

ANEXO VI - CONTRATO

SOLUÇÃO DE REFERÊNCIA

PPP DE CARIACICA

SOLUÇÃO DE REFERÊNCIA: Município de Cariacica/ES

Revisão	Data	Responsável	Descrição
0	31/05/2016	LFL	Emissão Inicial
1	22/06/2016	LFL	Revisão Geral
2	31/10/2017	CESAN	Revisão Geral
3	28/05/2018	CESAN	Revisão Geral
4	16/08/2018	CESAN	Revisão Geral
5	29/08/2019	CESAN	Revisão Geral

Sumário

1.	Condicionantes da Solução	8
1.1.	Condicionantes Técnicas	8
1.2.	Condicionantes Ambientais	11
1.3.	Condicionantes Econômicas	12
2.	Diagnóstico do Esgotamento Sanitário	13
2.1.	Rede Coletora	15
2.1.1.	Cariacica	15
2.2.	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto (EEEB)	16
2.2.1.	Sistema Bandeirantes	16
2.2.2.	Sistema Flexal	18
2.2.3.	Sistema Mocambo	19
2.2.4.	Sistema Nova Rosa da Penha	19
2.2.5.	Sistema Padre Gabriel	19
2.2.6.	Sistema Vila Oásis	20
2.3.	Estações de Tratamento	20
2.3.1.	Cariacica	20
2.3.1.1.	Sistema Bandeirantes	20
2.3.1.2.	Sistema Cariacica Sede	22
2.3.1.3.	Sistema Flexal	23
2.3.1.4.	Sistema Mocambo	25
2.3.1.5.	Sistema Nova Rosa da Penha	25
2.3.1.6.	Sistema Padre Gabriel	27
2.3.1.7.	Sistema Vilas Oásis	28
2.4.	Corpos Receptores	29
3.	Definição dos Parâmetros do Sistema	31
3.1.	População de Projeto	31
3.1.1.	Resumo da População de Projeto (População Urbana Residente e Flutuante)	Erro!
	Indicador não definido.	
3.1.2.	População Coberta	Erro! Indicador não definido.
3.2.	Parâmetros de Definição da Vazão	43
3.2.1.	Período de Projeto	43
3.2.2.	Consumo “per capita”	43
3.2.3.	Coeficiente de Variação de Vazão	43
3.2.4.	Coeficiente de Retorno	43
3.2.5.	Coeficiente de Infiltração	44
3.3.	Plano de Escoamento	44
3.3.1.	População por Sistema	47
3.3.2.	Esquemas das Proposições Sistêmicas	47
4.	Definição da Solução de Referência	49
4.1.	Definição das Tecnologias e Processos de Tratamento	49

4.2.	Descrição dos Processos dos Tratamentos Propostos	49
4.2.1.	UASB + FBP	49
4.2.2.	Lodos Ativados + Aeração Prolongada + Valo de Oxidação	51
4.2.3.	Dimensionamento dos módulos das ETEs	52
4.3.	Emissários	56
4.3.1.	Bandeirantes	56
4.3.2.	Flexal	57
4.3.3.	Pedreiras	58
5.	Crítérios para Orçamentação da Solução de Referência	59
5.1.	Custos Unitários das Obras	59
5.2.	Definição da Área de Planejamento	60
5.3.	Projeção das Demandas Futuras	60
5.3.1.	Cobertura e adesão	61
5.3.1.1.	Sistemas de Coleta	61
5.3.1.2.	Estações de Tratamento – Premissas do Estudo	63
5.4.	Estimativa Orçamentária - ETE	64
6.	Resumo CAPEX	65
7.	Volumes Coletados e Tratados	67
8.	Despesas de Exploração	69
8.1.	Instalações de Esgoto Consideradas	69
8.2.	Custos Unitários	69
8.2.1.	Custos de Operação das Estações Elevatórias de Rede e Elevatórias de Reversão	70
8.2.2.	Custos de Energia Elétrica Utilizada Nas Estações de Tratamento de Esgoto	70
8.2.3.	Disposição Final de Lodo das ETEs	70
8.2.4.	Custo de Produtos Químicos	70
8.2.5.	Monitoramento	70
8.2.6.	Pessoal	70
8.2.7.	Materiais de Manutenção	76
8.2.8.	Serviços Gerais	76
8.3.	Resultados	76

Lista de Figuras

Figura 1: Sistemas de esgotamento sanitário de Cariacica	14
Figura 2: EEEB CC 01	16
Figura 3: EEEB Vale Esperança.....	16
Figura 4: EEEB Itaquari	17
Figura 5: EEEB Jardim América.....	17
Figura 6: EEEB Jardim Alah H-H	17
Figura 7: EEEB Jardim Alah II H-H.....	17
Figura 8: EEEB São Francisco	17
Figura 9: EEEB Sotelândia.....	17
Figura 10: EEEB Nova América.....	18
Figura 11: EEEB Campo Grande	18
Figura 12: EEEB Jardim Botânico	18
Figura 13: EEEB Jardim Botânico II	18
Figura 14: EEEB Campo	19
Figura 15: EEEB Porto Belo	19
Figura 16: Esquema da ETE Bandeirantes.....	21
Figura 17: Tratamento preliminar - gradeamento.....	22
Figura 18: Tratamento preliminar – grade fina.....	22
Figura 19: Tratamento preliminar: caixa de areia, desarenadores e rosca transportadora.....	22
Figura 20: Início do tratamento: tanque anóxico (entrada submersa)	22
Figura 21: Digestor	22
Figura 22: Adensador.....	22
Figura 23: Disposição Operacional da ETE Flexal	24
Figura 24: ETE Flexal	24
Figura 25: ETE Mocambo.....	25
Figura 26: Disposição Operacional da ETE Nova Rosa da Penha.....	26
Figura 27: Calha Parshall e tratamento preliminar – Nova Rosa da Penha.....	27
Figura 28: Lagoa – ETE Nova Rosa da Penha	27
Figura 29: ETE Padre Gabriel.....	27
Figura 30: UASB – Vila Oásis.....	28
Figura 31: Delimitação do bairro Nova América.....	31
Figura 32: Projeção de crescimento populacional Brasil e Espírito Santo IBGE (2010-2060) –	36
Figura 33: Situação futura do sistema de esgotamento sanitário do municípios de Cariacica	46
Figura 34: Proposição Sistemas.....	48
Figura 35: Representação esquemática de um filtro biológico percolador	50
Figura 36: Fluxograma do processo UASB + FBP	51
Figura 37: Localização da ETE Bandeirantes, do Córrego Campo Grande e do Rio Marinho.	57
Figura 38: Localização da ETE Flexal e dos possíveis corpos receptores	58
Figura 39: Localização proposta da ETE Pedreiras em relação à Baía de Vitória.....	59

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Habitantes x ano.....	34
Gráfico 2: Taxa de Crescimento x ano.....	35
Gráfico 3: Projeção população Espírito Santo IBGE (2010-2060)	36
Gráfico 4: Projeção população 2020 Cariacica 2020.....	38
Gráfico 5: Curva de tendência da projeção populacional de Cariacica (1960-2060)	39
Gráfico 6: Projeção população 2020 Viana	41
Gráfico 7: Curva de tendência da projeção populacional de Viana (1970-2060)	42
Gráfico 8: Evolução das redes de coleta a implementar (Km)	62
Gráfico 9: Evolução das ligações a implementar	63
Gráfico 10: Evolução dos coletores tronco, recalque e emissário a implementar (Km)	63

Lista de Tabelas

Tabela 1: Extensão de redes por sistema (2018)	15
Tabela 2: Informações das Elevatórias do Sistema Bandeirantes.....	16
Tabela 3: Informações das Elevatórias do Sistema Flexal	18
Tabela 4: Informações das Elevatórias do Sistema Nova Rosa da Penha.....	19
Tabela 5: Informações das Elevatórias do Sistema Padre Gabriel.....	19
Tabela 6: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Bandeirantes.....	20
Tabela 7: Corpos Receptores dos sistemas do Município de Cariacica.....	30
Tabela 8: Censos 1920-2010 e taxas de crescimento por período	34
Tabela 9: Censos e Contagem população residente em cariacica	37
Tabela 10: População Total e Taxa de crescimento Cariacica	39
Tabela 11: População urbana e taxa de crescimento Cariacica	40
Tabela 12: Censos, contagens e estimativas IBGE Viana.....	40
Tabela 13: População Total e Taxa de crescimento Viana	42
Tabela 14: População urbana e taxa de crescimento Viana bairros.....	43
Tabela 15: Projeção da população por sistema	47
Tabela 16: Projeção população de projeto e população por sistema.....	47
Tabela 17: Processo de tratamento por sistema – Cariacica/ES.....	49
Tabela 18: Dimensionamento dos módulos UASB - 100 L/s - Continua	53
Tabela 19: Dimensionamento dos módulos UASB - 100 L/s – Continuação.....	54
Tabela 20: Dimensionamento do pós tratamento - continua	55
Tabela 21: Dimensionamento do pós tratamento – continuação.....	56
Tabela 22: Custos unitários utilizados	59
Tabela 23: Quantitativos a serem implementados no sistema de coleta do município de Cariacica em 10 anos.	61
Tabela 24: Quantitativos a serem implementados no sistema de coleta do município de Cariacica (anos 11 à 30).....	62
Tabela 25: Quantitativos a serem implementados no sistema de coleta do município de Cariacica- Total	62
Tabela 26: Planilha orçamentária – ETEs resumo geral.....	64
Tabela 27: Resumo CAPEX ano 10	65
Tabela 28: Resumo CAPEX a partir do décimo ano.....	65
Tabela 29: Resumo Capex 30 anos	66
Tabela 30: Volume coletado e tratado nos sistemas propostos para cada ano da concessão (m ³ /ano).	68
Tabela 31: Sistemas de esgoto e tipos de tratamento adotados	69
Tabela 32: Custo com o Pessoal das Unidades de Tratamento - Bandeirantes.....	72
Tabela 33: Custo com o Pessoal das Unidades de Tratamento - Flexal.....	73
Tabela 34: Custo com o Pessoal das Unidades de Tratamento - Pedreira.....	73
Tabela 35: Custo com o Pessoal de manutenção e operação das unidades ETE's e Redes	74
Tabela 36: Custo com o Pessoal Administrativo	74
Tabela 37: Custo dos benefícios com o pessoal das unidades de trabalho	75

Tabela 38: Custo com o materiais de manutenção	76
Tabela 39: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa – Bandeirantes	77
Tabela 40: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa – Flexal	78
Tabela 41: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa – Pedreiras	78
Tabela 42: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa	79

1. Condicionantes da Solução

Inicialmente a solução de referência e o orçamento foram elaboradas pela Estruturadora Brasileira de Projetos – EBP e pela subcontratada Conen, cujos documentos foram entregues a CESAN em 2016. No ano seguinte, a CESAN desenvolveu novos estudos para contratação de um conjunto de obras para ampliação da cobertura do sistema de coleta de esgoto, no município de Cariacica, com financiamento do Banco Mundial. Diante desse novo cenário, a CESAN redesenhou a solução de referência inicialmente proposta, conforme detalhado neste documento. No que se refere aos sistemas de tratamento mantiveram-se as concepções inicialmente previstas.

Ressalta-se que a Solução Referencial de Engenharia não é vinculante. O anteprojeto e seu respectivo orçamento foram elaborados para subsidiarem a modelagem Econômica-Financeira, entretanto não devem ser considerados como solução única para o propósito da concessão de Parceria Pública Privada.

1.1. Condicionantes Técnicas

As condicionantes técnicas que nortearam a solução referencial de engenharia estão a seguir sintetizadas:

- A projeção populacional utilizada para definição das vazões de projetos e pré-dimensionamento das unidades é resultante de estudos que utilizou dados oficiais de censos do IBGE, além de estimativas do IBGE a partir de 2010, traçando-se a linha de tendência. Além disso, foram utilizadas como parâmetros de apoio análises das projeções previstas em projetos existentes, bem como análise das tendências das localidades. Desta maneira, puderam-se buscar particularidades locais que contribuem para o entendimento dos fatores que funcionam como freio e/ou aceleradores de seu dinamismo, sejam naturais ou legais, evolução das construções, etc.
- As soluções de tecnologia adotadas para o sistema de esgotamento sanitário do município de Cariacica teve como critério adoção de conceituados sistemas tecnológicos que já comprovaram a sua eficiência durante sua vida útil, seja em unidades da própria CESAN, seja em unidades instaladas em outras regiões do Brasil;

- A solução de referência para cada subsistema do município, para o período de planejamento, considerou os aspectos relativos à maior ou menor proximidade ou o isolamento entre os sistemas e o corpo receptor do efluente tratado, de forma a possibilitar a racionalização do aproveitamento das unidades existentes ou a implantar. Contemplou assim os seguintes aspectos:
 - Eficiência: a solução deve ser operacionalmente e economicamente aceitável;
 - Custo de operação: a solução deve levar em conta o custo de energia elétrica, entre outros que elevem o custo de operação.
 - Tecnologia adequada: a solução deve absorver uma tecnologia moderna para otimização do tratamento e recursos de manutenção e operação; e
 - Aspecto ambiental: a solução deve ser adequada sob o aspecto ambiental, levando em consideração os parâmetros exigidos para o lançamento do efluente final de acordo com as legislações e condicionantes ambientais. Além disso, serão consideradas medidas que promovam a sustentabilidade ambiental nas estruturas dos sistemas, principalmente das ETE's.
- Adoção de solução correta para disposição final dos resíduos sólidos gerados nos sistemas de esgotos sanitários, notadamente o lodo gerado nas ETE's, de acordo com a legislação vigente e condicionantes ambientais.

O resultado do trabalho envolveu levantar, entre outros, os quantitativos do Capex dos seguintes elementos:

- Rede de esgoto
- Elevatórias
- Estações de tratamento
- Recalque
- Emissário
- Ligações
- População coberta
- Volume de esgoto anual

A principal ferramenta para a elaboração do trabalho foi o software GIS da CESAN (Sistema de Informações Geográficas). É um sistema projetado para, armazenar, manipular, analisar, gerenciar e apresentar dados espaciais ou geográficos que permitem aos usuários criar consultas interativas, analisar informações espaciais, editar dados em mapas e apresentar os resultados dessas operações. As informações se encontram em camadas, nomeadas arquivos shape ou “.shp”. As camadas do banco de dados da CESAN podem ser copiadas, relacionados e editadas, motivo pelo qual a ferramenta foi adota.

O primeiro passo foi o posicionamento das estações de tratamento de esgoto no GIS, feito a partir do da concepção elaborada pelo Plano Diretor de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana da Grande Vitória, contratado através das empresas Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto LTDA e JNS Engenharia, Consultoria e Gerenciamento S/C LTDA (2009) e revisado pela Conem Engenharia na primeira versão do estudo da PPP. Essa concepção consiste basicamente em concentrar o tratamento de esgoto do município em três grandes estações, Flexal, Pedreiras e Bandeirantes.

Feito isso deu-se início ao lançamento das redes de esgoto. A camada eixo de rua foi utilizada como base para levantar o quantitativo de rede coletora, tendo em vista que essa camada é composta por linhas e contém uma linha por rua. Dessa forma foi possível uma estimativa com excelente precisão. Para delimitação das bacias de escoamento, representada por poligonais, foram utilizadas camadas cartográficas existentes, as curvas de níveis e pontos cotados, a fim de analisar o fluxo de escoamento e posicionar as elevatórias nos pontos baixos de convergência do esgoto. Fazendo a criação dessa camada o software permite relacionar e levantar informações das demais camadas contidas dentro dela, como extensão de redes e número de ligações.

Os recalque das elevatórias foram lançados pelo caminamento mais curto e de menor desnível geométrico objetivando direcionar o fluxo até as estações de tratamento correspondentes. Feita a construção dos elementos de esgoto, a próxima etapa foi o dimensionamento dos mesmos. Para isso foi utilizada uma planilha de cálculo auxiliar preenchida com os dados exportados do GIS.

A planilha foi estruturada com o nome de todas as sub-bacias e o nome do sistema a qual pertencia. O nome da bacia foi dado a partir do bairro na qual ela esta inserida, para facilitar a localização e visualização.

Para calcular a vazão por bacia, a fim de pré-dimensionar elevatórias, recalques e conseqüentemente verificar as vazões das estações de tratamento, fez-se o cálculo da população residente. Para isso foi feito o relacionamento das camadas de bacias com a camada de ligações e economias. Tendo o número de economias e a média de habitantes por residência (dado georreferenciado disponibilizado pelo IBGE) calcula-se a população residente por bacia e conseqüentemente a vazão de esgoto.

Com os dados foi possível realizar análises de densidade demográfica e identificar áreas mais ou menos consolidadas possibilitando planejar ações de atuação e investimentos.

A partir da população atual foi calculada sua projeção para 30 anos, calculada vazão e o volume de esgoto ano a ano. A partir daí os demais elementos do sistema podem ser calculados.

1.2. Condicionantes Ambientais

As condicionantes ambientais que nortearam a solução referencial de engenharia estão sintetizadas a seguir.

- Atendimento às metas progressivas para o enquadramento dos corpos receptores, preceito estabelecido tanto na Resolução CONAMA nº 357/05, como também na Instrução Normativa IEMA 11/07. Deve-se considerar que o enquadramento expressa as metas finais a serem alcançadas, devendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação e o controle dos progressos alcançados. Este controle implicará na necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e o controle das metas estabelecidas.
- Condições do corpo receptor: em atendimento à Resolução CONAMA nº 357/05, à Resolução CONAMA 430/11 e à Instrução Normativa IEMA 11/07 o corpo receptor dos efluentes das ETE´s deverá atender ou ser programado para atender (Metas Progressivas) aos parâmetros estipulados para a classe de enquadramento do recurso hídrico, principalmente DBO.
- Como regra geral, todas as unidades previstas na solução referencial de engenharia inserem-se em meio de médio a alto grau de intervenção antrópica, ou seja, referindo-se a uma zona

urbana consolidada. Desta forma, o grau de intervenção antrópica encontrado nessas áreas demonstra que qualquer interferência para implantação, ampliação ou melhoria proposta não deverá trazer alterações profundas às áreas cogitadas, pois a maioria delas se encontra em área já bastante alterada quanto às condições naturais.

1.3. Condicionantes Econômicas

As condicionantes econômicas que nortearam a solução referencial de engenharia estão sintetizadas a seguir.

