780279	563,40
	31-130	5,40	21,577343	2.721,10
	>130	5,70	22,776084	2.948,86
PÚBLICA	0-15	1,32	5,274462	79,11
	>15	2,92	11,667747	604,12
Os valores das contas se referem aos limites superiores das faixas sendo, nas faixas em aberto (MAIOR), equivalentes aos seguintes consumos:				
Área A		Área B		
RESIDENCIAL	70M ³ /MÊS	RESIDENCIAL	70M ³ /MÊS	
COMERCIAL	50M ³ /MÊS	COMERCIAL	50M ³ /MÊS	
INDUSTRIAL	50M ³ /MÊS	INDUSTRIAL	140M ³ /MÊS	
PÚBLICA	60M ³ /MÊS	PÚBLICA	60M ³ /MÊS	

Nota: Tarifa diferenciada "A" e "B", conforme localidade (Decreto 23.676, de 04/11/1997);* Os valores das contas se referem aos limites superiores das faixas, sendo, nas faixa sem aberto (>), equivalentes ao seguinte consumo: Público: 60m³/mês.

Fonte: CEDAE (2018)

Até o momento de fechamento do presente relatório, o Plano Plurianual (PPA) de Engenheiro Paulo de Frontin, para o período de 2018 a 2021, não foi disponibilizado pela Prefeitura Municipal para verificar os possíveis investimentos previstos para os serviços de abastecimento de água.

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 Engenheiro Paulo de Frontin faz parte da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, especificamente na Sub-bacia Hidrográfica do Guandu. A Sub-bacia do Guandu tem sido palco de diversas pressões de ocupação e uso do solo, destacando-se a intensa atividade de extração de areia e outros minerais da construção civil, a ausência de matas ciliares no rio Guandu e afluentes, a crescente e intensa ocupação urbana e industrial das margens dos rios e os consequentes problemas de uso e degradação da qualidade das águas

A avaliação de oferta e demanda realizada na fase de elaboração do Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água indicou que o sistema produtor de Engenheiro Paulo de Frontin atenderá satisfatoriamente à demanda de 70% da população urbana¹ projetada para o ano de 2025 (Tabela 12). Ressalta-se que apenas o serviço de abastecimento do distrito Sede foi analisado pelo Atlas Brasil não tendo sido avaliada a situação dos demais sistemas produtores no município.

Tabela 12: Mananciais de abastecimento da população da Sede de Engenheiro Paulo de Frontin

Mananciais	Sistema	Participação no abastecimento do município	Situação até 2025
Rio Morro Azul	Isolado Engenheiro Paulo de Frontin	70%	Satisfatória

Fonte: Adaptado de ATLAS (2010)

Segundo o Relatório Gerencial (PERH-RJ, 2014), o sistema isolado de Engenheiro Paulo de Frontin cuja água é captada do Rio Morro Azul (vazão de 27 L/s) será suficiente para atender as demandas de 2030 estimadas em 17,67 L/s para o município.

No município de Engenheiro Paulo de Frontin existe cadastrado 01 (um) poço profundo que disponibiliza uma vazão efetiva de 41.270,17 m³/ano e uma vazão instalada de 92.505 m³/ano.

A oferta de água para o sistema Engenheiro Paulo de Frontin, tendo como resultado um cenário de superávit para os distritos, conforme mostrado conforme mostrado na Tabela 13.

Tabela 13: Demandas x Vazões Aduzidas para o sistema Engenheiro Paulo de Frontin

Distritos	População atendida atual (2018)	Demanda atual (2018) (L/s)	Manancial utilizado	Vazão aduzida atual (L/s)	Balanco atual (L/s)	Vazão outorgável (L/S)
Sede	3.412	12,47	Rio Santana	30,00	11,19	-
Sacra Família do Tinguá	2.178	6,34	Córrego São José e córrego sem nome	7,10	0,76	-
Totais	5.590	18,81	-	-	-	-

No tocante aos pontos de outorga no município de Engenheiro Paulo de Frontin, conforme informações disponibilizadas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) do Rio de

¹ O Atlas Brasil trabalhou com a população urbana equivalente a 9.042 habitantes, conforme dados do IBGE (2007).

Janeiro e pela Agência Nacional de Águas (ANA), não existe licença outorgada em seu território.

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 14 estão apresentados os resultados da análise dos parâmetros básicos de avaliação da qualidade da água tratada na ETA Engenheiro Paulo de Frontin. De acordo com informações da tabela, em todos os meses do ano de 2018 foi realizada a análise de bacteriologia, cloro residual e turbidez, sendo que no mês de janeiro as análises foram realizadas em um menor número de amostras, quanto os outros meses tiveram a mesma quantidade de análises realizadas. Em relação à análise de parâmetros físico-químicos os maiores valores de turbidez foram identificados nas amostras coletadas no mês de setembro (3,0 UNT), sendo que nos demais meses as amostras apresentaram valores menores, variando de 0,2 a 1,0 UNT; quanto a cor aparente, o mês que apresentou os valores mais elevados foi em setembro (13,3 uH), sendo que nos demais meses não houve variação (5,0 uH). Quanto a análise de coliformes totais, todos os meses apresentaram 100% das amostras dentro do padrão estabelecido pela portaria de potabilidade vigente.

Tabela 14: Monitoramento da qualidade da água distribuída para o ano de 2018

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 coleta)	<i>E.coli</i>	<i>E.coli</i> (após coleta)
JAN	22	2	0,3	5,0	0,9	100	N.A.	100	N.A.
FEV	30	10	0,7	5,0	1,5	100	N.A.	100	N.A.
MAR	30	2	0,4	<5	2,0	100	N.A.	100	N.A.
ABR	30	3	0,7	5,0	1,8	100	N.A.	100	N.A.
MAI	30	3	0,4	5,0	1,8	100	N.A.	100	N.A.
JUN	30	2	1,0	5,0	1,7	100	N.A.	100	N.A.
JUL	30	3	0,2	5,0	2,2	100	N.A.	100	N.A.
AGO	30	3	0,2	5,0	2,1	100	N.A.	100	N.A.

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)
SET	30	3	3,0	13,3	1,6	100	N.A.	100	N.A.
OUT	30	2	0,5	5,0	2,0	100	N.A.	100	N.A.
NOV	30	3	0,8	5,0	1,6	100	N.A.	100	N.A.
DEZ	30	2	0,5	5,0	1,5	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

Em relação à evolução do atendimento pelo Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) o SNIS não fornece informações suficientes para tal análise, visto que o município forneceu dados apenas para o ano de 2015, conforme Tabela 15.

Tabela 15: Atendimento pelo SES do município de Engenheiro Paulo de Frontin, no ano de 2015

Ano	População total atendida (hab.)	Ligações ativas (unid.)	Economias ativas (unid.)	Economias residenciais ativas (unid.)
2015	10.129	2.021	-	-

Fonte: SNIS (2018)

Em função da falta de cadastro e de informação confiável, considera-se para fins de planejamento a inexistência de rede coletora de esgoto.

De acordo com informações do Plano Municipal de Saneamento Básico de Engenheiro Paulo de Frontin (CEIVAP, 2014), o sistema de esgotamento sanitário é composto por rede coletora mista que atende parcialmente a população urbana. Não há Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), sendo assim, o esgoto coletado no município é lançado *in natura* nos cursos d'água.

4.3.2 Regulação e tarifação

Não foram diagnosticados instrumentos normativos (decretos ou leis municipais) que definem a regulação das dimensões técnica, econômica e social da prestação dos serviços de esgotamento sanitário no município, como estabelecido no Art. 23 da Lei nº 11.445 de 2007. Isso demonstra mais uma fragilidade da administração local, que deve ser priorizada com vistas a aprimorar a qualidade dos serviços de esgotamento sanitário oferecidos à população.

De acordo com informações do Plano Municipal de Saneamento Básico de Engenheiro Paulo de Frontin (CEIVAP, 2014) o município não possui política tarifária para os serviços de esgotamento sanitário prestados pela Prefeitura Municipal.

Até o momento de fechamento do presente relatório, o Plano Plurianual (PPA) de Engenheiro Paulo de Frontin, para o período de 2018 a 2021, não foi disponibilizado pela Prefeitura Municipal para verificar os possíveis investimentos previstos.

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 Engenheiro Paulo de Frontin tal situação torna-se ainda mais crítica pelo fato do esgoto gerado ser lançado *in natura* nos corpos d'água que cortam o município e, apesar disso, não foram obtidas informações se há rede de monitoramento do efluente lançado.

4.3.4 Lançamento de efluentes

No município de Engenheiro Paulo de Frontin, não há informações da ANA (HIDROWEB, 2019) sobre estações fluviométricas com pontos de monitoramento da qualidade da água. Conforme mencionado no item 3.11, que trata de disponibilidade hídrica, há 1 (um) ponto de monitoramento da qualidade da água implantada pelo INEA, no Rio Santana localizado no município de Paracambi. Para a estação, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e o teor de Oxigênio Dissolvido (OD) estão dentro do limite estabelecido pela CONAMA 357/2005 e o Índice de Qualidade de Água (IQ_{ANF}) está enquadrado na categoria “Boa” de qualidade de água.

Conforme já mencionado, o esgoto em Engenheiro Paulo de Frontin não passa por tratamento, sendo lançado *in natura* nos cursos d'água que cortam o município, o que acarreta deterioração dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Guandu 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 Engenheiro Paulo de Frontin 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 16 está sintetizado o resultado da projeção populacional para o município de Engenheiro Paulo de Frontin, sendo apresentados os contingentes populacionais projetados

e utilizados para a determinação das demandas por serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município contemplando todo o período de planejamento.

Tabela 16: Projeção populacional para SAA e SES no período de planejamento

Ano de planejamento	Número de habitantes		
	Distrito		
	Sede-Engenheiro Paulo de Frontin	Sacra Família do Tinguá	Total Área Urbana
1	6.695	4.412	11.107
5	7.114	4.963	12.077
10	7.587	5.450	13.037
15	7.907	5.814	13.721
20	8.436	6.121	14.557
25	8.768	6.310	15.078
30	9.033	6.414	15.447
35	9.192	6.437	15.629

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 17. Em relação ao município de Engenheiro Paulo de Frontin, ressalta-se que possui população com número de habitantes menor do que a média populacional da área de estudo da CEDAE.

Tabela 17: 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

Conforme apresentado no Diagnóstico, o índice de atendimento de abastecimento de água calculado pelo consórcio é de 52,0% da população urbana da Sede no ano 1 de planejamento e propõe-se que a universalização de acesso aos serviços nesta área seja atingida no ano 14.

Na Tabela 18 estão apresentadas as metas propostas para o período de planejamento. Uma vez que o município de Eng. Paulo de Frontin se localiza na bacia do rio Guandu, principal manancial da RMRJ, propõe-se a universalização do sistema de esgotamento sanitário em apenas 5 anos de maneira a garantir a qualidade de água do manancial e, portanto, a meta de abastecimento de água deve também atingir a universalização neste período.

Tabela 18: 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
52,0%	99,0%	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 19 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 19: 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 19 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 20. Esse conjunto de indicadores foi dividido em cinco grupos: Ambientais, Saúde, Financeiros, Operacionais e de Satisfação.

Tabela 20: Indicadores dos serviços de abastecimento de água

Indicador	Como calcular	Periodicidade
Ambientais		
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
Saúde		
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
Financeiros		
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/m³)	$\text{Consumo total de energia elétrica no sistema de abastecimento de água} / (\text{Volume de água produzido} + \text{Volume de água tratado importado})$	Mensal
Operacionais		
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
Satisfação		
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

A área urbana do município de Engenheiro Paulo de Frontin é composta por 2 (dois) sistemas coletivos de abastecimento de água (SAA). 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. No município de Engenheiro Paulo de Frontin, foi considerado o consumo *per capita* de 250 L/hab.dia para o ano 1 de planejamento, sendo este valor reduzido de forma gradativa até o ano 10, quando o consumo *per capita* passará a ser 150 L/hab.dia, e mantido até o último ano que compreende o período de planejamento, conforme apresentado na Tabela 21.

Tabela 21: Metas de redução de consumo per capita de água no período de planejamento

Ano de planejamento	Meta de consumo <i>per capita</i> (L/hab.dia) Município de Paulo de Frontin
1	250
2	239
3	228
4	217
5	206
6	194
7	183
8	172
9	161
10	160
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. Assim, na tentativa de compatibilizar as propostas previstas com a realidade do município de Engenheiro Paulo de Frontin e, tendo em vista a melhoria da eficiência do sistema, previu-se, juntamente com a CEDAE, a progressiva redução no índice de perdas para todos os sistemas, sendo as metas previstas apresentadas na Tabela 22.

Tabela 22: Metas de perdas na rede de distribuição para o período de planejamento

Ano de planejamento	Meta de perdas prevista (%)
1	30,0%
2	29,5%
3	29,0%
4	28,5%
5	28,0%
6	27,5%
7	27,0%
8	26,5%
9	26,0%
10	25,5%
11 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 (m³/dia)

P: População Atendida (hab.)

q_{pc}: 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 (m³/dia)

D: Demanda de água (m³/dia)

I_A: 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.

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

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

$$D_{máxh} = K_2 \cdot D_{máxd}$$

Equação 5

Em que,

D_{méd}: Demanda média de distribuição de água (m³/dia)

D_{máxd}: Demanda máxima diária de distribuição de água (m³/dia)

D_{máxh}: Demanda máxima horária de distribuição de água (m³/dia)

I_{pf}: 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).

$$Q_p = \frac{1}{(1 - I_{pp})} \cdot D_{máxd}$$

Equação 6

Em que,

Q_p: Vazão de produção de água (m³/dia)

I_{PP}: 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 23, as estruturas de produção de água existentes na Sede são suficientes para atender a população da área de abrangência durante todo o período de planejamento, enquanto que para o distrito da Sacra Família de Tinguá o déficit já se apresenta atualmente.