- Os estudos para a otimização dos sistemas avaliaram as intervenções necessárias e os respectivos custos estimados envolvidos em curto, médio e longo prazo, de modo a explorar a capacidade das unidades existentes da maneira mais eficiente, adequar ou ampliar as unidades deficitárias e complementar o sistema com novas unidades necessárias para o atendimento frente ao crescimento populacional e à expansão das malhas urbanas;
- A solução de referência resultou de estudo comparativo econômico-financeiro entre as alternativas: foram considerados os custos de implantação e as despesas de exploração para cada unidade pré-dimensionada nas alternativas, tendo sempre como objetivo principal delinear as principais obras e respectivas unidades agregadas ao sistema estudado, sem maiores detalhamentos, apenas o necessário e suficiente para obter-se um orçamento estimativo adequado e compatível para análises comparativas. Assim, para este nível de detalhamento foram utilizadas curvas paramétricas de custos que permitiram retratar com um grau de confiabilidade necessário os custos de materiais, insumos e serviços praticados no mercado da construção civil e do saneamento básico.
- A soluções de tecnologia adotada para o sistema de tratamento sanitário teve como critério adoção de conceituados sistemas tecnológicos com eficiência comprovada e o custo operacional (energia elétrica), seja em unidades da própria CESAN, seja em unidades instaladas em outras regiões do Brasil;

2. Diagnóstico do Esgotamento Sanitário

O sistema de esgotamento sanitário de Cariacica possui uma cobertura de 45,4%, sendo o índice de atendimento de 34,6% da população total (Fonte: CESAN/P-CPE/SINCOP abril 2018). Esta diferença se deve ao fato de que nem todas as ligações estão conectadas à rede, apesar da existência desta.

O sistema de esgotamento atende 127.549 habitantes, totalizando 415 km de rede coletora e linhas de recalque, 31.139 ligações e 46.309 economias ativas. Atualmente encontra-se dividido em 6 (seis) sub-sistemas: Mocambo, Nova Rosa da Penha, Flexal, Vila Oásis, Bandeirantes e Padre Gabriel. O bairro Nova América, apesar de se encontrar no Município de Vila Velha, participa do Sistema Bandeirantes (associado diretamente ao Município de Cariacica) e o sistema implantado no bairro deverá ser operado pela Concessionária. Este bairro possui aproximadamente 240 ligações não interligadas ao SES, sendo destas, em torno de 140 sem rede disponível.

A representação destes sistemas pode ser visualizado a partir da Figura 1 a seguir, que indica a abrangência das bacias. Entretanto há necessidade de complementação das mesmas com redes coletoras e ligações.



Figura 1: Sistemas de esgotamento sanitário de Cariacica

2.1. Rede Coletora

2.1.1. Cariacica

De acordo com os dados cadastrais da CESAN, verifica-se no Município de Cariacica um total aproximado de 415 km de tubulações de redes coletoras e linhas de recalque, considerando nestes valores também as extensões dos coletores tronco e linhas de recalque.

A seguir apresenta-se escrutinado por sistema o quantitativo de rede. No bairro Nova América, foram identificadas 3,33 km de redes coletoras de esgoto..

Tabela 1: Extensão de redes por sistema (2018)

Sistema	Rede coletora (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Bandeirantes	319.570,49	10.925,10	330.495,59
Flexal	38.805,46	2.986,10	41.791,56
Mocambo	2.096,60	0	2.096,60
Nova Rosa da Penha	24.797,80	2.316,10	27.113,90
Padre Gabriel	12.140,60	571,9	12.712,50
Vila Oásis	837,7	0	837,7
TOTAL REDES			415.047,85

2.2. Estações Elevatórias de Esgoto Bruto (EEEB)

A seguir, apresenta-se a relação das elevatórias identificadas por sistema de esgotamento do município de Cariacica.

2.2.1. Sistema Bandeirantes

Em relação às elevatórias existentes no Sistema Bandeirantes, apresentam-se a seguir as informações associadas às mesmas. As informações estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Informações das Elevatórias do Sistema Bandeirantes

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos		
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Vazão (L/s)
EEEB CC 01 (Cordovil)	20° 21.949'	40° 22.264'	3	76	459,5
EEEB Vale Esperança	20° 20.822'	40° 21.934'	2	5	8
EEEB Sotelândia	20° 21.196'	40° 21.583'	2	18	40
EEEB Itaquari	20° 19.782'	40° 21.856'	2	7,5	18,3
EEEB Jardim América	20° 20.250'	40° 21.484'	2	60	138
EEEB Jardim Alah	20° 22.816'	40° 21.961'	2	34	31,1
EEEB Jardim Alah II	20° 22.547'	40° 22.300'	2	5	9
EEEB São Francisco	20° 19.730'	40° 21.532'	2	1	3
EEEB Nova América	20° 20.729'	40° 21.319'	2	3,26	9,3
EEEB Jardim Botânico I	20° 23.198'	40° 21.986'	2	3	9,3
EEEB Jardim Botânico II	20° 23.133'	40° 22.247'	1	10	36
EEEB Campo Grande (6 A)	20° 30.316'	40° 23.485'	2	25	15

A seguir, apresentam-se as fotos de algumas das elevatórias do referido sistema.



Figura 2: EEBB CC 01



Figura 3: EEBB Vale Esperança



Figura 4: EEBB Itaquari



Figura 5: EEBB Jardim América



Figura 6: EEBB Jardim Alah H-H



Figura 7: EEBB Jardim Alah II H-H



Figura 8: EEBB São Francisco



Figura 9: EEBB Sotelândia



Figura 10: EEEB Nova América



Figura 11: EEEB Campo Grande



Figura 12: EEEB Jardim Botânico



Figura 13: EEEB Jardim Botânico II

2.2.2. Sistema Flexal

Em relação às elevatórias existentes no Sistema Flexal, destaca-se a existência de 04 (quatro) elevatórias. As informações estão apresentadas a seguir.

Tabela 3: Informações das Elevatórias do Sistema Flexal

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos		
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Vazão (L/s)
EEEB Campo	20° 16.942'	40° 23.161'	3	5	12
EEEB Porto Belo	20° 16.924'	40° 23.916'	1	10	20
EEEB Flexal	20° 16.930'	40° 23.525'	3	10	20
EEEB Campo Verde	20° 17.349'	40° 24.070'	2	5	9,3



Figura 14: EEEB Campo



Figura 15: EEEB Porto Belo

2.2.3. Sistema Mocambo

O Sistema Mocambo não possui elevatória.

2.2.4. Sistema Nova Rosa da Penha

O sistema Nova Rosa da Penha possui 02 (duas) elevatórias em sua área de abrangência, as EEEBs Brejo e Borracharia. As informações referente às EEEBs estão explicitadas na tabela a seguir.

Tabela 4: Informações das Elevatórias do Sistema Nova Rosa da Penha

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos		
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Vazão (L/s)
EEEB Nova Rosa da Penha I (Brejo)	20°15.529'	40°22.992'	2	18	5,7
EEEB Nova Rosa da Penha II (Borracharia)	20° 15.951'	40° 23.210'	2	10	15

2.2.5. Sistema Padre Gabriel

Em relação ao Sistema Padre Gabriel existem 03 (três) estações elevatórias ao todo. As características das mesmas estão apresentadas na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5: Informações das Elevatórias do Sistema Padre Gabriel

Elevatórias	Coordenadas		Dados técnicos		
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Vazão (L/s)
EEEB Jardim dos Palmares	20° 22.523'	40° 23.581'	2	3	10
EEEB Padre Gabriel	20° 22.196'	40° 23.464'	2	5	7

2.2.6. Sistema Vila Oásis

No Sistema Vila Oásis existe uma estação elevatória, sendo esta localizada na área da ETE.

2.3. Estações de Tratamento

2.3.1. Cariacica

O Município de Cariacica conta atualmente com 7 (sete) ETEs, conforme descrito nos subitens a seguir, sendo que a ETE de Cariacica Sede, ainda não está em operação.

2.3.1.1. Sistema Bandeirantes

A Estação de Tratamento de Esgotos Bandeirantes é a principal do Município de Cariacica possuindo uma capacidade nominal de 250 L/s, operando com vazão média mensal de aproximadamente 101 l/s (ago/17 a jun/18). A ETE opera pelo processo de lodos ativados UNITANK.

Os bairros atendidos são Jardim de Alah I; Castelo Branco; Santa Catarina; Bandeirantes; Vila Izabel; Campo Belo; Parque Gramado; Santa Bárbara; Santo André; São Francisco; Vila Palestina; Cruzeiro do Sul; Morada de Santa Fé; Rosa da Penha; São Benedito; São Geraldo; São Geraldo II; Itapemirim; Maracanã; Vista Mar; Sotelândia; Bela Aurora; Boa Sorte; Vale Esperança; São Conrado; Vera Cruz; Campo Grande; Vasco Da Gama; Jardim América; Itaquari; Alto Laje; Rio Branco; Dom Bosco; Vila Capixaba; Vila Independência.

A seguir, apresenta-se um resumo das informações operacionais desta estrutura. Os dados de vazão e eficiência são referentes ao período de agosto/2017 a junho/2018.

Tabela 6: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Bandeirantes

ETE	Sistema de Tratamento	Capacidade nominal (L/s)	Vazão média (L/s)	Eficiência Média (%)
Bandeirantes	Lodos Ativados (UNITANK)	250	101	93

A seguir, é possível visualizar o esquema operacional da ETE Bandeirantes (Figura 16), bem como algumas fotos das unidades da ETE.



Figura 16: Esquema da ETE Bandeirantes



Figura 17: Tratamento preliminar - gradeamento



Figura 18: Tratamento preliminar – grade fina



Figura 19: Tratamento preliminar: caixa de areia, desarenadores e rosca transportadora



Figura 20: Início do tratamento: tanque anóxico (entrada submersa)



Figura 21: Digestor



Figura 22: Adensador

2.3.1.2. Sistema Cariacica Sede

A construção da estação de tratamento de esgotos de Cariacica Sede, pela Prefeitura, não foi finalizada, entretanto está a cargo da CESAN concluir as instalações a fim de deixar a ETE em condições de operação. A ETE Cariacica Sede é do tipo UASB+Biofiltro com capacidade de até 35 l/s. Esta ETE deverá ser operada pela parceira privada, imediatamente após a entrega pela CESAN, até que o esgoto desse sistema seja revertido para o sistema de esgotamento de Flexal; conforme previsto na solução de referência, ou outra solução dada pela concessionária privada.

A complementação e manutenção de todo o sistema de redes coletoras de Cariacica sede e adjacências deve ser feita pela Concessionária, que deve prever inclusive a recuperação de redes já implantadas devido à longa inatividade.

A concessionária irá assumir compromisso ambiental, caso exista, de metas progressivas de tratamento, como aumento de eficiência de tratamento ou tratamento complementar, para atendimento dos parâmetros exigidos de lançamento do efluente final, além do tratamento adequado dos resíduos.

Caso a concessionária opte por desativar o sistema e integrá-lo a outro, será de responsabilidade da mesma a desativação, reversão e demais ações necessárias, atendendo ao Plano de Desativação e demais questões previstas contratualmente. O plano de desativação deverá ser elaborado pela concessionária e aprovado pela CESAN e órgão ambiental. A remoção do UASB será de responsabilidade da Parceira Privada que deverá entregar a estrutura retirada, à CESAN, em local definido pela mesma na Região da Grande Vitória.

2.3.1.3. Sistema Flexal

A Estação de Tratamento de Esgotos Flexal possui capacidade nominal de 13 l/s, operando com vazão média mensal de aproximadamente 13l/s. A ETE opera pelo processo Australiano (gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão, lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa). A eficiência média de remoção de DBO é de 93%, calculada a partir da DBO filtrada do efluente. Os dados de vazão e eficiência são referentes ao período de agosto/2017 a junho/2018.

Os bairros atendidos são: Flexal II, Santa Luzia e Campo Verde. A seguir, pode se visualizar a disposição operacional da ETE Flexal (Figura 23).

A lagoa demanda de processo de retirada de lodo, e esse serviço deverá ser executado pela concessionária, assim como outras atividades que sejam necessárias.

Caso a concessionária opte por desativar o sistema e integrá-lo a outro, será de responsabilidade da mesma a desativação, reversão e demais ações necessárias, atendendo ao Plano de Desativação e demais questões previstas contratualmente. O plano de desativação deverá ser elaborado pela concessionária e aprovado pela CESAN e órgão ambiental.



Figura 23: Disposição Operacional da ETE Flexal



Figura 24: ETE Flexal

2.3.1.4. Sistema Mocambo

A ETE Mocambo possui capacidade nominal de tratamento de 1,2 L/s e atualmente opera com vazão média mensal de 0,7l/s. O tratamento do efluente é efetuado através de reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), tendo como eficiência média de remoção de DBO de 78%. Esta ETE atende apenas o bairro Antônio Ferreira Borges. Está prevista sua desativação após a implantação da elevatória de reversão a ser executada pela CESAN. Os dados de vazão e eficiência são referentes ao período de setembro/2017 a junho/2018.



Figura 25: ETE Mocambo.

2.3.1.5. Sistema Nova Rosa da Penha

A Estação de Tratamento de Esgotos Nova Rosa da Penha é responsável pelo atendimento parcial do bairro Nova Rosa da Penha. A ETE possui uma capacidade nominal de 48 L/s, operando com vazão média mensal de aproximadamente 7,5 L/s . A tecnologia de tratamento da ETE é Australiano (gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão, lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa). A eficiência média de remoção de DBO é de 97%, calculada a partir da DBO filtrada do efluente. Os dados de vazão e eficiência são referentes ao período de setembro/2017 a junho/2018. Vale ressaltar que a vazão afluente irá aumentar com a entrega das obras da CESAN.

Caso a concessionária opte por desativar o sistema e integra-lo a outro, será de responsabilidade da mesma a desativação, reversão e demais ações necessárias, atendendo ao Plano de Desativação e

demais questões previstas contratualmente. O plano de desativação deverá ser elaborado pela concessionária e aprovado pela CESAN e órgão ambiental.

A concessionária irá assumir compromisso ambiental, caso exista, de metas progressivas de tratamento, como aumento de eficiência de tratamento ou tratamento complementar, para atendimento dos parâmetros exigidos de lançamento do efluente final, além do tratamento adequado dos resíduos.

A seguir, pode-se visualizar a disposição operacional da ETE Nova Rosa da Penha (Figura 26), bem como algumas fotos das unidades do sistema.



Figura 26: Disposição Operacional da ETE Nova Rosa da Penha



Figura 27: Calha Parshall e tratamento preliminar – Nova Rosa da Penha



Figura 28: Lagoa – ETE Nova Rosa da Penha

2.3.1.6. Sistema Padre Gabriel

A ETE Padre Gabriel possui capacidade nominal de tratamento de 8,50 L/s e atualmente opera com vazão média mensal de 3,8 L/s. O tratamento do efluente é efetuado através de dois reatores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB). Esta ETE atende fundamentalmente os bairros Padre Gabriel e Jardim dos Palmares. A eficiência média de remoção de DBO é de 68%. Está prevista sua desativação após a implantação da elevatória de reversão a ser executada pela CESAN. Os dados de vazão e eficiência são referentes ao período de outubro/2017 a junho/2018.



Figura 29: ETE Padre Gabriel.

2.3.1.7. Sistema Vilas Oásis

A ETE Vilas Oásis possui capacidade nominal de tratamento de 0,70 L/s e atualmente opera com vazão média mensal de 0,4 L/s. A tecnologia para o tratamento do efluente é UASB + Biofiltro Aerado Submerso. Esta ETE atende apenas o bairro Vila Oásis. A eficiência média de remoção de DBO é de 95%. Os dados de vazão e eficiência são referentes ao período de agosto/2017 a junho/2018.

Caso a concessionária opte por desativar o sistema e integrá-lo a outro, será de responsabilidade da mesma a desativação, reversão e demais ações necessárias, atendendo ao Plano de Desativação e demais questões previstas contratualmente. O plano de desativação deverá ser elaborado pela concessionária e aprovado pela CESAN e órgão ambiental. A remoção do UASB será de responsabilidade da Parceira Privada que deverá entregar a estrutura retirada, à CESAN, em local definido pela mesma na Região da Grande Vitória.



Figura 30: UASB – Vila Oásis

2.3.1.8. Sistema Condominiais

Devido às características locais, não havendo viabilidade técnica para recebimento do esgotamento sanitário, os empreendedores são orientados à implantar um sistema de tratamento de esgoto próprio. Esses sistemas são avaliados e aprovados pela Cesan e posteriormente doados para

companhia, que ficaria responsável por sua manutenção e operação. Mediante o recebimento destes sistemas, a concessionária será a responsável pela manutenção, operação e reinvestimentos futuros. Caso a concessionária opte por desativar o sistema e integrá-lo a outro, será de responsabilidade da mesma a desativação, reversão e demais ações necessárias, atendendo ao Plano de Desativação e demais questões previstas contratualmente. O plano de desativação deverá ser elaborado pela concessionária e aprovado pela CESAN e órgão ambiental. A remoção da unidade, para sistemas pré-fabricados, será de responsabilidade da Parceira Privada que deverá entregar o módulo de tratamento retirado, à CESAN, em local definido pela mesma na Região da Grande Vitória.

2.4. Corpos Receptores

O corpo receptor deve ser entendido como todo o corpo hídrico que recebe o lançamento de efluentes. De acordo com a Resolução CONAMA nº 430, 05/2011, todos os efluentes gerados e oriundos de qualquer fonte poluidora só poderão ser efetivamente lançados nestes corpos hídricos após tratamento adequado.

“Art. 2º - A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos nesta Resolução, não podendo, todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Art. 3º - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica:

I - acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor; ou

II - exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.”
(BRASIL, 2011)

Desta maneira, torna-se importante a identificação dos corpos receptores associados aos sistemas até então discutidos. Para os sistemas de esgotamento sanitário do Município de Cariacica, tem-se os seguintes corpos receptores e a situação de suas outorgas de lançamento:

Tabela 7: Corpos Receptores dos sistemas do Município de Cariacica

Sistema	Corpo Receptor	Outorga	Licenciamento
Sistema Bandeirantes	Córrego Campo Grande	Certificado pela Portaria 31 de 01/07/2014	LO 046/2003 (vencida) Requerimento de renovação realizado em 17/08/2007 em análise pelo IEMA
Sistema Flexal	Rio Bubu	Certificado pela Portaria 246 de 09/08/2007	Licenciado - LARS 60/2016
Sistema Mocambo	Afluente Córrego Areinha	Lançamento no solo.	Licenciado - LARS 07/2018
Sistema Nova Rosa da Penha	Afluente Rio Vasco Coutinho	Requerimento realizado em 18/07/2016, processo 75078260.	Licenciado – LARS 04/2019
Sistema Padre Gabriel	Afluente do Córrego Campo Grande	Requerimento realizado em 06/05/2010, processo 49148095.	Licenciado - LARS 76/2016
Sistema Vila Oásis	Córrego Piranema	Processo 50964453 – Lançamento em Estuário	Licenciado – LAC 320/2017

3. Definição dos Parâmetros do Sistema

3.1. População de Projeto

A população de projeto foi obtida a partir de informações do IBGE, censo 2010, considerando população urbana residente e população urbana flutuante. Entretanto o município de Cariacica não possui população flutuante expressiva. Deve-se destacar que o bairro Nova América, localizado em Vila Velha/ES, foi considerado na população de projeto pois o mesmo destina seus efluentes para o Sistema Bandeirantes (Cariacica/ES). A Figura abaixo, apresenta a delimitação do bairro Nova América.