A análise da capacidade de atendimento das infraestruturas de reservação (Tabela 24), mostra que na sede a estrutura existente atende às necessidades até o ano 15 de

planejamento, enquanto no distrito da Sacra Família do Tinguá o déficit já se apresenta desde o início do planejamento.

Tabela 23: Demanda de produção projetada para os sistemas coletivos abastecimento de água na Sede - Eng. Paulo de Frontin e Sacra Família do Tinguá

Ano	Sede			Sacra Família do Tinguá		
	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	15	30	15	9	7,1	-2
5	17	30	13	11	7,1	-4
10	17	30	13	12	7,1	-5
15	21	30	9	15	7,1	-7
20	22	30	8	15	7,1	-8
25	23	30	7	16	7,1	-9
30	24	30	6	16	7,1	-9
35	24	30	6	16	7,1	-9

Tabela 24: Demanda de reservação projetada para os sistemas coletivos abastecimento de água na Sede - Eng. Paulo de Frontin e Sacra Família do Tinguá

Ano	Sede			Sacra Família do Tinguá		
	Reservação Requerida (m³)	Reservação Atual (m³)	Saldo Reservação (m³)	Reservação Requerida (m³)	Reservação Atual (m³)	Saldo Reservação (m³)
1	432	560	128	263	245	-18
5	499	560	61	327	245	-82
10	502	560	58	339	245	-94
15	607	560	-47	419	245	-174
20	647	560	-87	441	245	-196
25	673	560	-113	454	245	-209
30	693	560	-133	462	245	-217
35	705	560	-145	463	245	-218

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 atingir os objetivos do Plano, foram propostas alternativas para suprir as carências e deficiências identificados na fase de Diagnóstico em relação aos serviços de esgotamento sanitário.

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 25. Em relação ao município de Engenheiro Paulo de Frontin, ressalta-se que possui população com número de habitantes menor do que a média populacional da área de estudo da CEDAE.

Tabela 25: Período estimado para atingir as metas de atendimento para os serviços de esgotamento sanitário

Municípios	Período para atingir a meta de atendimento para serviços de esgotamento sanitário	
	Meta maior que 70%	Meta menor que 70%
Rio de Janeiro	15 anos	
População maior que a média populacional da área de concessão da CEDAE	15anos	18 anos
População menor que média populacional da área de concessão da CEDAE	18 anos	20 anos

O índice de coleta de esgotos pelo sistema separador absoluto é nulo. Uma vez que o município se localiza na bacia do rio Guandu, principal manancial da RMRJ, propõe-se a universalização do sistema de esgotamento sanitário em apenas 5 anos de maneira a garantir a qualidade de água do manancial e que esse índice seja mantido até o fim de plano.

Na Tabela 26 estão apresentadas algumas das metas propostas para o período de planejamento.

Tabela 26: Metas de atendimento de coleta de esgotos para o município de Engenheiro Paulo de Frontin

Metas - Atendimento de Coleta de Esgotos (ano de planejamento)							
1	5	10	15	20	25	30	35
0,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%

Em relação ao tratamento do esgoto coletado, o planejamento das ações prevê uma rápida evolução do índice de tratamento nas áreas urbanas atendidas por sistema coletivo, para, em curto prazo, o índice igualar o atendimento de coleta.

Cabe salientar que as estações de tratamento de esgotos dos sistemas dinâmicos estão previstas para serem implantadas com plena capacidade de tratamento, ou seja, com dimensionamento para o horizonte final de planejamento, juntamente com toda a infraestrutura de estações elevatórias e linhas de recalque de esgotos.

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 27.

Tabela 27: 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 27, 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 28. Esse conjunto de indicadores foi dividido em cinco grupos: Ambientais, Saúde, Financeiros, Operacionais e de Satisfação.

Tabela 28: Indicadores dos serviços de esgotamento sanitário

Indicador	Como calcular	Periodicidade
Ambientais		
Índice de atendimento aos padrões de lançamento e do curso d'água receptor (%)	$(N^{\circ} \text{ de análises em conformidade com as resoluções} / N^{\circ} \text{ de análises realizadas}) \times 100$	Mensal
Saúde		
Índice de atendimento aos padrões de lançamento e do curso d'água receptor (%)	$(N^{\circ} \text{ de análises em conformidade com as resoluções} / N^{\circ} \text{ de análises realizadas}) \times 100$	Mensal
Financeiros		
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 ³)	$\text{Consumo total de energia elétrica no sistema de esgotamento sanitário} / \text{Volume de esgoto coletado}$	Mensal
Operacionais		
Índice de extravasamento de esgoto (Nº/km.ano)	$N^{\circ} \text{ de extravasamentos de esgoto registrados no ano} / \text{Extensão total da rede coletora por bairro ou regiões previamente definidas}$	Anual

Indicador	Como calcular	Periodicidade
Índice de capacidade de tratamento (%)	(Vazão tratada / Vazão máxima de projeto) x 100	Mensal
Satisfação		
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

5.3.3 Demanda pelos serviços

O SES do município de Engenheiro Paulo de Frontin é composto basicamente por uma rede coletora mista que atende parcialmente a população urbana. O sistema não possui Estação Elevatória de Esgoto (EEE) e Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), ocasionando o lançamento de seus esgotos *in natura* nos corpos d'água próximos aos locais em que são gerados.

Os sistemas a serem implementados foram analisados, visando determinar para todos os anos do período de planejamento a demanda por coleta e tratamento de esgoto.

5.3.3.1 Metodologia de Cálculo

Para estimar a demanda por coleta e tratamento de esgoto para o período de planejamento, foram utilizados os parâmetros e critérios descritos adiante.

Os parâmetros e critérios de cálculo no estudo de demanda foram definidos com base nas recomendações normativas NBR 12211 NB 587 da ABNT para estudos e projetos de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e, consequentemente, para os Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES), que estima as contribuições de esgoto sanitário a partir da adoção do coeficiente de retorno em relação ao consumo de água.

Para a determinação da vazão de contribuição de esgoto deve-se somar a parcela referente a vazão de infiltração na rede coletora de esgoto, que é função das extensões de rede coletora de esgoto existentes e a serem implantadas em cada uma das localidades, e de suas condições físicas de integridade.

As premissas e parâmetro considerados foram:

- Coeficiente de retorno água/esgoto: 0,80;
- Coeficiente de infiltração: 0,2 L/s.km.

A partir das projeções de consumo total de água, pôde-se calcular, utilizando a Equação 7, as contribuições de esgoto coletado, considerando para tanto o coeficiente de retorno e o índice de coleta de esgoto projetado para cada uma das localidades estudadas.

$$Q_e = (c \times I_c \times C) \times (1 + T_i)$$

Equação 7

Em que,

Q_e : Vazão média de esgoto (m³/dia)

c : Coeficiente de retorno (0,8)

I_c : Índice de coleta de esgoto (%)

C : Consumo de água (m³/dia)

T_i : Taxa de Infiltração (17,28 m³/dia.km)²

Para o cálculo das projeções de vazão de tratamento de esgoto será utilizada a Equação 8, que considera o índice de tratamento de esgoto de cada localidade.

$$Q_T = I_T \cdot Q_e$$

Equação 8

Em que,

Q_T : Vazão tratada de esgoto (m³/dia)

I_T : Índice de tratamento de esgoto (%)

Q_e : Vazão média de esgoto (m³/dia)

5.3.3.2 Resultados da demanda

A projeção de demanda do SES, na sede de Eng. Paulo de Frontin e no distrito de Sacra Família do Tinguá apresentaram déficit em relação ao tratamento de esgotos desde o início de plano (2020) até o fim de plano, conforme apresentado na Tabela 29 e Tabela 30.

Na Sede municipal (Tabela 29) observa-se déficit máximo de 15 L/s e no distrito da Sacra Família do Tinguá (Tabela 30) de 11 L/s.

Tabela 29: Demanda por tratamento de esgoto projetada para Sede de Eng. Paulo de Frontin

Ano	Sede				
	Contribuição Média Diária (L/s)	Vazão Infiltração (L/s)	Contribuição Total (L/s)	Vazão Tratada Atual (L/s)	Saldo Tratamento (L/s)
1	0	0	0	0	0

² Conversão da contribuição linear, 0,2 L/s.km, para m³/dia.

5	3	1	4	0	-4
10	5	1	6	0	-6
15	8	2	9	0	-9
20	13	2	16	0	-16
25	12	2	14	0	-14
30	12	2	14	0	-14
35	12	2	15	0	-15

Tabela 30: Demanda por tratamento de esgoto projetada para Distrito de Sacra Família do Tinguá

Ano	Sacra Família do Tinguá				
	Contribuição	Vazão	Contribuição	Vazão	Saldo
	Média Diária (L/s)	Infiltração (L/s)	Total (L/s)	Tratada Atual (L/s)	Tratamento (L/s)
1	0	0	0	0	0
5	2	0	2	0	-2
10	3	1	4	0	-4
15	5	1	7	0	-7
20	9	2	11	0	-11
25	8	2	9	0	-9
30	8	2	10	0	-10
35	8	2	10	0	-10

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 e esgotamento sanitário no município de Engenheiro Paulo de Frontin visam determinar meios para que os objetivos e metas do possam ser alcançados ao longo do horizonte de 35 anos.

As diretrizes gerais adotadas para a elaboração dos Programas, Projetos e Ações a serem implementadas em no município de Engenheiro Paulo de Frontin 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 31.

Tabela 31: 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 intervenções 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 melhoria

6.1.1.1 Sede - Engenheiro Paulo de Frontin

Na Figura 14 estão apresentadas as intervenções no sistema existente de produção e reservação e as obras previstas são:

- Instalação de conjunto motor bomba de 10 CV para a vazão de 30 L/s, AMT de 22,70 m.c.a. na EAB;
- Construção de RAP com capacidade de armazenamento de 250 m³;
- Reparar equipamentos e elementos metálicos na EAB;
- Reparar estrutura da ETA.

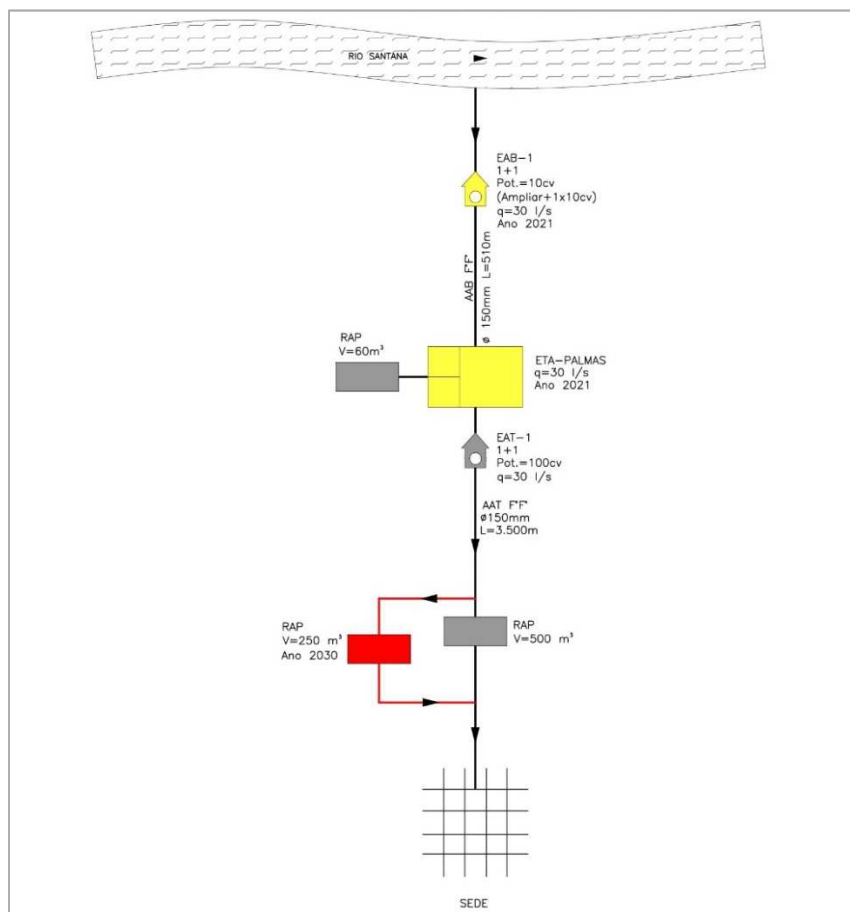


Figura 14: Diagrama simplificado do Sistema Sede - Engenheiro Paulo de Frontin

6.1.1.2 Distrito de Sacra Família do Tinguá

Na Figura 15 estão apresentadas as intervenções no sistema existente de produção e reservação e as obras previstas são:

- Instalar conjunto motor bomba de 15 CV para a vazão de 17,1 L/s, AMT de 40,00 m.c.a. na EAT;
- Construir captação de água em poço com capacidade de 10 L/s;
- Construir EAB com capacidade de 10 L/s no poço (a ser construído), acionada por conjunto motor bomba de 5 CV e AMT = 23,10 m.c.a.
- Construir nova ETA, do tipo compacta convencional, com capacidade de 10 L/s;
- Construir RAP com capacidade de armazenamento de 300 m³;
- Construir REL com capacidade de armazenamento de 50 m³;
- Reparar equipamentos e elementos metálicos na Estação Elevatória;
- Reparar estrutura da ETA.