Figura 31: Delimitação do bairro Nova América.

Apesar do município de Viana não fazer parte do escopo, os sistemas de esgotamento sanitário das localidades inseridas na região denominada Viana bairros (Marcílio de Noronha, Primavera, Canaã, Universal, Vila Bethania, Arlindo Villaschi, Caxias do Sul, Nova Bethania, Areinha, Campo Verde, Morada de Bethania e Parque Industrial) serão revertidos para tratamento na ETE Bandeirantes, no município de Cariacica.

Ficará a cargo da CESAN desativar as estações de tratamento em Viana bairros, onde houver, complementar seus sistemas de coleta, e disponibilizar este esgoto em um único ponto na divisa dos municípios de Cariacica e Viana, nas proximidades do rio Formate, bem como a construção da elevatória e linha de recalque, em 2022. A partir deste ponto faz parte integrante do escopo desta PPP, operação e manutenção dessa elevatória e sua respectiva linha de recalque, bem como o tratamento de esgoto que será destinado a ETE Bandeirantes. Todos os custos provenientes da operação e manutenção desta elevatória serão de responsabilidade do Parceiro Privado, tais como: Impostos, Conservação Física, Multas Ambientais, Energia, entre outros.

3.2. Projeção Populacional

São vários os fatores que influenciam o crescimento populacional, incluindo aspectos sociais, econômicos, políticos, de infraestrutura, migratórios, além de natalidade e mortalidade. Em função da dificuldade de se prever o desenvolvimento de todas as variáveis desta dinâmica será utilizada uma curva matemática para representar a tendência de crescimento, conforme descrito por GOMES.

“A evolução da população de uma determinada área depende de vários fatores, que por sua vez depende de vários aspectos econômicos, sociais e políticos, o que torna a previsão mais ou menos complexa. De maneira geral os métodos empregados para estimativa do crescimento populacional de um determinado núcleo urbano são fundamentados em dados estatísticos anteriores à época da elaboração do projeto. Estabelece-se uma função ou modelo matemático que melhor se ajuste à variação da população ao longo

dos anos de registro de dados e estima-se a população futura para o horizonte de alcance do Plano.”(Gomes, 2009).

A população utilizada para cálculo das vazões de esgoto no municípios de Cariacica e Viana ao longo do período de concessão é resultante de projeção populacional com alcance de 30 anos.

Para o cálculo da estimativa de população ao longo do alcance do projeto será observada tendência de crescimento populacional de Cariacica e Viana, tanto de forma isolada, quanto inseridos na Região da Grande Vitória. Além disso será levada em consideração o comportamento do crescimento do estado do Espírito Santo e do Brasil, a partir do histórico de crescimento demográfico. Feito isso será possível traçar a curva de tendência de crescimento para os municípios.

A população da Região da Grande Vitória (RGV), formada pelos municípios de Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica e Viana, segundo Censo 2010, representa 44,5% da população do Espírito Santo. Cariacica representa 22,3% da população da RGV e 9,9% da população do Espírito Santo. Viana representa 4,15% da população da RGV e 1,85% do estado. É razoável considerar que Cariacica e Viana, assim como os demais municípios componentes da RGV, tem influência direta no ritmo de crescimento da população do estado e tendem a ter o mesmo comportamento com relação à taxa de crescimento, conforme será mostrado adiante. Os números a seguir, censos e contagens oficiais, ilustram o comportamento no último século apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Censos 1920-2010 e taxas de crescimento por período

Município	1920	1940	1950	1960	1970	1980	1991	1996	2000	2010
Cariacica	12.036	15.228	21.741	39.608	101.422	189.099	274.532	301.183	324.285	348.738
% Cresc.		1,18%	3,62%	6,18%	9,86%	6,43%	3,45%	1,87%	1,86%	0,73%
Serra	6.777	6.415	9.245	9.192	17.286	82.568	222.158	270.373	321.181	409.267
% Cresc.		-0,27%	3,72%	-0,06%	6,52%	16,93%	9,42%	4,01%	4,40%	2,45%
Viana	8.858	7.661	5.896	6.571	10.529	23.440	43.866	47.494	53.452	65.001
% Cresc.		-0,72%	-2,58%	1,09%	4,83%	8,33%	5,86%	1,60%	3,00%	1,98%
Vila Velha	6.098	17.054	23.127	55.589	123.742	203.401	265.586	297.430	345.965	414.586
% Cresc.		5,28%	3,09%	9,17%	8,33%	5,10%	2,45%	2,29%	3,85%	1,83%
Vitória	21.866	45.212	50.922	83.351	133.019	207.736	258.777	265.874	292.304	327.801
% Cresc.		3,70%	1,20%	5,05%	4,79%	4,56%	2,02%	0,54%	2,40%	1,15%
RGV	55.635	91.570	110.931	194.311	385.998	706.244	1.064.919	1.182.354	1.337.187	1.565.393
% Cresc.		2,52%	1,94%	5,77%	7,10%	6,23%	3,80%	2,11%	3,12%	1,59%
BRASIL	30.624.811	41.236.315	51.944.398	70.324.103	93.134.846	119.011.052	146.825.475	157.070.163	169.799.170	190.747.731
% Cresc.		1,50%	2,34%	3,08%	2,85%	2,48%	1,93%	1,36%	1,97%	1,17%

Fonte: www.ipeadata.gov.br

É possível observar que a taxa de crescimento demográfica reduziu na última década nos municípios da RGV, acompanhando o ocorrido na taxa reGIStrada no Espírito Santo e no Brasil.

Cariacica teve a menor taxa de crescimento entre os municípios, isso ocorreu, entre os principais motivos, pela migração, devido ao grande volume de empreendimentos habitacionais nos municípios vizinhos, principalmente na Serra, que reGIStrou a maior taxa de crescimento. No Gráfico 1 a seguir é possível observar o crescimento populacional de cada município da RGV.

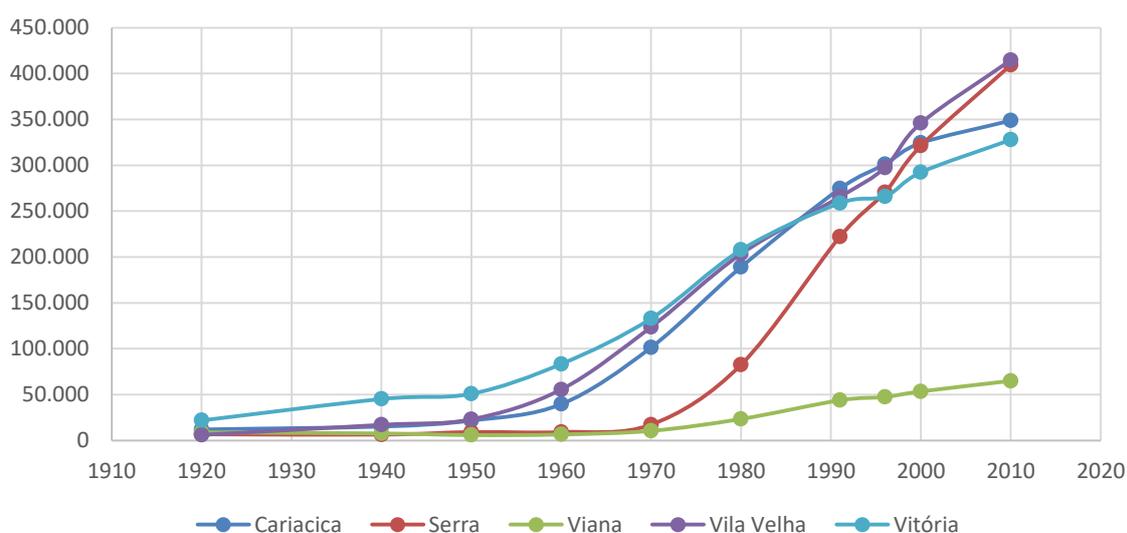


Gráfico 1: Habitantes x ano

Todos os municípios seguiram a mesma tendência de redução de taxa de crescimento, alguns com a curva mais acentuada outros menos. No Gráfico 2 a seguir é possível observar que as inclinações das curvas da taxa de crescimento são paralelas, indicando que as taxas de crescimento na RGV e no estado do Espírito Santo seguem de forma proporcional.

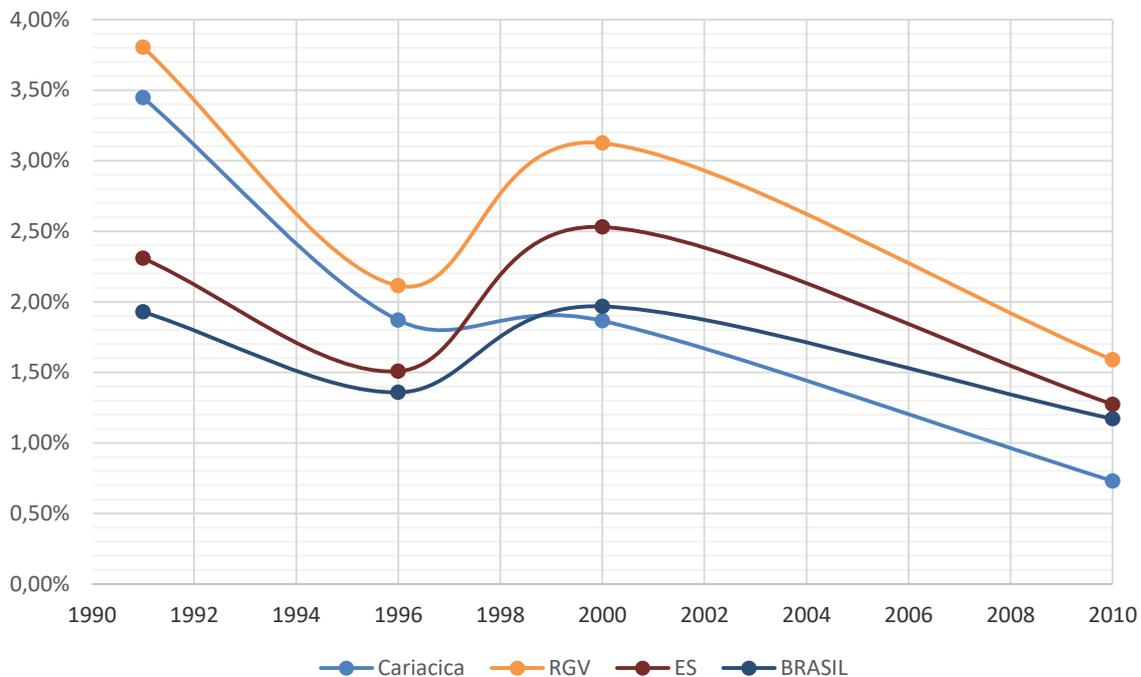


Gráfico 2: Taxa de Crescimento x ano

Esse indicador será balizador para construção da projeção das populações de Cariacica e Viana, onde a proporção de decréscimo de taxa de crescimento irá acompanhar a curva do IBGE para o estado do Espírito Santo. Segundo o IBGE, conforme mostrado na Figura 32 a seguir, a população do Brasil se estabilizará entre os anos de 2040 à 2050 e a taxa de crescimento tenderá a ser negativa no final desse período, com ligeiro decréscimo da população. Essa tendência, segundo IBGE, ocorre um pouco depois no estado do Espírito Santo, onde isso está previsto de acontecer na década seguinte, entre 2050 e 2060, com decréscimo da população no final do período.

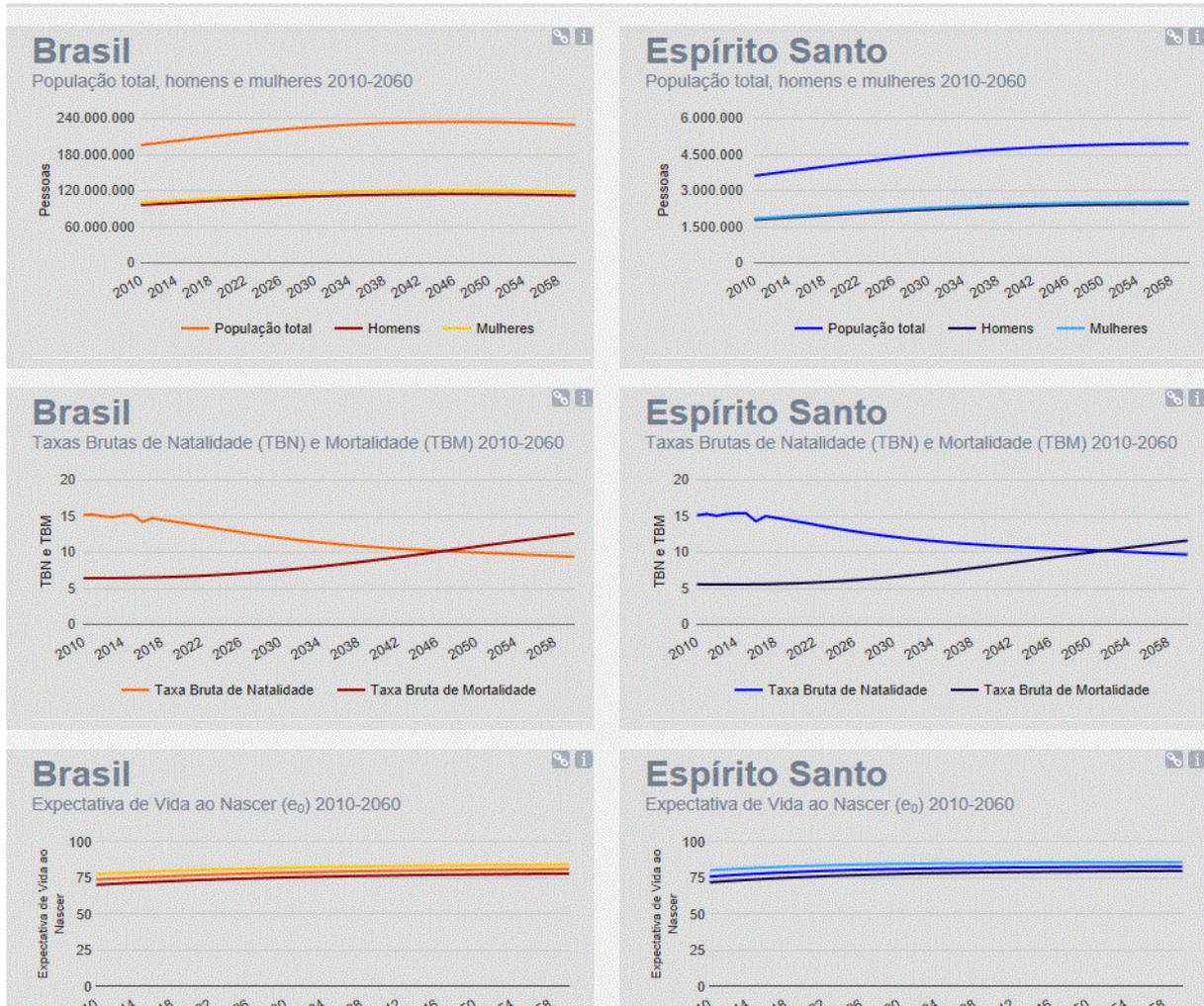


Figura 32: Projeção de crescimento populacional Brasil e Espírito Santo IBGE (2010-2060) –

Fonte: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>

O Gráfico 3 a seguir, extraído a partir dos dados da fonte acima e representado por um polinômio de segundo grau, ilustram a curva de tendência de crescimento do ES.

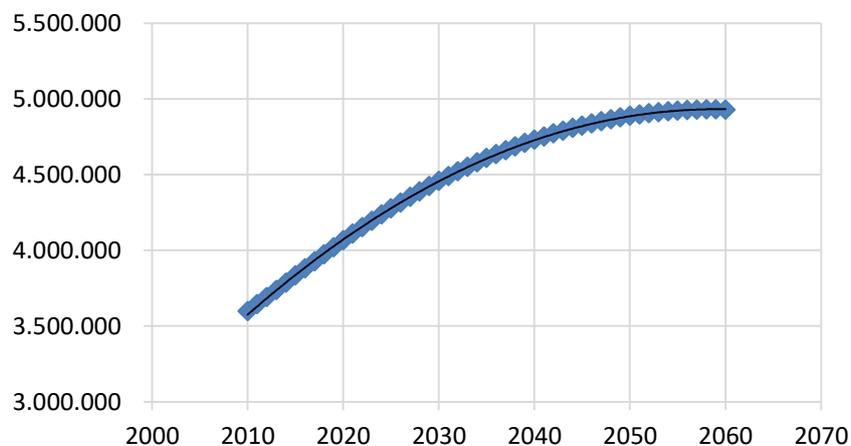


Gráfico 3: Projeção população Espírito Santo IBGE (2010-2060)

Esse gráfico será utilizado como ferramenta de ajuste para as curvas de tendência de crescimento dos municípios de Cariacica e Viana. Vale ressaltar que para o dimensionamento das unidades a concessionária deverá atualizar a projeção populacional a partir dos dados do Censo IBGE 2020.

3.2.1. Projeção Cariacica

Para construção da curva de tendência foi analisado o histórico de crescimento, levantado a partir dos censos e contagens oficiais disponibilizados no site do IBGE, de 1920 até 2010, e também estimativas feita pela própria instituição conforme Tabela 9 a seguir.