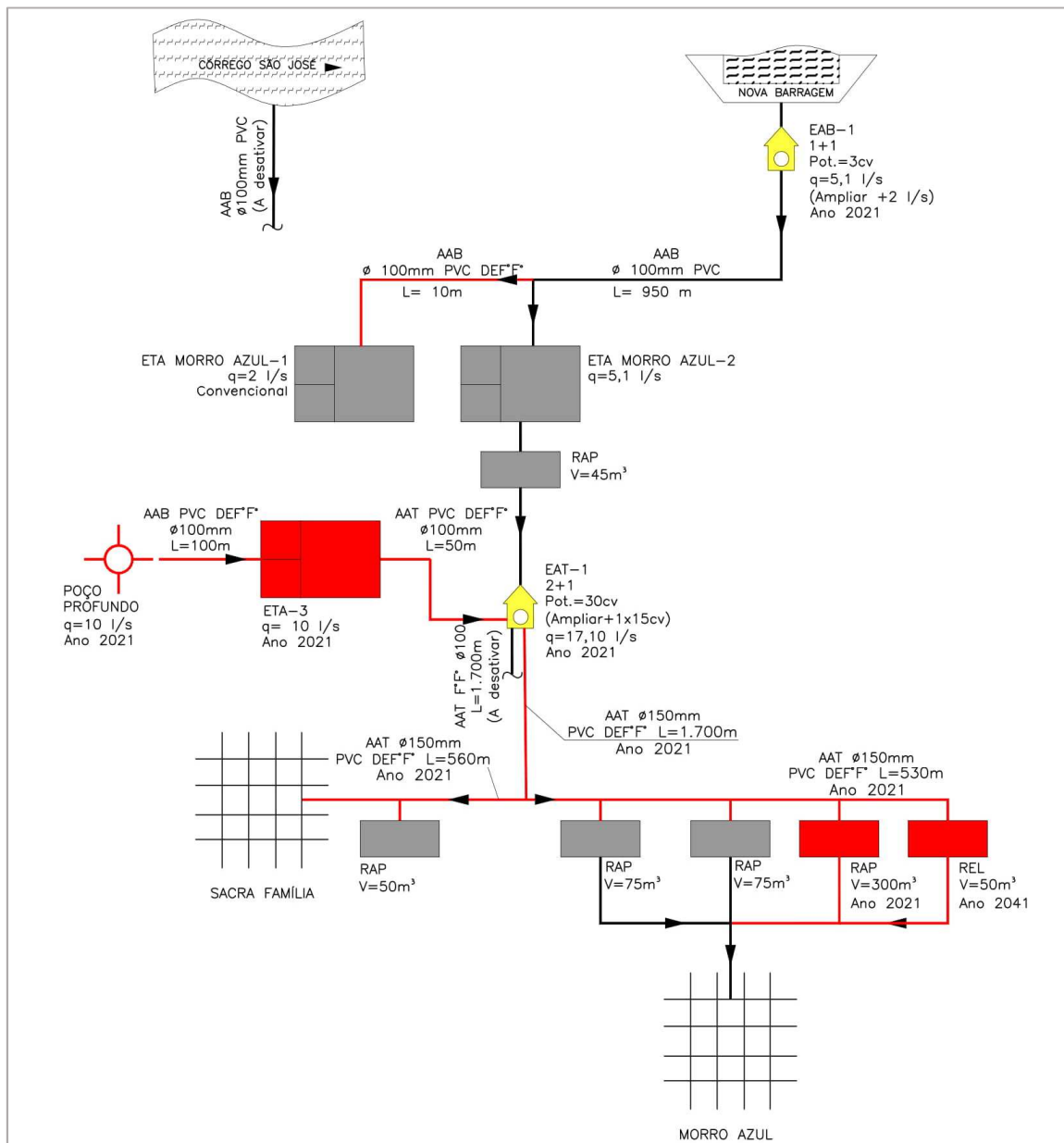


Figura 15: Diagrama simplificado do Sistema Sede - Engenheiro Paulo de Frontin

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 32.

Tabela 32: Obras Complementares para o SAA do município de Eng. Paulo de Frontin

Item	Sede	Sacra Família do Tinguá	Total
Instalação de Novos Hidrômetros (unid.)	15	10	25
Substituição periódica dos hidrômetros (unid.)	19.282	13.763	33.045
Substituição da rede existente (m)	1.320	855	2.175
Construção de rede incremental (m)	33.481	24.347	57.828
Execução de novas ligações prediais (unid.)	2.290	1.666	3.956

6.1.3 Consolidação das ações e prazos

Na Tabela 33 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 33: Consolidação das principais ações previstas para SAA do município de Engenheiro Paulo de Frontin

Prazo	Captação	EAB	Tratamento	EAT	Reservação
Sede					
Curto		Reformar e Ampliar 10 L/s	Reformar		RAP 250m ³
Distrito Sacra Família do Tinguá					
Curto	1x10L/s	EAB - reformar	ETA - 10 L/s ETA existente - reformar	EAT - 17 L/sx15cv	RAP 300m ³ REL 50m ³

6.2 Programa de Esgotamento Sanitário

A ampliação dos serviços de esgotamento sanitário se dará pela implantação de infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos para cada distrito do município. A descrição das obras é apresentada a seguir, por distrito, e são particularizadas nas seguintes intervenções:

- Obras de ampliação e melhoria do sistema existente;

- Obras complementares.

6.2.1 Obras de ampliação e melhoria

6.2.1.1 Sede - Engenheiro Paulo de Frontin

No sistema em questão não estão previstas obras de melhorias, considerando que todo o SES deve ser implantado, assim sendo, está prevista a construção da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) com processo a nível secundário e desinfecção, com capacidade de 19,0 L/s.

Também está prevista a construção de 7 (sete) Estações Elevatórias de Esgoto (EEB) conforme as características da Tabela 34.

Tabela 34: Características principais das estações elevatórias de esgoto bruto a serem implantadas no SES da Sede - Engenheiro Paulo de Frontin

Denominação	Equipamentos	Vazão Total (L/s)	Potência Operacional (CV)
EEB-1	3 + 1	30	24
EEB-2	1 + 1	3	4
EEB-3	1 + 1	3	3
EEB-4	2 + 1	16	10
EEB-5	1 + 1	3	3
EEB-6	1 + 1	3	3
EEB-7	1 + 1	3	3

Ademais, deverão ser implantadas linhas de recalque com as seguintes características:

- | | | |
|-------------|------------|--------|
| • DN 200 mm | PVC DEFoFo | 810 m; |
| • DN 100 mm | PVC PBA | 350 m; |
| • DN 100 mm | PVC PBA | 450 m; |
| • DN 150 mm | PVC DEFoFo | 550 m; |
| • DN 100 mm | PVC PBA | 950 m; |
| • DN 100 mm | PVC PBA | 800 m; |
| • DN 100 mm | PVC PBA | 900 m. |

6.2.1.2 Distrito Sacra Família do Tinguá

No sistema em questão não estão previstas obras de melhorias, considerando que todo o SES deve ser implantado, assim sendo, está prevista a construção de duas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) com processo a nível secundário e desinfecção, com capacidade de 10,0 L/s e 6 L/s.

Também está prevista a construção de 2 (duas) Estação Elevatória de Esgoto (EEB) conforme as características da Tabela 35.

Tabela 35: Características principais das estações elevatórias de esgoto bruto a serem implantadas no SES do Distrito Sacra Família do Tinguá

Denominação	Equipamentos	Vazão Total (L/s)	Potência Operacional (CV)
EEB-Sacra Família	1 + 1	7	10
EEB-Morro Azul	1 + 1	22	27

Ademais, deverão ser implantadas linhas de recalque com as seguintes características:

- DN 100 mm PVC PBA 1.050 m;
- DN 150 mm PVC DEFoFo 1.300 m.

6.2.2 Obras complementares

Em relação às obras complementares propostas para o SES, são consideradas a instalação de rede incremental para a coleta do esgotamento sanitário do município e a execução de novas ligações prediais, a fim de expandir o número de ligações de esgoto existentes.

a) Extensão da rede

Neste item é quantificada a rede incremental dos SES do município de Engenheiro Paulo de Frontin por diâmetro, variando de 150 mm a 300 mm. As extensões foram definidas por localidade, em função do arruamento existente. Na Tabela 36 estão apresentadas as extensões, totalizando em 39.472 m de rede coletora.

Tabela 36: Quantificação da extensão de rede coletora do SES do município de Engenheiro Paulo de Frontin

Localidade	Extensão de Rede Coletora (m)				
	150mm	200mm	250mm	300mm	Total
Sede	20.475	788	675	563	22.500
Sacra Família do Tinguá	15.445	594	509	424	16.972
Total	35.920	1.382	1.184	987	39.472

b) Execução de novas ligações prediais incrementais

Nesse item estão quantificadas as novas ligações a serem implementadas ao longo do período de planejamento, utilizando-se a taxa de 1,05 economias/ligação (fornecida pela CEDAE), totaliza 5.392 ligações, nos seguintes sistemas:

- Sede: 3.188 ligações
- Sacra Família do Tinguá: 2.204 ligações

6.2.3 Consolidação das ações e prazos

Na Tabela 37 está apresentada o resumo das principais obras de esgotamento sanitário nos distritos de Engenheiro Paulo de Frontin bem como o prazo de execução previsto para cada uma delas, conforme período de planejamento adotado:

Considerando as ações previstas para a ampliação do serviço de esgotamento sanitário, serão implementadas obras de caráter contínuo considerando o período de planejamento como expansão e substituição da rede coletora existente, fiscalização da existência de ligações cruzadas, novas ligações de esgoto, monitoramento de qualidade de efluente, dentre outras.

Tabela 37: Consolidação das principais ações previstas para SES do município de Engenheiro Paulo de Frontin

Prazo	Tratamento	EEB	REC
Sede			
Curto	ETE 19L/s	EEB-1	LR1 - 200mm - 810m
		EEB-2	LR2 - 100mm - 350m
		EEB-3	LR3 - 100mm - 450m
		EEB-4	LR4 - 150mm - 550m
		EEB-5	LR5 - 100mm - 950m
		EEB-6	LR6 - 100mm - 800m
		EEB-7	LR7 - 100mm - 900m
Distrito Sacra Família do Tinguá			
Curto	ETE Sacra Família - 6 L/s	EEB-1	LR1 - 100mm - 1050m
	ETE Morro Azul - 10 L/s	EEB-2	LR2 - 150mm - 1300m

6.3 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.

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico (2014), as ações relativas à institucionalização do saneamento básico tiveram como período de planejamento o ano de 2033, sendo que os objetivos e metas propostos foram divididos em 4 fases, compreendendo os prazos: imediato, curto, médio e longo (Tabela 38).

Tabela 38: Objetivos e metas institucionais propostos no PMSB de Engenheiro Paulo de Frontin para o período de 2014 a 2033

Objetivos e Metas	Prazo			
	Imediato 2014-2015	Curto 2016-2018	Médio 2019-2028	Longo 2029-2033
Objetivo 1 - Institucionalização da política municipal de saneamento básico				
Meta 1 - Modelar política de Saneamento Básico e competências				
Meta 2 - Implantar ou fazer convênio com Agência Reguladora				
Meta 3 - Implantar sistema e meios de planejamento do Saneamento Básico				
Objetivo 2 - Qualificação de recursos humanos para o setor de saneamento				
Meta 1 - Qualificação de recursos humanos para o setor de saneamento				
Meta 2 - Atores de mecanismos de controle social				
Objetivo 3 - Atendimento, informação ao usuário e implementação do sistema de informação				
Meta 1 - Desenvolvimento da Gestão do atendimento ao usuário e melhoria no sistema de informação				

Fonte: CEIVAP (2014)

Apesar do PMSB propor algumas ações em âmbito institucional, recomenda-se que na próxima revisão do plano sejam inseridas outras medidas e sugere-se, para tanto, ações, conforme apresentado na Tabela 39.

Tabela 39: Sugestões de ações no âmbito institucional para o município de Engenheiro Paulo de Frontin

Ações	Responsáveis
Curto Prazo	
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 nas áreas não atendidas pela CEDAE, caso existam	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 ¹	Prefeitura Municipal; CONCESSIONÁRIA
Estabelecimento de procedimentos padrão entre os órgãos envolvidos com a prestação municipal de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário	Prefeitura Municipal; CONCESSIONÁRIA
Divulgação de boletins informativos periódicos para a população sobre ações de saneamento executadas no município ¹	Grupo Técnico de Acompanhamento
Eventos periódicos sobre saneamento básico ¹	Grupo Técnico de Acompanhamento; Prefeitura; CONCESSIONÁRIA
Capacitação em saneamento de agentes da saúde e da Secretaria Municipal de Assistência Social ¹	Prefeitura Municipal; Grupo Técnico de Acompanhamento; CONCESSIONÁRIA
Médio Prazo	
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 ¹	Prefeitura Municipal; CONCESSIONÁRIA;
Acompanhamento das atividades do PMSB pelo Grupo Técnico de Acompanhamento de acordo com a ação 2 proposta ¹	Prefeitura Municipal; Câmara Municipal; CONCESSIONÁRIA; Grupo Técnico de Acompanhamento
Divulgação de boletins informativos periódicos para a população sobre ações de saneamento executadas no município ¹	Grupo Técnico de Acompanhamento
Eventos periódicos sobre saneamento básico ¹	Grupo Técnico de Acompanhamento; Prefeitura e CONCESSIONÁRIA

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

Nota: (1) - Ações Contínuas durante o período de 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 40 está apresentado o conteúdo básico exigido para um plano de contingências.

Tabela 40: Conteúdo básico de um plano de contingências

Temas	Conteúdo
Aspectos Gerais	1. Objetivos e abrangência do Plano de Contingências. 2. Data da última revisão. 3. Informação geral sobre os objetos a serem protegidos: • Designação do objeto; • Entidade gestora; • Elemento(s) de contato para o desenvolvimento e manutenção do Plano; e • Telefone, fax e endereço eletrônico do(s) elemento(s) de contato.
Planos de Emergência	1. Tipos de Ocorrência e Estados de severidade ou alerta. 2. Resposta inicial: • Acionamento do sistema de gestão de emergências; • Procedimentos para notificações internas e externas; • Procedimentos para avaliação preliminar da situação; • Procedimentos para estabelecimento de objetivos e prioridades de resposta aos incidentes; • Procedimentos para a implementação do plano de ação; e • Procedimentos para a mobilização de recursos. 3. Continuidade da resposta. 4. Ações de encerramento e acompanhamento.
Manuais de Procedimentos Operacionais	1. Informações sobre o objeto: • Mapas; • Esquemas de funcionamento; e • Descrição das instalações/layout. 2. Notificação: • Notificações internas; • Notificações à comunidade; e • Notificações a entidades oficiais. 3. Sistema de gestão da resposta: • Generalidades; • Planejamento; • Cadeia de comando; • Operações; • Instruções de segurança; • Plano de evacuação; • Logística; e • Finanças. 4. Documentação de incidentes. 5. Análise crítica, revisão do plano e alterações. 6. Análise de conformidade.
Estratégias de Comunicação	1. Procedimentos para informação de incidentes. 2. Síntese das informações para os usuários. 3. Sistema de comunicação entre operadoras, entidades e usuários. 4. Elaboração de periódicos mensais e anuais.