Tabela 9: Censos e Contagem população residente em cariacica

CENSOS, CONTAGEM E ESTIMATIVAS IBGE			
MÉTODO	ANO	POPULAÇÃO CARIACICA	TAXA CRESCIMENTO NO PERÍODO
CENSO	1920	12 036	
CENSO	1940	15 228	1,18%
CENSO	1950	21 741	3,62%
CENSO	1960	39 608	6,18%
CENSO	1970	101 422	9,86%
CENSO	1980	189 099	6,43%
CENSO	1991	274 352	3,44%
CONTAGEM	1996	301 183	1,88%
CENSO	2000	324 285	1,86%
CENSO	2010	348 738	0,73%
ESTIMATIVA	2011	350 615	0,54%
ESTIMATIVA	2012	352 431	0,52%
ESTIMATIVA	2013	375 974	6,68%
ESTIMATIVA	2014	378 915	0,78%
ESTIMATIVA	2015	381 802	0,76%
ESTIMATIVA	2016	384 621	0,74%
ESTIMATIVA	2017	387 368	0,71%
ESTIMATIVA	2018	378 603	-2,26%
ESTIMATIVA	2019	381285	0,71%

A fim de estimar a população de 2020 foi feita uma projeção a partir dos Censos de 1960 à 2010 e feita comparação com as estimativas do IBGE para essa década. A projeção foi feita a partir de uma polinômio de segundo grau, equação que melhor se ajustou a curva, e gerou um resultado de 388.693 habitantes e uma taxa de crescimento de 1,09 % ao ano no período de 2010 à 2020, muito

próximo à estimada pelo IBGE até 2019, que foi a média de de 1,00% ao ano. Observa-se a representação no Gráfico 4 a seguir.

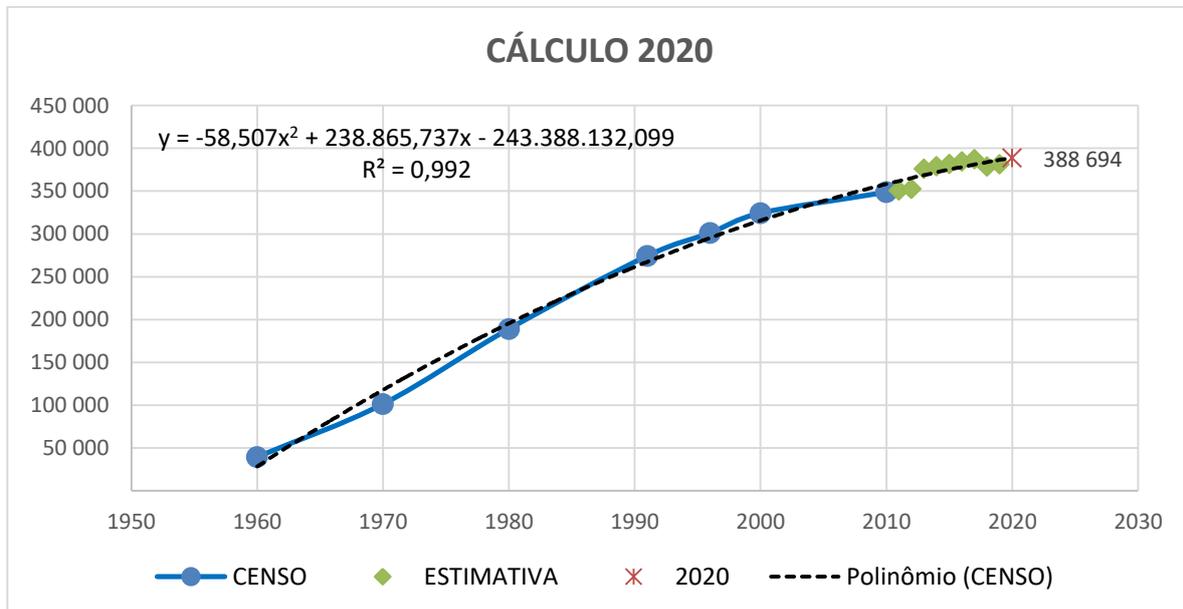


Gráfico 4: Projeção população 2020 Cariacica 2020.

A partir desse número é aplicado o percentual de decréscimo da taxa a fim de compatibilizar a curva de Cariacica à curva de tendência do Espírito Santo construída pelo IBGE. Entretanto, para ajustar-se à projeção feita pela área de planejamento da CESAN, foi utilizado cenário um pouco mais pessimista, chegando a uma população de 377.718 habitantes no ano de 2020. Isso representa um crescimento de 0,80% ao ano. O Gráfico 5 a seguir representa o resultado dessa operação.

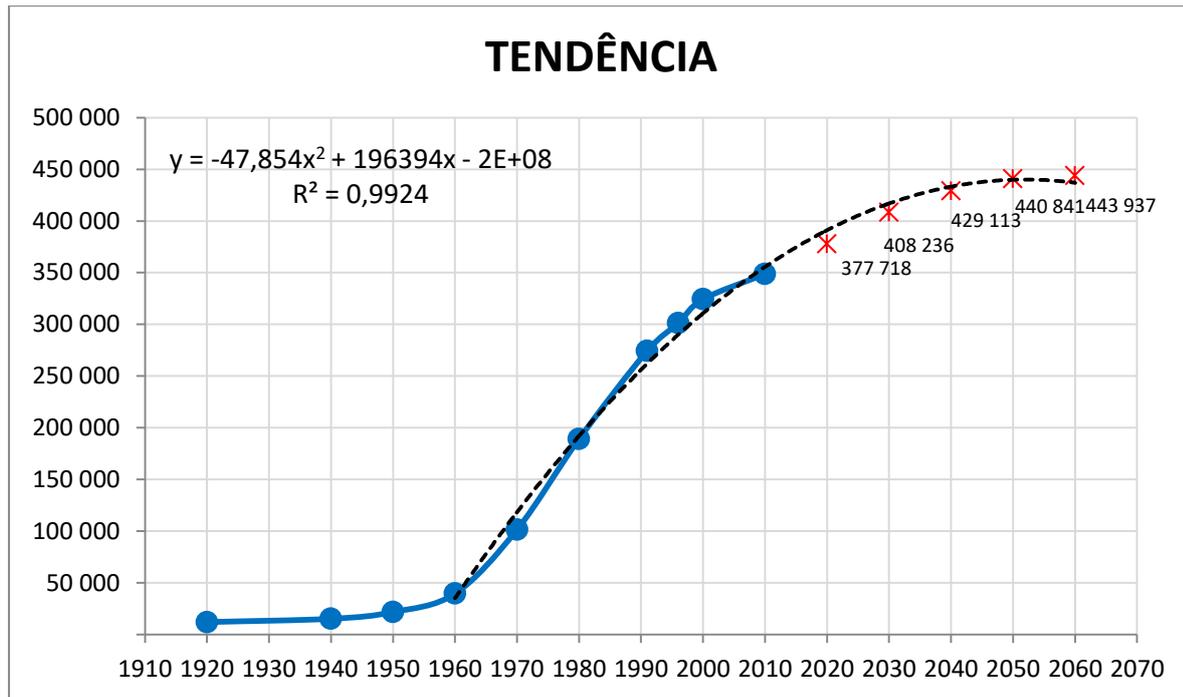


Gráfico 5: Curva de tendência da projeção populacional de Cariacica (1960-2060)

O gráfico mostra que o coeficiente de determinação R^2 é bem próximo de 1, o que significa que o modelo está adequado ao histórico estudado, além de acompanhar a curva de projeção do IBGE para o estado do Espírito Santo dos anos 2010 à 2060.

Portanto as taxas de crescimento a serem usadas para o alcance de projeto (2020 à 2050) de Cariacica serão as seguintes:

Tabela 10: População Total e Taxa de crescimento Cariacica

Ano	População Total	Taxa/ano
2011-2020	377 718	0,80%
2021-2030	408 236	0,78%
2031-2040	429 113	0,50%
2041-2050	440 841	0,27%
2051-2060	443 937	0,07%

Segundo o censo 2010 do IBGE a taxa de urbanização do município de Cariacica é de 96,8%. Para determinar a população urbana foi considerada essa proporção ao longo do período de concessão, mostrado na Tabela 11 a seguir.

Tabela 11: População urbana e taxa de crescimento Cariacica

Ano	População Total	Taxa/ano
2011-2020	365 701	0,80%
2021-2030	395 248	0,78%
2031-2040	415 461	0,50%
2041-2050	426 816	0,27%
2051-2060	429 813	0,07%

3.2.2. Projeção Viana

Para construção da curva de tendência foi analisado o histórico de crescimento, levantado a partir dos censos e contagens oficiais disponibilizados no site do IBGE, de 1920 até 2010, e também estimativas feita pela própria instituição conforme Tabela 12 a seguir.

Tabela 12: Censos, contagens e estimativas IBGE Viana

MÉTODO	ANO	POPULAÇÃO CARIACICA	TAXA CRESCIMENTO NO PERÍODO
CENSO	1920	8858	
CENSO	1940	7661	-0,72%
CENSO	1950	5896	-2,58%
CENSO	1960	6571	1,09%
CENSO	1970	10529	4,83%
CENSO	1980	23440	8,33%
CENSO	1991	43866	5,86%
CONTAGEM	1996	47494	1,60%
CENSO	2000	53452	3,00%
CENSO	2010	65001	1,98%
ESTIMATIVA	2011	65887	1,36%
ESTIMATIVA	2012	66745	1,30%
ESTIMATIVA	2013	72115	8,05%
ESTIMATIVA	2014	73318	1,67%
ESTIMATIVA	2015	74499	1,61%
ESTIMATIVA	2016	75652	1,55%
ESTIMATIVA	2017	76776	1,49%
ESTIMATIVA	2018	76954	0,23%
ESTIMATIVA	2019	78239	1,67%

A fim de estimar a população de 2020 foi feita uma projeção a partir dos Censos de 1970 à 2010 e feita comparação com as estimativas do IBGE para essa década. A projeção foi feita a partir de um

polinômio de segundo grau, equação que melhor se ajustou a curva, e gerou um resultado de 75.666 habitantes e uma taxa de crescimento de 1,53 % ao ano no período de 2010 à 2020, conforme observado no Gráfico 6 a seguir.

CÁLCULO 2020

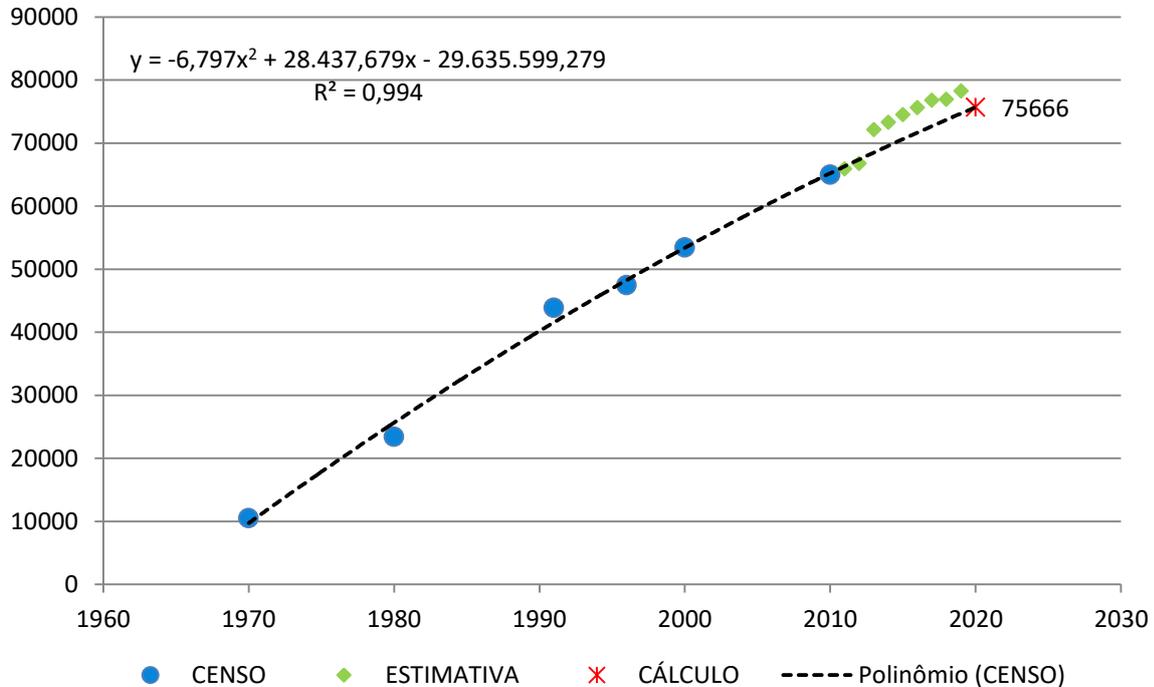


Gráfico 6: Projeção população 2020 Viana

A partir desse número é aplicado o percentual de decréscimo da taxa a fim de compatibilizar a curva de Viana à curva de tendência do Espírito Santo construída pelo IBGE. O Gráfico 7 a seguir representa o resultado dessa operação.

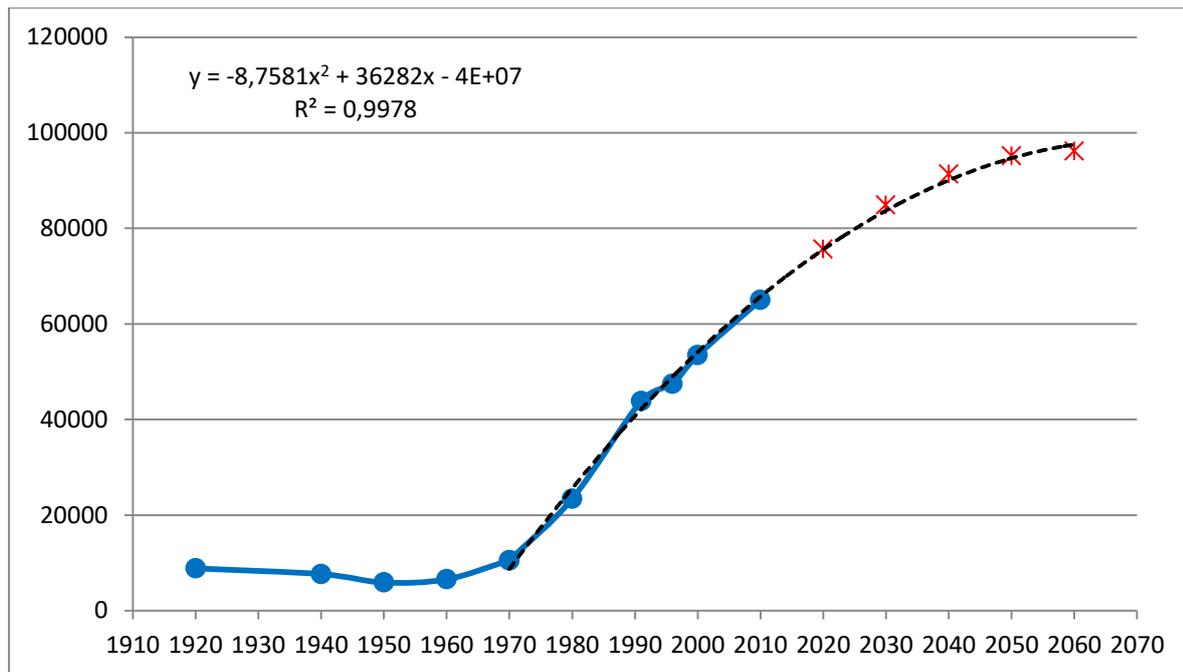


Gráfico 7: Curva de tendência da projeção populacional de Viana (1970-2060)

O gráfico mostra que o coeficiente de determinação R^2 é bem próximo de 1, o que significa que o modelo está adequado ao histórico estudado, além de acompanhar a curva de projeção do IBGE para o estado do Espírito Santo dos anos 2010 à 2060.

Portanto as taxas de crescimento a serem usadas para o alcance de projeto (2020 à 2050) de Viana serão as seguintes:

Tabela 13: População Total e Taxa de crescimento Viana

Ano	População Total	Taxa/ano
2011-2020	75666	1,53%
2021-2030	84846	1,15%
2031-2040	91356	0,74%
2041-2050	95123	0,40%
2051-2060	96140	0,11%

Para determinar a população urbana da região de Viana bairros foi consultado o banco de dados da Cesan sobre ligações de água e dados e projeções do IBGE. A população urbana calculada para essa região é de 57589. Aplicando a taxa de crescimento encontrada para Viana chega-se aos dados apresentados na Tabela 14 a seguir.

Tabela 14: População urbana e taxa de crescimento Viana bairros

Ano	População Total	Taxa
2011-2020	57589	1,53%
2021-2030	64565	1,15%
2031-2040	69505	0,74%
2041-2050	72336	0,40%
2051-2060	73136	0,11%

3.3. Parâmetros de Definição da Vazão

3.3.1. Período de Projeto

O período de projeto considerado foi de 30 anos.

3.3.2. Consumo “per capita”

Para o dimensionamento das instalações na solução de referência, CAPEX, adotou-se coeficiente de consumo “per capita” de água de 155 L/hab.dia.

Para o cálculo do OPEX, que está diretamente ligado à receita gerada pelo volume real de esgoto, adotou-se coeficiente de consumo “per capita” de água de 140 L/hab.dia para Cariacica e 120 L/hab.dia para Viana Bairros.

3.3.3. Coeficiente de Variação de Vazão

Como coeficientes de variação de vazão foram utilizados:

- Coeficiente de vazão máxima diária $K1 = 1,2$.
- Coeficiente de vazão máxima horária $K2 = 1,5$.

Esses valores são aqueles recomendados pela NBR ABNT 9.649 - Projetos de Redes Coletoras de Esgotos Sanitários.

3.3.4. Coeficiente de Retorno

Foi utilizado o valor de 0,80 para o coeficiente de retorno. Este valor é recomendado pela NBR ABNT 9.649 - Projetos de Redes Coletoras de Esgotos Sanitários.

3.3.5. Coeficiente de Infiltração

O coeficiente de infiltração adotado para o município de Cariacica e Viana foi de 14%, que corresponde aproximadamente à 0,1 l/s.km.

A NBR 9.649 recomenda a utilização de 0,05 a 1,0 l/s.km como taxa de infiltração para as redes coletoras de esgoto.

3.4. Plano de Escoamento

Com base no cadastro técnico, onde constam os sistemas em operação e os em implantação, a metodologia utilizada no Plano de Escoamento visou quantificar o sistema de coleta a implantar na área urbana, incluindo elevatórias. Sobre este cadastro foram levantados os comprimentos das vias desprovidas desta infraestrutura onde deverão ser implantadas as redes.

Avaliando as cotas da superfície do terreno foi adotado o sentido de escoamento destas redes e os pontos de localização de elevatórias, coincidentes com os pontos de cotas mais baixos de uma determinada bacia. Os recalques buscaram o caminhamento mais favorável até o ponto de descarga.

Foram denominadas estações elevatórias de expansão, as elevatórias implantadas em novas redes coletoras, para o incremento da cobertura do sistema de coleta ou atendimento pelo crescimento vegetativo. As elevatórias de reversão foram definidas como sendo as elevatórias com vazão superior a 140 l/s.

O atual sistema de esgotamento de Cariacica possui 7 (sete) estações de tratamento, sendo que Cariacica Sede ainda não está em operação, e pela solução proposta, serão mantidas as ETEs Bandeirantes e Flexal. Além disso deverá ser implantada uma nova estação de tratamento denominada ETE Pedreiras, com capacidade de tratamento para uma vazão de 250 l/s.

Atualmente a capacidade de tratamento da ETE Bandeirantes é de 250 l/s e ainda assim, deverá ser construída uma ETE ao lado da existente para um acréscimo de vazão nominal de 250 l/s. Já a ETE Flexal deverá ser remodelada para tratar uma vazão total de 200 l/s.

Caso seja adotada a solução de referência proposta com três sistemas de tratamento de esgoto (Flexal, Bandeirantes e Pedreiras) as providências em relação à desapropriação, se necessária,

elaboração de projetos e solicitação de licença prévia e de instalação, deverão ser adotadas com antecedência necessária, de forma a permitir o início das obras de ampliação da ETE Pedreiras, até o término do segundo ano de contrato.

A ETE Flexal deverá ter sua capacidade de tratamento ampliada proporcionalmente ao crescimento da demanda de forma a atender as metas previstas no anexo “Metas e Indicadores de Desempenho”.

Estas 3 (três) estações irão compor o Sistema de Esgotamento Sanitário de Cariacica: Bandeirantes, Flexal e Pedreiras. Os outros sistemas anteriormente apresentados deverão ter seus efluentes revertidos para serem tratados nestas estações apresentadas.

Já no município de Viana, os sistemas existentes e a serem construídos pela CESAN nos bairros Marcílio de Noronha, Primavera, Canaã, Universal, Vila Bethania, Arlindo Villaschi, Caxias do Sul, Nova Bethania, Areinha, Campo Verde, Morada de Bethania e Parque Industrial, serão revertidos para tratamento de seus esgotos na ETE Bandeirantes. A previsão de início da reversão do sistema de Viana será em 2022, sendo que as obras no município de Viana são de responsabilidade da CESAN, que disponibilizará o esgoto na EEBB de recalque localizada na área da ETE Vila Bethânia. A EEBB de recalque terá vazão estimada média de 56,3 l/s (2022) e vazão média de final de plano de 109,4l/s (2048). Após a entrega das obras de reversão, será de responsabilidade da concessionária a operação e manutenção da elevatória e recalque de reversão (EEEB Vila Bethania).

As ETE's serão dotadas com tecnologias de tratamento que propiciem o atendimento às diretrizes ambientais e metas estabelecidas em contrato, a serem expandidas em áreas atualmente ocupadas pelas ETE's, com exceção da ETE Pedreiras que faz-se necessária a desapropriação da área para a sua construção.

Assim, a ETE Bandeirantes deverá ser mantida e ampliada, para receber, além dos esgotos gerados no próprio sistema, os gerados em Viana bairros (Sistemas Canaã, Soteco, Parque do Flamengo, Universal, Macílio de Noronha e Vila Bethânia) e no sistema Padre Gabriel, em Cariacica. A ETE Flexal será remodelada, recebendo os esgotos do seu próprio sistema, dos sistemas Nova Rosa da Penha, de Cariacica Sede e de Mocambo. Já a ETE Pedreiras, receberá os esgotos gerados em seu próprio sistema, além do pequeno sistema independente Vila Oásis.

A resultante final do sistema proposto pode ser visualizada a partir da Figura 33.

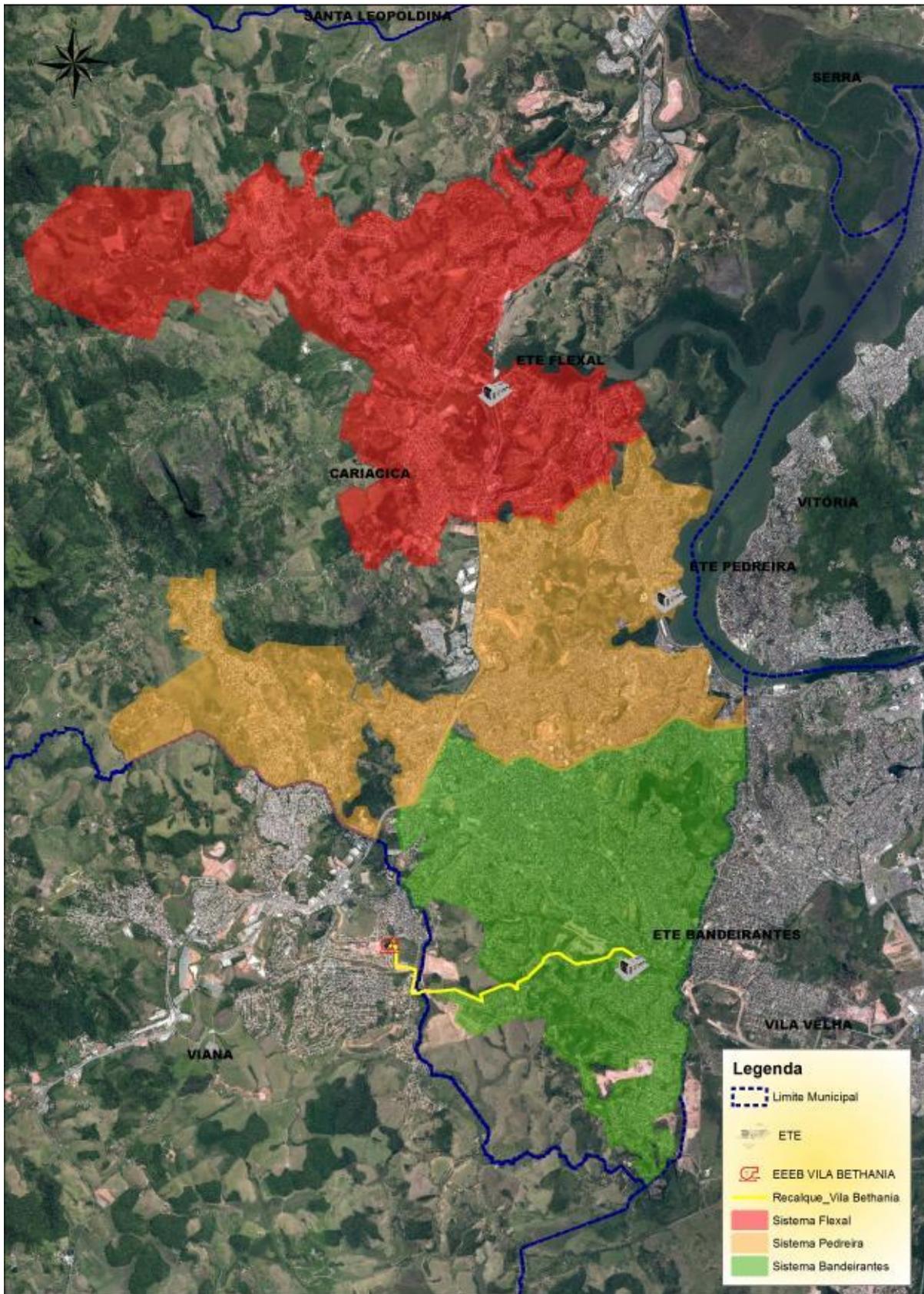


Figura 33: Situação futura do sistema de esgotamento sanitário do municípios de Cariacica

3.4.1. População por Sistema

Com o intuito de permitir a avaliação das estruturas a serem implementadas, apresenta-se a seguir a projeção populacional por sistema adotado como solução.

Tabela 15: Projeção da população por sistema

	Bandeirantes	Flexal	Pedreira
Ano	População coberta água	População coberta água	População coberta água
2020	176.136	73.482	114.632
2030	190.366	79.419	123.893
2040	200.103	83.480	130.229
2049	205.019	85.531	133.428

Tabela 16: Projeção população de projeto e população por sistema

Viana Bairros	
Ano	População coberta água
2020	57.153
2030	64.075
2040	68.978
2049	71.501

3.4.2. Esquemas das Proposições Sistêmicas

A partir do exposto, a seguir apresentam-se os esquemas desenvolvidos e apresentados para cada um dos Sistemas de Esgotamento Sanitários previstos, de maneira a possibilitar o entendimento da distribuição dos equipamentos a serem implementados, não significando que seja a solução a ser adotada pela concessionária privada. A solução poderá ser visualizada nos arquivos .shp em anexo do edital.

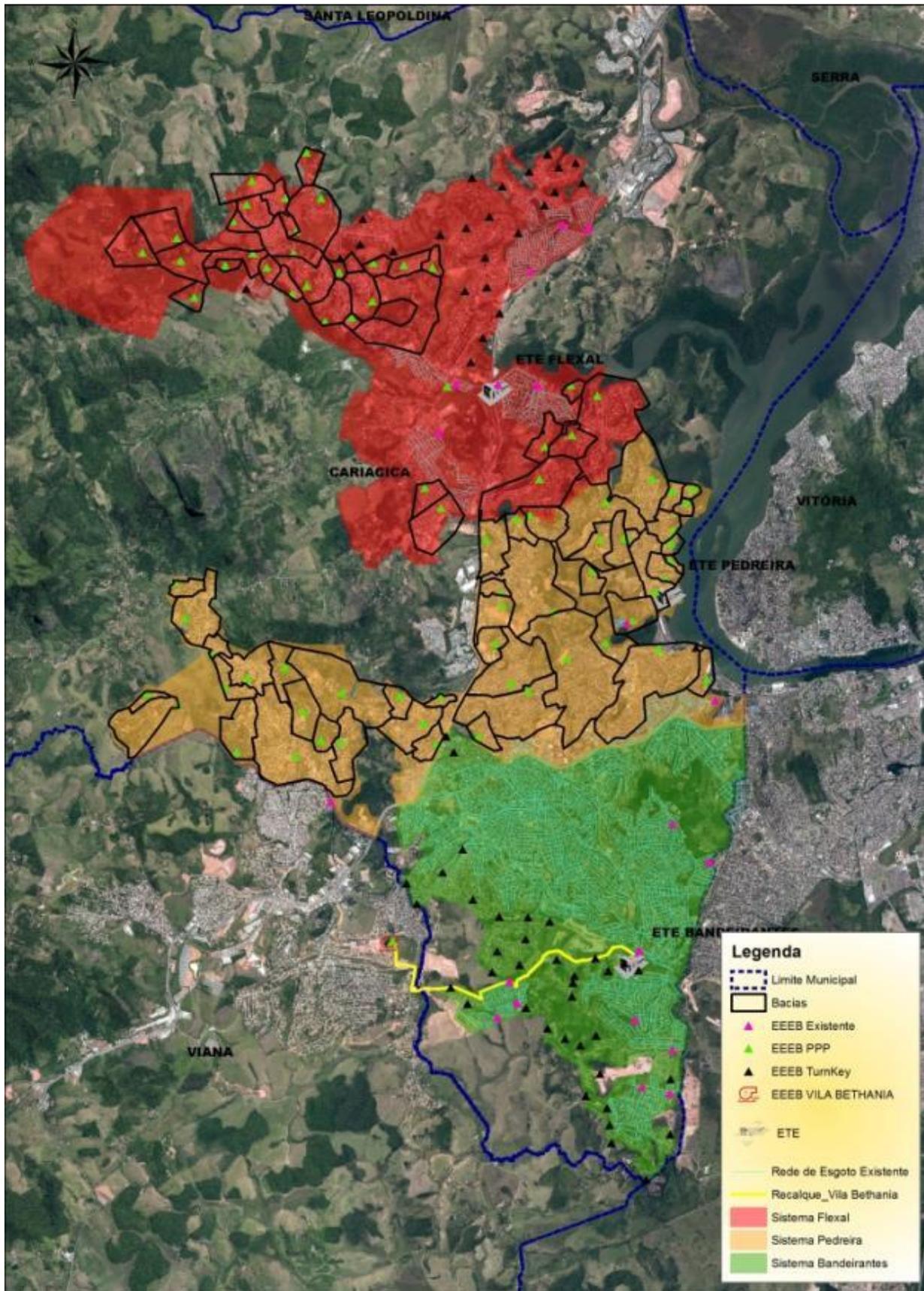


Figura 34: Proposição Sistemas

4. Definição da Solução de Referência

4.1. Definição das Tecnologias e Processos de Tratamento

A definição da tecnologia de tratamento de cada sistema de esgotamento sanitário proposta está apresentada no quadro a seguir, assim como outros dados de interesse referentes à tecnologia de tratamento proposta para ser adotada, mantida ou ampliada.

Tabela 17: Processo de tratamento por sistema – Cariacica/ES

Sistema	Subsistema	Tratamento	
		Tecnologia Atual	Tecnologia Proposta
Bandeirantes	Bandeirantes	Lodos Ativados + DS + UV	Manutenção da ETE existente. Construção de uma nova ETE ao lado com a tecnologia de UASB + FBP + (desinfecção)
	Padre Gabriel	UASB (Desativação pela CESAN)	Reversão para a ETE Bandeirantes – a cargo da CESAN
Flexal	Mocambo	UASB (Desativação pela CESAN)	Reversão para a ETE Flexal – a cargo da CESAN
	Nova Rosa da Penha	Australiano (Desativar)	Reversão para a ETE Flexal
	Cariacica Sede	UASB + Biofiltro (Desativar)	Reversão para a ETE Flexal
	Flexal	Australiano (Desativar)	UASB + FBP + (desinfecção)
Pedreiras	Vila Oásis	UASB + Biofiltro (Desativar)	Reversão para a ETE Pedreiras
	Pedreiras	Não existe	UASB + FBP + (desinfecção)

Legenda	FBP -	Filtro Biológico Percolador
	BFAS -	Biofiltro Aerado Submerso
	DS -	Decantador Secundário
	UV -	Ultravioleta
	RALF-	Reator Anaeróbico de Leito Fluidizado – RALF
	UASB -	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente

4.2. Descrição dos Processos dos Tratamentos Propostos

4.2.1. UASB + FBP

Um filtro biológico consiste, basicamente, de um tanque preenchido com material de alta permeabilidade, tal como pedras, ripas ou material plástico, sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jatos. Após a aplicação, os esgotos percolam em direção aos drenos de fundo. Esta percolação permite o crescimento bacteriano na superfície da pedra ou do material de enchimento, na forma de uma película fixa denominada biofilme. O esgoto passa sobre o biofilme, promovendo o contato entre os microrganismos e o material orgânico.

Os filtros biológicos são sistemas aeróbios, pois o ar circula nos espaços vazios entre as pedras, fornecendo o oxigênio para a respiração dos microrganismos. A ventilação é usualmente natural. A aplicação dos esgotos sobre o meio é frequentemente feita através de distribuidores rotativos, movidos pela própria carga hidrostática dos esgotos. O líquido escoar rapidamente pelo meio suporte. No entanto, a matéria orgânica é adsorvida pelo biofilme, ficando retida um tempo suficiente para a sua estabilização (Figura 35).

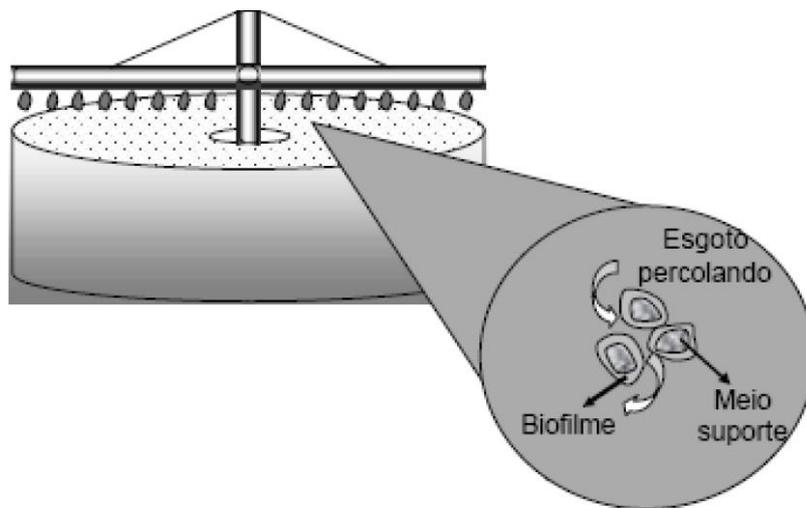


Figura 35: Representação esquemática de um filtro biológico percolador

Os filtros são normalmente circulares, podendo ter vários metros de diâmetro. Contrariamente ao que indica o nome, a função primária do filtro não é a de filtrar, uma vez que o diâmetro das pedras utilizadas é da ordem de alguns centímetros, ou seja, permitindo um grande espaço de vazios, ineficientes para o ato de peneiramento. A função do meio é tão somente a de fornecer suporte para a formação da película microbiana. Existem também meios sintéticos de diversos materiais e formas, os quais apresentam a vantagem de serem mais leves do que as pedras, além de apresentarem uma área superficial de exposição bem superior. No entanto, os meios sintéticos são mais caros.

À medida em que a biomassa cresce na superfície das pedras, o espaço vazio tende a diminuir, fazendo com que a velocidade de escoamento nos poros aumente. Ao atingir um determinado valor, esta velocidade causa uma tensão de cisalhamento, que desaloja parte do material aderido. Esta é

uma forma natural de controle da população microbiana no meio. O lodo desalojado deve ser removido nos decantadores secundários, de forma a diminuir o nível de sólidos em suspensão no efluente final.

O Processo FBP também exige etapas de tratamento preliminar e primário antecedendo o FBP propriamente dito. Nos últimos anos, devido as grandes vantagens apresentadas pelos reatores UASB em países de clima quente, o decantador primário tem sido substituído por tais reatores estabelecendo assim um fluxograma de processo composto por gradeamento, caixa de areia, UASB, Filtro Biológico Percolador e Decantador Secundário. A Figura 36 ilustra o processo completo.

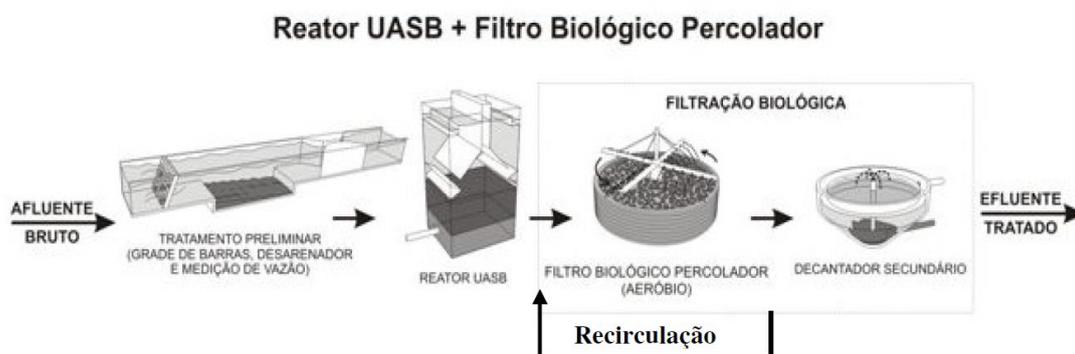


Figura 36: Fluxograma do processo UASB + FBP

4.2.2. Lodos Ativados + Aeração Prolongada + Valo de Oxidação

O esgoto bruto chega à ETE através da unidade de entrada, que disponibiliza de gradeamento mecanizado fino (15mm) e ultrafino (3mm), seguido de desarenação e medição de vazão. Neste momento é realizado também o processo de separação de óleos e graxas dos efluentes.