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 41.

Tabela 41: 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)

Contempla-se objetivos e metas referentes as emergências e contingências para os serviços de saneamento, programadas para os prazos imediato e médio, conforme pode ser observado na Tabela 42.

Tabela 42: Objetivos e metas de emergência e contingenciamento

Objetivos e metas - Emergência e contingenciamento	PRAZO			
	Imediato	Curto	Médio	Longo
	2014-2015	2016-2018	2019-2028	2029-2033
Meta 1 - Aquisição de equipamentos para atendimento emergencial				
Meta 2 - Preparação para acionamento de serviços emergenciais				
Meta 3 - Definição de regras operacionais de sistemas de saneamento em situações emergenciais				

Fonte: CEIVAP (2014)

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 Engenheiro Paulo de Frontin, contemplam-se alguns exemplos de ações de emergências e contingências referentes ao abastecimento de água, a saber:

- Em caso de ocorrência de falta de água generalizada:
 - Verificação e adequação de plano de ação às características da ocorrência;

- Comunicação à população / instituições / autoridades / Defesa Civil;
 - Reparo dos equipamentos;
 - Comunicação à autoridades e defesa social;
 - Evacuação do local e isolamento da área;
 - Comunicação à Operadora em exercício de energia elétrica;
 - Acionar gerador alternativo de energia;
 - Comunicação à Polícia Militar;
 - Comunicação à responsável pela prestação de serviço;
 - Reparo das instalações danificadas;
 - Controle da água disponível em reservatórios;
 - Deslocamento de grande frota de caminhões tanque;
 - Ação com a gestão de recursos hídricos para controle da demanda; e
 - Implementação de rodízio de abastecimento.
- Em caso de ocorrência de falta de água parcial ou localizada:
 - Comunicação à população / instituições / autoridades / defesa civil;
 - Deslocamento de frota de caminhões tanque;
 - Comunicação à Operadora em exercício de energia elétrica;
 - Acionar gerador alternativo de energia;
 - Reparo dos equipamentos danificados;
 - Transferência de água entre setores de abastecimento;
 - Controle da água disponível em reservatórios;
 - Implantação de rodízio;
 - Reparo das linhas danificadas;
 - Comunicação à Polícia;
 - Comunicação à responsável pela prestação de serviço; e
 - Reparo das instalações danificadas.
- Em caso de ocorrência de aumento de demanda temporária:
 - Registro estatístico do afluxo da população flutuante;
 - Registro dos consumos e da distribuição espacial do mesmo;
 - Alerta à população para o controle do consumo e reserva domiciliar de água;
 - Articulação dos diferentes órgãos envolvidos nos eventos;
 - Plano de manobras e atendimento às áreas de maior demanda;
 - Disponibilidade de frota de caminhões tanque;
 - Equipamento reserva e de contingências para falta de energia;
 - Sistematização dos custos e investimentos necessários para cobrir a demanda;

- Cálculo tarifário e quantificação das receitas e subsídios necessários; e
- Negociação com as partes interessadas para cobrança temporária dos serviços.
- Em caso de ocorrência de paralização da ETA:
 - Reparo das instalações;
 - Acionamento de pessoal treinado e capacitado;
 - Comunicação à Polícia Militar;
 - Comunicação ao responsável pela prestação de serviço;
 - Reparo das instalações danificadas;
 - Comunicação à operadora em exercício de energia elétrica;
 - Acionar gerador alternativo de energia;
 - Instalar equipamentos reserva; e
 - Executar reparo da área danificada com urgência.

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 e 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 Engenheiro Paulo de Frontin, contemplam-se alguns exemplos de ações de emergências e contingências referentes ao esgotamento sanitário, a saber:

- Em caso de ocorrência de extravasamento de esgoto nas unidades que compõem o sistema:
 - Acionar gerador alternativo de energia;
 - Instalar tanque de acumulação e amortecimento do esgoto extravasado;
 - Comunicar à responsável pela operadora do serviço de esgotos;
 - Comunicar à Polícia Militar;
 - Comunicar a concessionária de energia;
 - Comunicar aos órgãos de controle ambiental;
 - Instalar equipamentos reserva;
 - Comunicar o ato de vandalismo à Polícia Militar e a responsável pela prestação do serviço; e
 - Executar reparo das instalações danificadas com urgência.
- Em caso de rompimento de coletores, interceptores e emissários:
 - Comunicar à responsável pela operadora do serviço de esgotos;
 - Comunicar à Polícia Militar;
 - Executar reparo da área danificada com urgência;
 - Sinalizar e isolar a área;
 - Comunicar aos órgãos de controle ambiental; e
 - Comunicar as autoridades de trânsito.
- Em caso de retorno do esgoto nos imóveis:

- Comunicar à responsável pela operadora do serviço de esgotos;
 - Comunicar à Polícia Militar;
 - Isolar o trecho danificado do restante da rede;
 - Executar reparo das instalações danificadas;
 - Executar trabalho de limpeza e desobstrução;
 - Comunicar a Vigilância Sanitária; e
 - Ampliar a fiscalização e o monitoramento das redes de esgoto e de captação de águas pluviais.
- Em caso de vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas:
 - Comunicar à responsável pela operadora do serviço de esgotos;
 - Comunicar à Polícia Militar;
 - Comunicar a Vigilância Sanitária;
 - Promover o isolamento da área e contenção do resíduo;
 - Conter vazamento e promover a limpeza da área com caminhão limpa fossa, encaminhando o resíduo para a estação de tratamento de esgoto;
 - Executar reparo das instalações danificadas;
 - Exigir a substituição das fossas negras por fossas sépticas e sumidouros ou ligação do esgoto residencial à rede pública nas áreas onde existe esse sistema;
 - Implantar programa de orientação quanto a necessidade de adoção de fossas sépticas em substituição às fossas negras e fiscalizar se a substituição está acontecendo nos prazos exigidos; e
 - Ampliar o monitoramento e fiscalização destes equipamentos na área urbana e na zona rural, principalmente nas fossas localizadas próximas aos cursos hídricos e pontos de captação subterrânea de água para consumo humano.

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 apresentam estratégias que permitam o 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 CEDAE é a responsável pela gestão dos sistemas coletivos de abastecimento de água no município e a regulação desses serviços é de competência da AGENERSA. O esgotamento sanitário em todo o território municipal é de responsabilidade da Prefeitura de Engenheiro Paulo de Frontin e não foi identificado órgão fiscalizador.