O sistema de lodos ativados com aeração prolongada tem como característica um maior tempo de detenção da biomassa no sistema, em torno 18 a 30 dias. Em virtude da biomassa localizada no reator ser maior que na tecnologia de lodos ativados convencional, faz-se necessário maior volume do reator aeróbio, com um tempo de retenção hidráulica na ordem de 16 a 24h. Neste sentido, há uma menor quantidade de bactéria por unidade de volume no tanque de aeração e também por unidade de biomassa do reator, assim sendo, os microorganismos necessitam metabolizar intensamente a matéria orgânica biodegradável que compõe suas células.

A partir desta atividade microbiológica, já ocorre a estabilização da biomassa de forma aeróbia no próprio tanque de aeração. Assim sendo, não se faz necessário a estabilização do lodo biológico excedente do sistema de aeração prolongada, conseqüentemente, normalmente, não se é utilizado decantadores primários antes dos sistemas de aeração prolongada, simplificando o fluxograma do processo.

Os valos de oxidação possuem como base, os mesmos princípios da aeração prolongada e, usualmente, são caracterizadas por serem unidades compactas, e instalações com o mínimo possível de unidades de tratamento, concentrando assim os processos físicos químicos e biológicos.

4.2.3. Dimensionamento dos módulos das ETEs

Adotou-se como base para a elaboração do tratamento proposto módulos de 100 L/s para a tecnologia UASB + Filtro Biológicos.

A seguir, apresentam-se as informações acerca do dimensionamento das estações de Bandeirantes, Flexal e Pedreiras.

Tabela 18: Dimensionamento dos módulos UASB - 100 L/s - Continua

DIMENSIONAMENTO DE REATORES UASB				unidade	Valor
Vazões Afluentes					
Vazão Mínima			(l/s)	50	
Vazão Média			(l/s)	100	
Vazão de Pico - Máxima Horária			(l/s)	160	
Carga Organica Afluente			(kgDQO/dia)	3456	
Concentração DQO Afluente			(mg DQO/l)	400	
Concentração DBO Afluente			(mg DBO/l)	250	
Dimensões do UASB					
Número de Módulos			(ud)	2	
Resultado para os Módulos					
Área do Módulo			(m ²)	288,0	
Volume do Módulo			(m ³)	1440,0	
Largura da Módulo			(m)	13,9	
Comprimento do Módulo			(m)	20,8	
Profundidade Útil			(m)	5	
Eficiência Esperada na Remoção de DQO			%	67	
Eficiência Esperada na Remoção de DBO			%	65	
Parâmetros de Cálculo					
Parâmetros de Cálculo para o TDH					
Altura do Reator			(m)	5	
Velocidade Ascensional					
para a Vazão Média			(m/h)	0,5 a 0,7	
para a Vazão Máxima Horária			(m/h)	1,5	
Tempo de Detenção Hidráulica Médio			(h)	8	
Parametros de Cálculo para o Digestor					
Volume Máximo por Módulo			(m ³)	2000	
Área de Influencia Máxima da Célula de Distribuição			(m ²)	2,5	
Parâmetros de Cálculo para o Decantador					
Taxa de Aplicação Superficial					
para a Vazão Média			(m/h)	< 0.8	
para a Vazão Máxima Horária			(m/h)	< 1.6	
Velocidade nas Aberturas do Decantador					
para a Vazão Média			(m/h)	< 2.3	
para a Vazão Máxima Horária			(m/h)	< 6.0	
Tempo de Detenção Hidráulica no Decantador					
para a Vazão Média			(h)	> 1.5	
para a Vazão Máxima Horária			(h)	> 0.6	
Largura do Coletor de Gás			(m)	0,25	
Espessura da Parede do Coletor Gás			(m)	1,5	
Altura da parte reta do decantador			(m)	0,3	
Inclinação do defletor			(°)	50	

Tabela 19: Dimensionamento dos módulos UASB - 100 L/s – Continuação

Parâmetros de Cálculo para a produção de biogás			
Altitude local	(m)		380
Temperatura do esgoto	(°)		23
Porcentagem de Metano no biogás	(%)		75
Produção de sólidos Y	(kgSST/kgDQOapl)		0,18
Densidade do Lodo	(%)		4
Parâmetros de verificação do tubo de distribuição			
Distancia do pé do tubo ao fundo do reator	(cm)		15
Velocidade ascensional das bolhas de ar	(m/s)		0,2
RESULTADOS			
Resultados do Cálculo do TDH			
TDH para a vazão média	(h)		8
Eficiência Esperada na Remoção de DQO	(%)		67
Velocidade Ascensional para a Vazão Média	(m/h)		0,63
Resultados do Cálculo do Digestor			
Área Total	(m ²)		576,0
Volume Total	(m ³)		2880
Número de Módulos	ud		2
Resultado para os Módulos			
Área do Módulo	(m ²)		288,0
Volume do Módulo	(m ³)		1440,0
Largura da Módulo	(m)		13,9
Comprimento do Módulo	(m)		20,8
Número de Células de Distribuição	(ud)		115
Resultado para as Células de Distribuição			
Área de Influencia	(m ²)		2,50
Largura da Célula	(m)		1,39
Comprimento da Célula	(m)		1,81
Número de Células na Largura do Reator	(ud)		10
Número de Células no Comprimento do Reator	(ud)		11,5
Resultados de Cálculo da Produção de Gás e Lodo			
Produção Metano(CH ₄)	(m ³ /dia)		1029
Produção de BioGás	(m ³ /dia)		1372
Taxa de Liberação de Gás	(m ³ /m ² h)		1,1
Produção de Lodo	(kgSST/dia)		622
Produção Volumétrica Lodo	(m ³ /dia)		15,2
Resultados da verificação do tubo de Distribuição			
Diâmetro do tubo	(mm)		75
Comprimento do tubo	(m)		4,85
Velocidade do afluente no tubo de distribuição na vazão de pico	(m/s)		0,16

Tabela 20: Dimensionamento do pós tratamento - continua

DIMENSIONAMENTO DOS FILTROS BIOLÓGICOS		
<u>VAZÕES AFLUENTES</u>		
Vazão média	l/s	100
Vazão máxima	l/s	160
DBO afluente ao UASB	mg/l	250
Efic. de rem. da DBO no UASB	%	65
DBO afluente ao pós-tratamento	mg/l	88
SSV/SST	%	70
<u>TANQUE DE PRÉ-AERAÇÃO</u>		
Vazão máxima	l/s	160
Tempo de detenção	min.	20
Número de tanques	ud	2
Profundidade útil	m	4
Borda livre	m	0,5
Lado maior	m	6,0
Lado menor	m	4,0
Concentração de OD a manter	mg/l	4
Taxa de transferência de oxigênio	%	5
Consumo de oxigênio	kg/h	46,1
Consumo de ar (volume)	m ³ /min.	2,8
Pressão	m.c.a	4,5
Soprador de ar		
- vazão	Nm ³ /min	4,5
- pressão	m.c.a	4,5
<u>FILTROS BIOLÓGICOS (ALTA TAXA)</u>		
Meio suporte: brita 4		
Vazão média	l/s	100
Vazão máxima	l/s	160
DBO afluente	mg/l	88
- Número de filtros	(ud)	2
- Diâmetro	m	25
- Profundidade útil	m	2,2
- Volume unitário	m ³	1080
- Carga orgânica volum. p/ Qm	kg DBO/m ³ .d	0,35
- Carga hydr.aplicada p/ Qmáx	m ³ /m ² .d	8,8
<u>DECANTADORES SECUNDÁRIOS</u>		
tipo: circulares mecanizados		
Vazão média	l/s	100
Vazão máxima	l/s	160
Número de decantadores		
- em operação		1
- diâmetro	m	22
- área superficial	m ²	380
- prof. lateral	m	3
- volume	m ³	1140
<u>TAXA VAZÃO SUPERF.</u>		
- de projeto, p/ vazão média	m ³ /m ² .d	22,7
<u>TAXA NO VERTEDOR</u>		
- ABNT	m ³ /m.d	<720
- de projeto	m ³ /m.d	125
<u>TEMPO DE DETENÇÃO</u>		
- p/ vazão média	h	3,2
- p/ vazão máxima	h	2,0

Tabela 21: Dimensionamento do pós tratamento – continuação

SECAGEM DO LODO			
Lodo no UASB		kgSS/d	622
Lodo no Dec. Sec./FB		kgSS/d	567
Geração total de lodo para secagem		kgSST/d	1189
		TS (%)	4
		m3ST/d	30
Geração total de lodo seco		kgSST/d	1019
		TS (%)	40
		m3ST/d	3
Geração de lodo do esgoto no UASB		kgSS/kgDBOaplic.	0,28
Produção de lodo no dec.secund.FB		kgSS/kgDBOaplic.	0,75
Redução de SV (lodo sec) no UASB		%	30
Secagem do lodo nos leitos			
- número de ciclos por ano		(ud)	20
- carga de SST aplicada por ciclo		kgSST/m2	15
- área necessária de leito		m2	1447

4.3. Emissários

Há de se salientar que para a disposição adequada dos efluentes tratados, conforme previsto a partir da definição da solução de referência proposta, deverão ser construídos emissários para o lançamento dos efluentes tratados. Neste sentido, a seguir apresenta-se o encaminhamento preferencial para a alocação dos emissários, quando da necessidade de sua implementação. A extensão do emissário, bem como suas estruturas para dispersão/diluição do efluente, serão definidas a partir de estudo de dispersão a ser realizado pela parceria privada.

4.3.1. Bandeirantes

A Estação de Tratamento Bandeirantes terá seus efluentes tratados lançados no Rio Marinho a uma distância de aproximadamente 1,04 Km. Atualmente o efluente da ETE é lançado no Córrego Campo Grande.

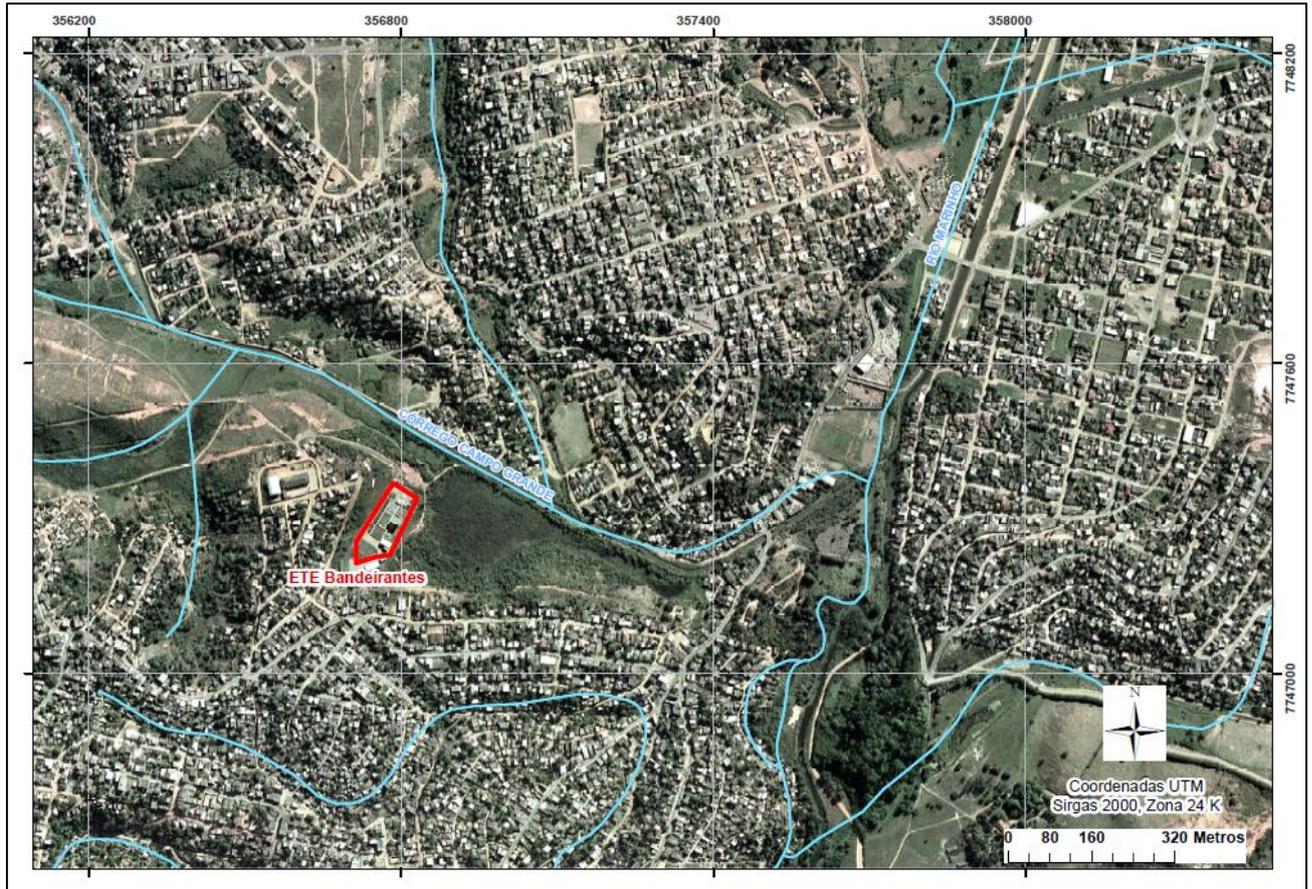


Figura 37: Localização da ETE Bandeirantes, do Córrego Campo Grande e do Rio Marinho.

4.3.2. Flexal

A Estação de Tratamento Flexal terá seus efluentes tratados lançados no estuário do Rio Bubu ou na Baía de Vitória a partir do implemento de um novo emissário. A definição do corpo receptor será obtida a partir de estudo de dispersão a ser realizado pela parceria privada. A seguir, apresenta-se a localização da ETE de do manancial.

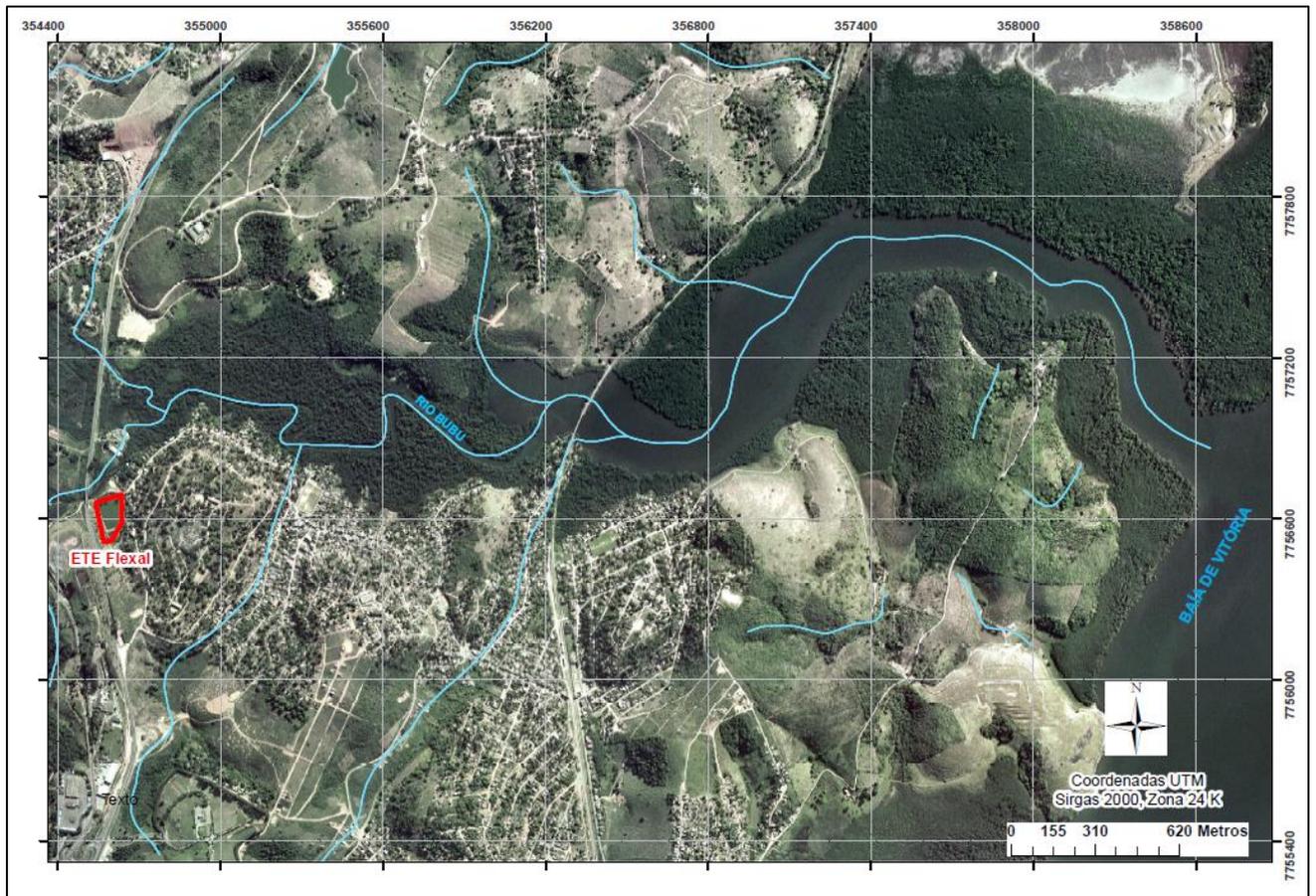


Figura 38: Localização da ETE Flexal e dos possíveis corpos receptores

4.3.3. Pedreiras

A Estação de Tratamento Pedreiras a ser implementada, utilizará como corpo receptor a Baía de Vitória, conforme demonstrado na figura a seguir.



Figura 39: Localização proposta da ETE Pedreiras em relação à Baía de Vitória.

5. Critérios para Orçamentação da Solução de Referência

5.1. Custos Unitários das Obras

Os custos unitários utilizados para orçamento do custo direto das obras a serem implantadas (CAPEX) tiveram por base os preços de composições de custos da CESAN, cujos insumos foram retirados do SINAPI ou cotados no mercado e adotados pela CESAN em licitações similares.