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 43.

Tabela 43: 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: $\frac{Q_{m^3}}{ano} \times \frac{1}{10.000} t/ano$
- Lodo ativado com leito de secagem: 95 g/hab.dia;
- Lodo ativado com centrífuga: 127 g/hab.dia
- UASB + Filtro com leito de secagem: 27 g/hab.dia;
- UASB + Filtro com centrífuga: 40 g/hab.dia
- Lagoa: 20 g/hab.dia.

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

Nas Tabela 44 e Tabela 45 está apresentado, respectivamente os custos de Capex e Opex dos SAA e dos SES para a sede de Engenheiro Paulo de Frontin. Na Tabela 46 e

Tabela 47 estão as estimativas de investimentos totais durante todo o período de planejamento.

Tabela 44: Custos de Capex e Opex dos Sistemas de Abastecimento de Engenheiro Paulo de Frontin

Estruturas		Distritos		Total (Mil R\$)
		Sede	Sacra Família do Tinguá	
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	Captação / Poço (Mil R\$)	0	665	665
	Elevatória (Mil R\$)	203	58	261
	Adutora (Mil R\$)	0	361	361
	ETA (Mil R\$)	265	916	1.181
	Reservatório (Mil R\$)	815	1.305	2.120
	Rede (Mil R\$)	7.005	3.867	10.872
	Ligação (Mil R\$)	606	441	1.047
	Hidrometração (Mil R\$)	2.346	1.682	4.028
	Reinvestimento (Mil R\$)	1.910	1.080	2.990
	Telemetria e Projetos (Mil R\$)	437	424	861
	Ambiental (Mil R\$)	183	0	183
	Total CAPEX (Mil R\$)	13.770	10.800	24.570
	Materiais de Trat. (Mil R\$)	1.907	1.263	3.170
	Energia (Mil R\$)	11.383	4.979	16.362
	Pessoal (Mil R\$)	8.490	6.063	14.553
	Manutenção (Mil R\$)	2.816	2.011	4.827
	Outros Custos (Mil R\$)	5.560	3.970	9.530
	Total OPEX (Mil R\$)	30.156	18.286	48.442

Tabela 45: Custos de Capex e Opex dos Sistemas de Esgotamento Sanitário de Engenheiro Paulo de Frontin

Estruturas		Distritos		Total (Mil R\$)
		Sede	Sacra Família do Tinguá	
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Rede (Mil R\$)	9.293	6.116	15.409
	Ligação (Mil R\$)	9.307	5.513	14.820
	EEE (Mil R\$)	1.991	959	2.950
	LR (Mil R\$)	999	559	1.558
	ETE (Mil R\$)	5.829	9.741	15.570
	Reinvestimento (Mil R\$)	3.678	5.091	8.769
	Telemetria e Projetos (Mil R\$)	816	801	1.617
	Ambiental (Mil R\$)	145	59	204
	Totall (Mil R\$)	32.059	28.838	60.897
	Total CAPEX (Mil R\$)	1.848	1.350	3.198
	Materiais de Trat. (Mil R\$)	4.561	4.148	8.709
	Energia (Mil R\$)	7.409	5.301	12.710
	Pessoal (Mil R\$)	2.457	1.758	4.215
	Manutenção (Mil R\$)	4.852	3.472	8.324
	Outros Custos (Mil R\$)	21.126	16.030	37.156

Tabela 46: 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	Sacra Família do Tinguá	
5	5.626	5.580	11.206
10	1.497	1.049	2.546
15	1.951	905	2.856
20	1.360	837	2.197
25	1.214	1.202	2.416
30	1.100	650	1.750
35	1.021	576	1.597
Total	13.770	10.800	24.570

Nota: (1) Os valores totais são relativos ao somatório dos custos de todos os anos do período de planejamento (35 anos).

Tabela 47: Estimativas de custos para implantação e operação dos SES ao longo do período de planejamento

Ano	Custo por distrito (Mi R\$)		Custo total (Mi R\$)
	Sede	Sacra Família do Tinguá	
5	25.819	22.178	47.997
10	1.125	1.214	2.339
15	1.083	1.263	2.346
20	1.184	1.185	2.369
25	1.047	1.080	2.127
30	937	995	1.932
35	863	923	1.786
Total	32.059	28.838	60.897

Nota: (1) Os valores totais são relativos ao somatório dos custos de todos os anos do período de planejamento (35 anos).

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

AGENERSA. **Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://www.agenersa.rj.gov.br/> > Acessado em: agosto de 2019.

AGEVAP. Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo**. Fundação COPPETEC, 2006. Disponível em: < <http://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-010-R0.pdf> > Acessado em: agosto de 2019.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: SAG, 2011. Disponível em: < <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/outorga-e-fiscalizacao> > Acessado em: agosto de 2019.

Associação Pró-Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP (2014). Disponível em: < <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRechid/PlanodeRecursosHidricos/DoisRiosAgendaAzul/INEA0068929> > Acessado em: setembro de 2019.

ATLAS. Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água - Agência Nacional de Águas (ANA), 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: agosto 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 > Acessado em: agosto 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 > Acessado em: agosto 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 > Acessado em: agosto 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 > Acessado em: agosto de 2019.

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

CEIVAP. Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Engenheiro Paulo de Frontin (2014)**. Disponível em: < <https://pmsbmps.files.wordpress.com/2012/11/engenheiro-paulo-de-frontin-p8-versc3a3o-final1.pdf> > 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: agosto de 2019.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Cadastro elaborado pelo Projeto Rio de Janeiro da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais Cartografia Geológica Regional**. Brasília, 2000. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia%2C-Meio-Ambiente-e-Saude/Projeto-Rio-de-Janeiro-3498.html> > Acessado em: agosto de 2019.

ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN (Município). **Lei Orgânica do município de Engenheiro Paulo de Frontin**. Disponível em: < http://www.sepexrio.org.br/wp-content/uploads/2013/08/lei_organica_engenheiro_paulo_de_frontin.pdf >. 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: agosto 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: agosto 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: agosto 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: agosto de 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Painel Unidades de Conservação Brasileiras. Perfil Engenheiro Paulo de Frontin - RJ (2019). Disponível em: < <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMDNmZTA5Y2ItNmFkMy00Njk2LWI4YjYtZDJlNzFkOGM5NWQ4IiwidCI6IjJmY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTZyZNDY3NTJmMDNlNCIsImMiOiJF9> >. Acessado em: setembro de 2019.

PNUD. Atlas de Desenvolvimento Urbano do Programa das Nações Unidas. Perfil Engenheiro Paulo de Frontin - RJ - 2013. Disponível em: < http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_engenheirpaulodefrontin_rj >. 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 > Acessado em: agosto 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 Engenheiro Paulo de Frontin**. Tribunal de Contas do Rio de Janeiro - Secretaria-Geral de Planejamento (2007). <https://www.tce.rj.gov.br/documents/10180/1092022/Estudo%20Socioeconomico%2005%20engenheirpaulodefrontin.pdf> > 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 > Acessado em: agosto de 2019.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Série Histórica**. 2018. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>> Acessado em: agosto de 2019.