Tabela 22: Custos unitários utilizados

Componente		Custo sem BDI
Rede Coletora	R\$/m	318,58
Coletores Tronco	R\$/m	539,25
Ligações	R\$/un	567,29
Recalque Rede	R\$/m	499,14
Recalque Reversão	R\$/m	1.164,33
EEE Compacta	R\$/un	52.062,47
EEE Rede	R\$/un	384.147,59
EEE Reversão	R\$/un	698.975,27
Emissário	R\$/m	1.531,26
Desativação ETE	R\$/4 un	182.602,07
ETE'S - Bandeirantes, Flexal, Pedreiras -700 l/s	R\$/3 un	87.975.643,00

5.2. Definição da Área de Planejamento

A adequada definição da Área de Planejamento foi fundamental para assegurar a efetividade dos investimentos que serão realizados. Neste quesito, são consideradas as seguintes premissas principais:

- Priorização dos investimentos na implantação dos sistemas de esgoto de forma a proporcionarem o maior retorno sócio-ambiental – via de regra, esta hierarquização se baseou na densidade de ocupação das áreas; proximidade a sistemas pré-existentes em operação; consolidação da urbanização; proximidade a serviços essenciais e outros fatores de atração de ocupação.
- Nas áreas constituídas por glebas de terra urbanizáveis, a implantação da infraestrutura básica, inclusive os sistemas de água e esgoto, é obrigação do incorporador, conforme estabelece a legislação pertinente, devendo o poder público local fazer valer esta obrigação legal.

5.3. Projeção das Demandas Futuras

Considerando as variáveis mais relevantes para o dimensionamento das estruturas de coleta e tratamento de esgoto – vazões de esgoto e suas respectivas cargas – tem-se que a projeção da evolução destas variáveis ao longo do tempo é função do produto da projeção de diversas premissas de planejamento:

- Estimativas de crescimento populacional, não apenas no conjunto do espaço físico de Cariacica, mas, como já apontado anteriormente ao longo do item “Definição dos Parâmetros do Sistema”.
- Coeficiente de retorno dos esgotos, ou seja, a quantidade da água que é consumida e que retorna para as redes na condição de esgoto, também afetada por praticamente todos os itens apontados no parágrafo acima;
- Coeficiente de infiltração, que é a quantidade de águas pluviais e águas do subsolo que acabam infiltrando no sistema de coleta e tratamento de esgotos. Neste item conta a qualidade da construção e manutenção das redes e PV, a existência ou não de redes pluviais, entre outras condicionantes;
- Carga do esgoto gerado, em função também dos itens já relacionados acima.

5.3.1. Cobertura e adesão

Para a elaboração desta Solução de Referência, foi adotado como 95% de atendimento mínimo para o serviço de esgoto, a ser alcançada em 10 (dez) anos a partir da data de eficácia do contrato. A partir deste ano, considerou-se a manutenção das mesmas ao longo dos anos até o final do horizonte do projeto. A taxa de adesão utilizada foi da ordem de 95%.

5.3.1.1. Sistemas de Coleta

Considerou-se para a implementação das obras o período de 10 anos (curto prazo) como àquele prioritário para os investimentos. O quantitativo estabelecido para os sistemas de coleta pode ser visualizado a partir da tabela a seguir.

Tabela 23: Quantitativos a serem implementados no sistema de coleta do município de Cariacica em 10 anos.

Componente		Quantitativo a implementar
Rede Coletora	m	434.995
Coletores Tronco	m	17.120
Ligações	Un	34.429
Recalque de Rede até 350 mm	m	26.297
Recalque de Reversão acima 350 mm	m	3.183
EEE Compacta até 3 l/s	Un	23
EEE Intermediária até 100 l/s	Un	36
EEE de Reversão acima de 100 l/s	Un	03

Tabela 24: Quantitativos a serem implementados no sistema de coleta do município de Cariácia (anos 11 à 30)

Componente		Quantitativo a implementar
Rede Coletora	m	100.000
Coletores Tronco	m	4.280
Ligações	Un	7.510
Recalque de Rede até 350 mm	m	6.574
EEE Compacta até 3 l/s	Un	8
EEE Intermediária até 140 l/s	Un	6

Tabela 25: Quantitativos a serem implementados no sistema de coleta do município de Cariácia- Total

Componente		Quantitativo a implementar
Rede Coletora	m	534.995
Coletores Tronco	m	21.400
Ligações	Un	41.939
Recalque de Rede até 350 mm	m	32.871
Recalque de Reversão acima 350 mm	m	3.183
EEE Compacta até 3 l/s	Un	31
EEE Intermediária até 100 l/s	Um	42
EEE de Reversão acima de 100 l/s	Un	03

Os gráficos a seguir registram a evolução da implantação das estruturas adotadas neste estudo.

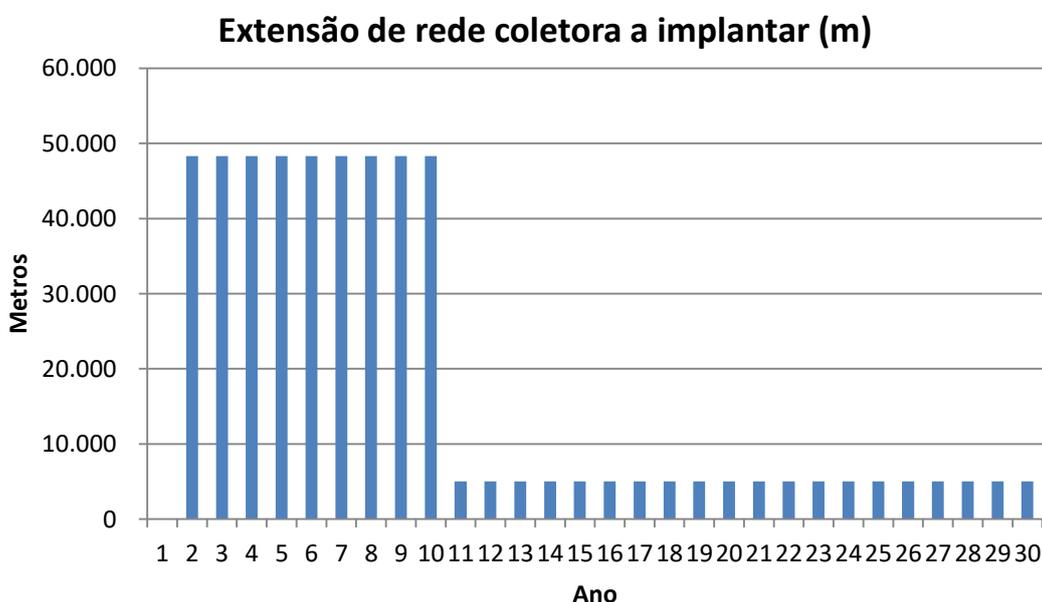


Gráfico 8: Evolução das redes de coleta a implementar (Km)

Ligações

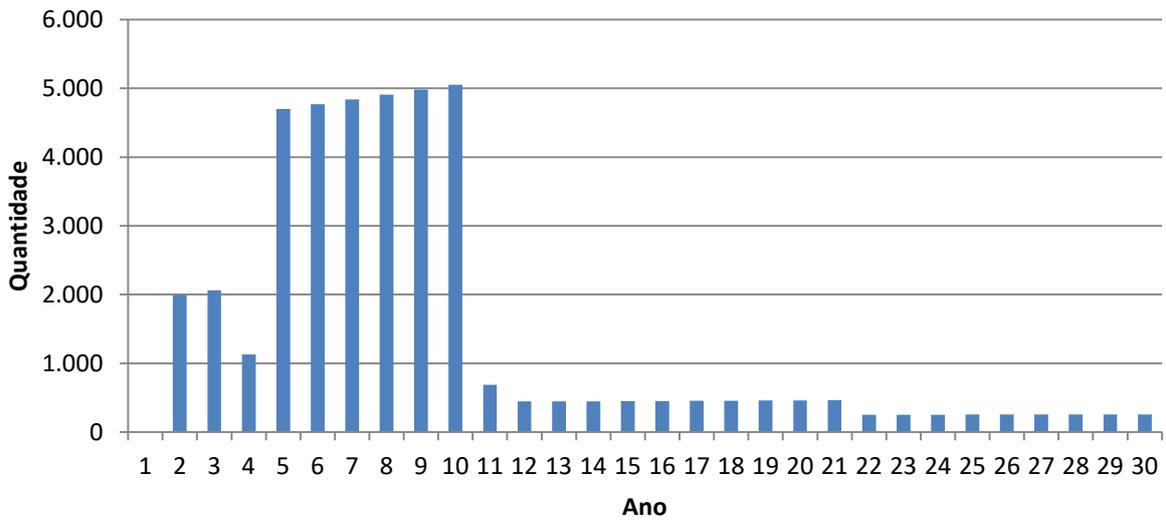


Gráfico 9: Evolução das ligações a implementar

Coletor, Recalque e Emissário

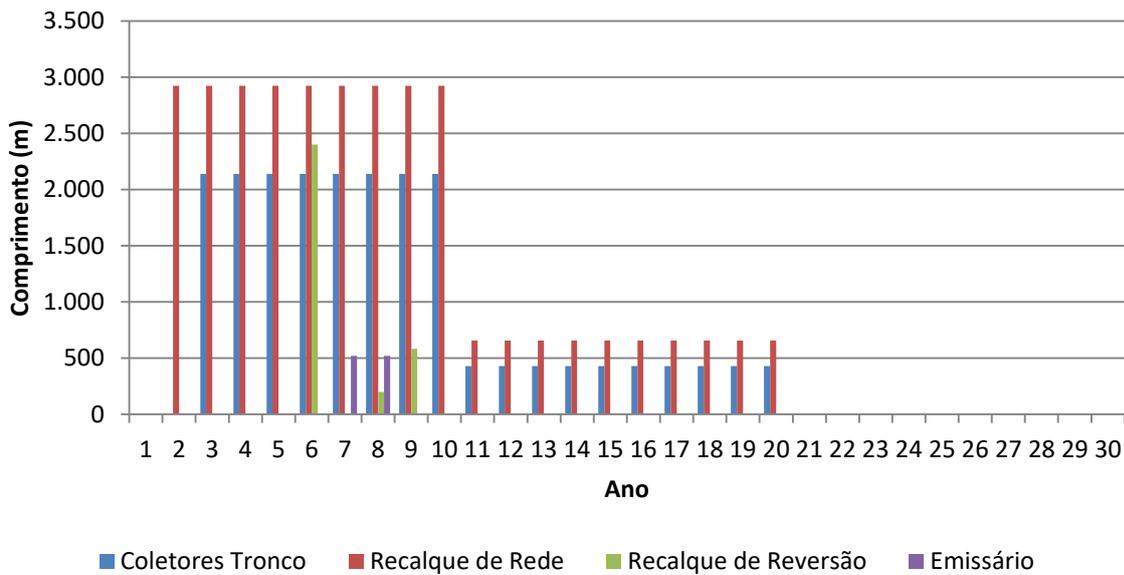


Gráfico 10: Evolução dos coletores tronco, recalque e emissário a implementar (Km)

5.3.1.2. Estações de Tratamento – Premissas do Estudo

- A capacidade dos Sistemas de Tratamento estaria permanentemente compatível com os requisitos técnicos e ambientais, contemplando folga operacional de 10% em relação às vazões;

- Caberia à Contratada avaliar, com base nos critérios técnicos e ambientais, as efetivas viabilidades de aproveitamento das Estações de Tratamento existentes, elaborando o seu planejamento de desativação e implantação de novas ETE's sob esta premissa;
- A implantação de novas ETE's poderá ser efetuada em fases até atingir a configuração para final de plano, tendo em vista a evolução da demanda de volume de esgotos em função do crescimento populacional e da meta da cobertura e atendimento (adesão);
- A evolução da tecnologia de tratamento necessária, decorrente da evolução da demanda de volume e carga dos esgotos afluentes às ETE's, também poderá ser implementada por etapas, desde que mantido o atendimento dos requisitos mínimos estabelecidos para o licenciamento ambiental e critérios de outorga.

5.4. Estimativa Orçamentária - ETE

O custo total previsto para ampliação das Estações de Tratamento de Esgoto dos municípios de Cariacica e Viana/ES é apresentado na tabela abaixo o resumo do orçamento obtido sem BDI.

Tabela 26: Planilha orçamentária – ETEs resumo geral

Descrição	Totais (R\$)
ETE Bandeirantes	R\$ 31 419 872.50
ETE Flexal	R\$ 25 135 898.16
ETE Pedreira	R\$ 31 419 872.50

6. Resumo CAPEX

A tabela a seguir apresenta um resumo dos investimentos totais a serem realizados ao longo do horizonte do projeto.

Tabela 27: Resumo CAPEX ano 10

Partes do Sistema de Esgoto	Quantitativo		Custo Unitário (R\$)		Custos (R\$ milhões)
	Unidade	Qtd.	Unidade	Custo	
Rede Coletora	m	434.995	R\$/m	318,58	138.580.834,53
Coletores Tronco	m	17 120	R\$/m	539,25	9.231.960,00
Ligações	un	34 429	R\$/un	567,29	19.531.425,96
EEE Compacta até 3 l/s	un	23	R\$/un	52.062,47	1.197.436,81
EEE Intermediária até 100 l/s	un	36	R\$/un	384.147,59	13.829.313,24
Recalque de Rede até 350 mm	m	26 296	R\$/m	499,14	13.125.784,75
EEE Reversão acima de 100 l/s	un	3	R\$/un	698.975,27	2.096.925,81
Recalque de Reversão > 350 mm	m	3 183	R\$/m	1.164,33	3.706.062,39
Emissário Bandeirantes	m	1 039	R\$/m	1.531,26	1.590.979,14
Emissário Flexal	m	2 075	R\$/m	1.531,26	3.177.364,50
Emissário Pedreira	m	200	R\$/m	1.531,26	306.252,00
Desativação das ETE's	un	4.0	R\$/un	182.602,07	182.602,07
ETE Bandeirantes	un	1.0	R\$/un	31.419.872,50	31.419.872,50
ETE Flexal	un	1.0	R\$/un	25.135.898,00	25.135.898,00
ETE Pedreira	un	1.0	R\$/un	31.419.872,50	31.419.872,50
Aquisição áreas de ETE e EEEB	Vb	0.80	R\$	5 587 788,94	4 470 231,15
TI (ERP,CCO, Call Center, etc)	Vb	0.50	R\$	9 000 000,00	4 500 000,00
Hidrômetros	Vb	0.40	R\$	94 622 183,27	37 848 873,31

Tabela 28: Resumo CAPEX a partir do décimo ano

Partes do Sistema de Esgoto	Quantitativo		Custo Unitário (R\$)		Custos (R\$ milhões)
	Unidade	Qtd.	Unidade	Custo	
Rede Coletora	m	100.000	R\$/m	318,58	31.858.000,00
Coletores Tronco	m	4 280	R\$/m	539,25	2 307 990,00
Ligações	un	7 510	R\$/un	567,29	4 260 206,08
EEE Compacta até 3 l/s	un	8	R\$/un	52.062,47	416 499,76
EEE Intermediária até 100 l/s	un	6	R\$/un	384.147,59	2 304 885,54
Recalque de Rede até 350 mm	m	6 574	R\$/m	499,14	3 281 446,19
Aquisição áreas de ETE e EEEB	Vb	0,20	R\$	5 587 788,94	1 117 557,79
TI (ERP,CCO, Call Center, etc)	Vb	0,50	R\$	9 000 000,00	4 500 000,00
Hidrômetros	Vb	0,60	R\$	94 622 183,27	56 773 309,96

Tabela 29: Resumo Capex 30 anos

Partes do Sistema de Esgoto	Quantitativo		Custo Unitário (R\$)		Custos (R\$ milhões)
	Unidade	Qtd.	Unidade	Custo	
Rede Coletora	m	534 995	R\$/m	318,58	170 438 834,53
Coletores Tronco	m	21 400	R\$/m	539,25	11 539 950,00
Ligações	un	41 939	R\$/un	567,29	23 791 632,04
EEE Compacta até 3 l/s	un	31	R\$/un	52.062,47	1 613 936,57
EEE Intermediária até 100 l/s	un	42	R\$/un	384.147,59	16 134 198,78
Recalque de Rede até 350 mm	m	32 871	R\$/m	499,14	16 407 230,94
EEE Reversão acima de 100 l/s	un	3	R\$/un	698.975,27	2 096 925,81
Recalque de Reversão > 350 mm	m	3 183	R\$/m	1.164,33	3 706 062,39
Emissário Bandeirantes	m	1 039	R\$/m	1.531,26	1 590 979,14
Emissário Flexal	m	2 075	R\$/m	1.531,26	3 177 364,50
Emissário Pedreira	m	200	R\$/m	1.531,26	306 252,00
Desativação das ETE´s	un	4.0	R\$/un	182.602,07	182.602,07
ETE Bandeirantes	un	1.0	R\$/un	31.419.872,50	31.419.872,50
ETE Flexal	un	1.0	R\$/un	25.135.898,00	25.135.898,00
ETE Pedreira	un	1.0	R\$/un	31.419.872,50	31.419.872,50
Aquisição áreas de ETE e EEEB	Vb	1.0	R\$	5 587 788,94	5 587 788,94
TI (ERP,CCO, Call Center, etc)	Vb	1.0	R\$	9 000 000,00	9 000 000,00
Hidrômetros	Vb	1.0	R\$	94 622 183,27	94 622 183,27

7. Volumes Coletados e Tratados

A partir da avaliação e entendimento dos valores encontrados tomando-se por base o Estudo Populacional, foi possível calcular os volumes coletados e tratados a serem adotados. Considerou-se percapta de água de 140 l/hab.dia para Cariacica e 120 l/hab.dia para Viana Bairros.

Tabela 30: Volume coletado e tratado nos sistemas propostos para cada ano da concessão (m³/ano).

Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bandeirantes	5.599.139	5.687.186	5.839.225	6.123.732	6.473.159	6.707.225	6.884.065	7.060.274	7.235.895	7.410.892
Flexal	629.609	709.090	895.567	1.304.181	1.821.354	2.064.294	2.289.693	2.513.481	2.735.666	2.956.255
Pedreira	10.883	10.967	11.053	11.139	11.226	11.413	807.178	1.615.357	2.436.094	3.269.536
Viana bairros				1.245.369	1.292.876	1.342.200	1.393.407	1.446.568	1.501.755	1.559.042

Sistema	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Bandeirantes	7.585.273	7.623.207	7.661.339	7.699.631	7.738.122	7.776.812	7.815.701	7.854.790	7.894.078	7.933.565
Flexal	3.164.497	3.180.319	3.196.221	3.212.202	3.228.263	3.244.404	3.260.626	3.276.930	3.293.314	3.309.781
Pedreira	4.936.626	4.961.309	4.986.116	5.011.046	5.036.101	5.061.282	5.086.588	5.112.021	5.137.581	5.163.269
Viana bairros	1.776.412	1.836.703	1.899.055	1.963.508	2.030.162	2.365.165	2.382.668	2.400.314	2.418.067	2.435.962

Sistema	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Bandeirantes	7.973.251	7.994.768	8.016.364	8.038.001	8.059.717	8.081.472	8.103.308	8.125.183	8.147.138	8.169.133
Flexal	3.326.330	3.335.311	3.344.316	3.353.346	3.362.400	3.371.478	3.380.581	3.389.709	3.398.861	3.408.038
Pedreira	5.189.086	5.203.096	5.217.144	5.231.231	5.245.355	5.259.518	5.273.718	5.287.957	5.302.235	5.316.551
Viana bairros	2.453.999	2.463.818	2.473.673	2.483.563	2.493.489	2.503.451	2.513.448	2.523.516	2.533.620	2.543.759

8. Despesas de Exploração

- Período de operação: 2020 a 2049 – 30 anos
- Preços: Real (R\$) ref. Julho/2019.

Tabela 31: Sistemas de esgoto e tipos de tratamento adotados

Sistema	ETE	Tecnologia	Vazão Final de Plano (L/s)
Bandeirantes	Bandeirantes	UNITANK (Existente)	250
		UASB + FBP	250
Flexal	Flexal	UASB + FBP	200
Pedreiras	Pedreiras	UASB + FBP	250

8.1. Instalações de Esgoto Consideradas

Os custos de Operação e Manutenção foram calculados separadamente para as seguintes Unidades Operacionais:

- Rede Coletora, ligações prediais, coletores tronco e linhas de recalque;
- Estações Elevatórias (EEE) das redes coletoras;
- Estações Elevatórias (EEE) de reversão;
- Estações de Tratamento (ETEs)
- Emissários

8.2. Custos Unitários

Foram considerados os seguintes custos na formação da OPEX:

- Energia Elétrica;
- Pessoal;
- Produtos Químicos;
- Disposição de Lodo e Resíduos Sólidos;
- Materiais de Manutenção e Escritório;
- Coleta e Análise de Amostras (laboratório) e Monitoramento.

8.2.1. Custos de Operação das Estações Elevatórias de Rede e Elevatórias de Reversão

Foram calculados em função das informações referentes a manutenção eletromecânica e do consumo de energia atualmente aplicadas no sistema. Calculou-se um custo unitário expresso em valor pago para cada metro cúbico de esgoto tratado (R\$/m³).

8.2.2. Custos de Energia Elétrica Utilizada Nas Estações de Tratamento de Esgoto

Os custos foram calculados com base nos consumos energéticos das tecnologias propostas e na tarifa média praticada para o cálculo da tarifa unitária, também em valor pago por esgoto tratado (R\$/m³).

8.2.3. Disposição Final de Lodo das ETEs

O volume de lodo gerado, calculado em função da vazão tratada e da tecnologia adotada, associado às tarifas locais de transporte e disposição em aterro sanitário da torta e resíduos sólidos, resultou nas tarifas em função do volume de esgoto tratado (R\$/m³).

8.2.4. Custo de Produtos Químicos

O volume de produtos químicos (cloro e polímero), calculado em função da vazão tratada, a serem consumidos nas Unidades de Tratamento associado aos preços dos produtos no mercado local, resultou nas tarifas em função do volume de esgoto tratado (R\$/m³).

8.2.5. Monitoramento

Calculou-se o custo de monitoramento ambiental a ser realizado tendo por base a média dos custos atuais praticados no monitoramento das estações de tratamento existentes no município.

8.2.6. Pessoal

O quadro de Pessoal Operacional foi dimensionado em função do porte das instalações operadas, mantidas e conservadas, levando-se em conta os seguintes parâmetros:

- Número de unidades de Tratamento e tipo delas;
- Extensão das Redes de Esgoto;

- Número de EEE

A equipe necessária para garantir a operacionalidade efetiva do contrato deverá ser exclusiva para essa concessão, devendo ser garantido dedicação exclusiva a nível de gestão para os seguintes processos:

- Administrativo/Financeiro
- Operação e Manutenção
- Projetos e Obras
- Meio Ambiente, Segurança e Qualidade

As atividades podem ser realocadas, entre os processos, de acordo com a expertise do Parceiro Privado, devendo ser mantido no mínimo 4 (quatro) profissionais na gestão desses processos.

Os salários considerados são os praticados na Região Metropolitana da Grande Vitória, acrescidos dos adicionais de lei, benefícios e encargos sociais, conforme apresentado nas tabelas a seguir.

Tabela 32: Custo com o Pessoal das Unidades de Tratamento - Bandeirantes

Situação de funcionários para os anos de 2020 até 2025						
Cargo	Qtd.	Salário Unitário ()	Encargos	Benefícios-Desc Vale Transp ()	EPI	Custo (/ano)
Coordenador de Tratamento	1,0	7.179,24	73,22%	1.086,21	166,22	164.259,75
Analista Ambiental	1,0	5.916,39	73,22%	1.086,21	166,22	138.009,64
Biólogo/Químico	1,0	5.916,39	73,22%	1.086,21	166,22	138.009,64
Técnico de Laboratório	2,0	2.608,87	73,22%	1.094,68	166,22	138.719,65
Supervisor de Manutenção	1,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	53.636,39
Vigilante	3,0	1.086,80	73,22%	1.186,01	166,22	116.452,07
Operador de ETE	4,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	214.545,57
Auxiliar de Operador de ETE	2,0	988,00	73,22%	1.191,93	166,22	73.669,59
Eletromecânico	1,0	3.403,95	73,22%	1.086,21	166,22	85.785,06
Servente	2,0	988,00	73,22%	1.191,93	166,22	73.669,59
TOTAL						1.196.756,97
Situação de funcionários a partir de 2026						
Coordenador de Tratamento	1,0	7.179,24	73,22%	1.086,21	166,22	164.259,75
Analista Ambiental	1,0	5.916,39	73,22%	1.086,21	166,22	138.009,64
Biólogo/Químico	1,0	5.916,39	73,22%	1.086,21	166,22	138.009,64
Técnico de Laboratório	2,0	2.608,87	73,22%	1.094,68	166,22	138.719,65
Supervisor de Manutenção	1,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	53.636,39
Vigilante	3,0	1.086,80	73,22%	1.186,01	166,22	116.452,07
Operador de ETE	4,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	214.545,57
Auxiliar de Operador de ETE	2,0	988,00	73,22%	1.191,93	166,22	73.669,59
Eletromecânico	2,0	3.403,95	73,22%	1.086,21	166,22	171.570,12
Servente	3,0	988,00	73,22%	1.191,93	166,22	110.504,39
TOTAL						1.319.376,82

Tabela 33: Custo com o Pessoal das Unidades de Tratamento - Flexal

Cargo	Qtd.	Salário Unitário (R\$)	Encargos	Benefícios-Desc. Vale Transporte (R\$)	EPI	Custo (R\$/ano)
Coordenador de Tratamento	0,5	7.179,24	73,22%	1.086,21	166,22	82.129,87
Analista Ambiental	1,0	5.916,39	73,22%	1.086,21	166,22	138.009,64
Biólogo/Químico	0,5	5.916,39	73,22%	1.086,21	166,22	69.004,82
Técnico de Laboratório	1,0	2.608,87	73,22%	1.094,68	166,22	69.359,82
Supervisor de Manutenção	0,5	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	26.818,20
Vigilante	2,0	1.086,80	73,22%	1.186,01	166,22	77.634,71
Operador de ETE	3,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	160.909,18
Auxiliar de Operador de ETE	1,0	988,00	73,22%	1.191,93	166,22	36.834,80
Eletromecânico	1,0	3.403,95	73,22%	1.086,21	166,22	85.785,06
Servente	1,0	988,00	73,22%	1.191,93	166,22	36.834,80
TOTAL						783.320,91

Tabela 34: Custo com o Pessoal das Unidades de Tratamento - Pedreira

Cargo	Qtd.	Salário Unitário (R\$)	Encargos	Benefícios-Desc. Vale Transporte (R\$)	EPI	Custo (R\$/ano)
Coordenador de Tratamento	0,5	7.179,24	73,22%	1.086,21	166,22	82.129,87
Analista Ambiental	1,0	5.916,39	73,22%	1.086,21	166,22	138.009,64
Biólogo/Químico	0,5	5.916,39	73,22%	1.086,21	166,22	69.004,82
Técnico de Laboratório	1,0	2.608,87	73,22%	1.094,68	166,22	69.359,82
Supervisor de Manutenção	0,5	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	26.818,20
Vigilante	2,0	1.086,80	73,22%	1.186,01	166,22	77.634,71
Operador de ETE	3,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	160.909,18
Auxiliar de Operador de ETE	1,0	988,00	73,22%	1.191,93	166,22	36.834,80
Eletromecânico	1,0	3.403,95	73,22%	1.086,21	166,22	85.785,06
Servente	1,0	988,00	73,22%	1.191,93	166,22	36.834,80
TOTAL						783.320,91

Tabela 35: Custo com o Pessoal de manutenção e operação das unidades EEE's e Redes

Cargo	Qtd.	Salário Unitário (R\$)	Encargos	Benefícios-Desc. Vale Transporte (R\$)	EPI	Custo (R\$/ano)
Coordenador de Manutenção	1,0	7.179,24	73,22%	1.086,21	166,22	164.259,75
Encanador	5,0	2.608,87	73,22%	1.094,68	166,22	346.799,11
Encanador Líder	2,0	3.403,95	73,22%	1.086,21	166,22	171.570,12
Operador de Equipamentos	3,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	160.909,18
Operador de Máquinas	3,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	160.909,18
Operador Volante - EEE/ETE Distritos	3,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	160.909,18
Servente	10,0	988,00	73,22%	1.191,93	166,22	368.347,97
Supervisor de Redes	1,0	1.825,30	73,22%	1.141,70	166,22	53.636,39
TOTAL						1.587.340,89

Tabela 36: Custo com o Pessoal Administrativo

Cargo	Qtd.	Salário Unitário (R\$)	Encargos	Benefícios-Desc. Vale Transporte (R\$)	EPI	Custo (R\$/ano)
Consultor Jurídico	1,0	8.710,09	59,58%	1.259,51	-	181.908,83
Diretor Administrativo	1,0	14.970,78	59,58%	1.259,51	-	301.798,54
Diretor de Operações	1,0	23.726,13	59,58%	1.259,51	-	469.459,99
Secretária	2,0	2.680,49	59,58%	1.263,68	-	141.763,75
Assistente Administrativo	4,0	3.296,65	59,58%	1.259,51	-	334.558,31
Auxiliar Administrativo	4,0	1.825,30	73,22%	1.314,99	-	214.885,17
Serviços Gerais	4,0	988,00	73,22%	1.365,23	-	147.678,78
Vigilante	6,0	1.086,80	73,22%	1.359,30	-	233.413,54
TOTAL						2.025.466,92

Tabela 37: Custo dos benefícios com o pessoal das unidades de trabalho

Benefícios	Unidade	Quantidade	Unitário	Total
Convênio Médico	R\$/mês	1	511.12	511.12
Vale Refeição	R\$/mês	22	22.92	504.21
Treinamentos	R\$/mês	1	58.02	58.02
Vale Transporte	R\$/mês	44	3.75	165.00
Seguro de Vida	R\$/mês	0.62%	2.074.20	12.86
Subtotal (R\$/mês)				1 251.21
Uniformes e EPI's				
Calça e Camisa de Brim	Conj/ano	4	75.49	301.96
Bota de Couro	Par/ano	3	43.90	131.70
Protetor Auricular	Unid/ano	2	10.90	21.80
Luva de Couro	Par/ano	6	10.50	63.00
Boné Jockey	Unid/ano	3	6.00	18.00
Capa de Chuva	Unid/ano	1	13.00	13.00
Jaqueta de Frio	Unid/ano	1	72.00	72.00
Material de Consumo	Unid/mês	1	114.43	114.43
Subtotal (R\$/mês)				166.22

8.2.7. Materiais de Manutenção

Neste item estão incluídos todos os equipamentos e materiais necessários à manutenção e operação do sistema de esgotamento sanitário proposto. Para tal estimou-se um custo de material em R\$ 1098,54 por quilômetro de rede por ano e R\$ 7,85 por ligação de esgoto por ano tendo-se por base estudos feitos pela EBP/CONEM/CESAN no município de Serra/ES¹. Também são incluídos combustíveis necessários à operação e manutenção da frota de veículos.

Foram considerados os maquinários básicos para a execução do serviço conforme tabela a seguir:

Tabela 38: Custo com o materiais de manutenção

Cargo	Parâmetro de Dimensionamento	Quantidade Total (unidade)	Custo (R\$/ano)
	(ligações/unidades)		
Caminhão Basculante 6 m ³	200.000	1	152 101.49
Caminhão Jato/Vácuo Pressão	100.000	1	329 523.89
Mini-jet (Sewerjet)	100.000	1	252 682.20
Pick-up 1600 CC Cap. 500 a 800 kg	60.000	2	66 085.69
Retroescavadeira com operador	100.000	1	143 815.74
Veículo Leve 1.000 completo	40.000	2	64 082.76
TOTAL			1 008 291.76

8.2.8. Serviços Gerais

Neste item estão incluídos os custos com serviços e materiais gerais de consumo como: papel, telefones, xerox, material de limpeza, etc. Estimou-se um total de gasto mensal da ordem de R\$ 36.135,90 totalizando uma despesa de R\$ 433.630,80 ao ano.

8.3. Resultados

A partir do exposto, apresentam-se os seguintes resultados obtidos:

- OPEX Total obtido (30 anos), separados por tipo de despesa;
- Custos Unitários Médios (R\$/m³) separados por tipo de despesa;

¹ Os valores foram corrigidos pelo INCC de 2012 para o ano de 2015, adicionado ainda ao índice de 1.1511393 (IPCA) referente a inflação até Abril de 2018.

➤ OPEX total (R\$/m³)

O valor total da exploração resultou em aproximadamente R\$ 486,5 milhões, considerando o período de 30 anos. O custo unitário médio por metro cúbico de esgoto coletado e tratado para o município de Cariacica é de **R\$ 1,162/m³**. Para Viana bairros o custo unitário médio por metro cúbico de esgoto tratado ficou em **R\$ 0,476/m³**.

A seguir serão apresentados estes custos por sistemas.

Tabela 39: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa – Bandeirantes

Extensão da rede de esgotos	km	476
Volume coletado e tratado de esgotos	m ³	223.311.645
Tipo da Despesa		R\$/m³
Produtos químicos de ETEs (Polímero)		0.022
Disposição final de lodo de ETEs		0.007
Produtos químicos de ETEs (Cloro)		0.088
Energia elétrica das ETEs		0.169
Monitoramento de Corpos D'água		0.006
Energia elétrica de Reversão		0.067
Manutenção de Reversão		0.033
Energia Elétrica das ETEs de Redes		0.100
Manutenção das ETEs de Redes		0.050
EE Emissário		0.000
Pessoal de ETEs		0.174
Manutenção de ETE		0.008
Pessoal de ETEs e Redes		0.080
Materiais (Manutenção, Combustível, Ferramentas, Oficina, Veículos, etc)		0.153
Pessoal Administrativo e Financeiro e Coordenadores		0.091
Serviços gerais e alugueis, tel, xerox, etc		0.019
OPEX de esgoto tratado		1.069

Tabela 40: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa – Flexal

Extensão da rede de esgotos	km	329
Volume coletado e tratado de esgotos	m ³	83.956.120
Tipo da Despesa		R\$/m ³
Produtos químicos de ETEs (Polímero)		0.018
Disposição final de lodo de ETEs		0.006
Produtos químicos de ETEs (Cloro)		0.072
Energia elétrica das ETEs		0.048
Monitoramento de Corpos D'água		0.008
Energia elétrica de Reversão		0.067
Manutenção de Reversão		0.033
Energia Elétrica das EEEs de Redes		0.100
Manutenção das EEEs de Redes		0.050
EE Emissário		0.020
Pessoal de ETEs		0.280
Manutenção de ETE		0.010
Pessoal de EEEs e Redes		0.131
Materiais (Manutenção, Combustível, Ferramentas, Oficina, Veículos, etc)		0.252
Pessoal Administrativo e Financeiro e Coordenadores		0.241
Serviços gerais e aluguéis, tel, xerox, etc		0.052
OPEX de esgoto tratado		1.388

Tabela 41: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa – Pedreiras

Extensão da rede de esgotos	km	388
Volume coletado e tratado de esgotos	m ³	111.212.676
Tipo da Despesa		R\$/m ³
Produtos químicos de ETEs (Polímero)		0.018
Disposição final de lodo de ETEs		0.006
Produtos químicos de ETEs (Cloro)		0.072
Energia elétrica das ETEs		0.048
Monitoramento de Corpos D'água		0.015
Energia elétrica de Reversão		0.067
Manutenção de Reversão		0.033
Energia Elétrica das EEEs de Redes		0.100
Manutenção das EEEs de Redes		0.050
EE Emissário		0.000
Pessoal de ETEs		0.211
Manutenção de ETE		0.019
Pessoal de EEEs e Redes		0.109
Materiais (Manutenção, Combustível, Ferramentas, Oficina, Veículos, etc)		0.210

Pessoal Administrativo e Financeiro e Coordenadores	0.182
Serviços gerais e aluguéis, tel, xerox, etc	0.039
OPEX de esgoto tratado	1.180

Tabela 42: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa

Extensão da rede de esgotos	km	1.184
Volume coletado e tratado de esgotos	m ³	418.480.441
Tipo da Despesa		R\$/m ³
Produtos químicos de ETEs (Polímero)		0,020
Disposição final de lodo de ETEs		0,007
Produtos químicos de ETEs (Cloro)		0,081
Energia elétrica das ETEs		0,113
Monitoramento de Corpos D'água		0,009
Energia elétrica de Reversão		0,067
Manutenção de Reversão		0,033
Energia Elétrica das ETEs de Redes		0,100
Manutenção das ETEs de Redes		0,050
EE Emissário		0,004
Pessoal de ETEs		0,205
Manutenção de ETE		0,012
Pessoal de ETEs e Redes		0,098
Materiais (Manutenção, Combustível, Ferramentas, Oficina, Veículos, etc)		0,188
Pessoal Administrativo e Financeiro e Coordenadores		0,145
Serviços gerais e aluguéis, tel, xerox, etc		0,031
OPEX de esgoto tratado		1.162