



Companhia Espírito Santense de Saneamento – CESAN

**Sistemas de Esgotamento Sanitário do Município
de Vila Velha**

Região Metropolitana da Grande Vitória/ES

SOLUÇÃO DE REFERÊNCIA

Junho / 2016

Nº CESAN:	
Verificação CESAN	

Sumário

1.	Condicionantes da Solução	8
1.1.	Condicionantes Técnicos	8
1.2.	Condicionantes Ambientais	9
1.3.	Condicionantes Econômicas	9
2.	Diagnóstico do Esgotamento Sanitário	11
2.1.	Rede Coletora	12
2.1.1.	Sistema Araçás	13
2.1.2.	Bacia Argolas	13
2.1.3.	Sistema Ewerton Montenegro	13
2.1.4.	Sistema Jabaeté	13
2.1.5.	Sistema Jacarenema	13
2.1.6.	Sistema Ulysses Guimarães	13
2.1.7.	Sistema Ponta da Fruta	14
2.1.8.	Sistema Vale Encantado	14
2.1.9.	Sistemas Condominiais	14
2.2.	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto (EEEB)	14
2.2.1.	Sistema Araçás	15
2.2.2.	Bacia Argolas	16
2.2.3.	Sistema Ewerton Montenegro	17
2.2.4.	Sistema Jabaeté	17
2.2.5.	Sistema Jacarenema	18
2.2.6.	Sistema Ulysses Guimarães	18
2.2.7.	Sistema Ponta da Fruta	19
2.2.8.	Sistema Vale Encantado	19
2.2.9.	Sistemas Condominiais	20
2.3.	Estações de Tratamento	21
2.3.1.	Sistema Araçás	22
2.3.2.	Bacia Argolas	25
2.3.3.	Sistema Ewerton Montenegro	25
2.3.4.	Sistema Jabaeté	25
2.3.5.	Sistema Jacarenema	26
2.3.6.	Sistema Ulysses Guimarães	26
2.3.7.	Sistema Ponta da Fruta	29
2.3.8.	Sistema Vale Encantado	29
2.3.9.	Sistemas Condominiais	30
2.4.	Corpos Receptores	31
2.4.1.	Sistema Araçás	31
2.4.2.	Sistema Ewerton Montenegro	32
2.4.3.	Sistema Jabaeté	32
2.4.4.	Sistema Jacarenema	32
2.4.5.	Sistema Ulysses Guimarães	32
2.4.6.	Sistema Ponta da Fruta	33
2.4.7.	Sistema Vale Encantado	33
2.4.8.	Sistemas Condominiais	33
3.	Definição dos Parâmetros do Sistema	35

3.1.	População de Projeto e População Atendida	35
3.1.1.	Resumo da população de projeto (população urbana residente e flutuante)	35
3.1.2.	População Atendida	35
3.2.	Parâmetros de Definição da Vazão	36
3.2.1.	Período de Projeto	36
3.2.2.	Consumo “per capita”	36
3.2.3.	Coeficiente de Variação de Vazão	36
3.2.4.	Coeficiente de Retorno	36
3.2.5.	Coeficiente de Infiltração	36
3.3.	Plano de Escoamento	36
3.3.1.	População por Sistema	38
3.3.2.	Estimativa dos quantitativos	39
4.	Definição da Solução de Referência	40
4.1.	Definição das Tecnologias e Processos de Tratamento	40
4.2.	Descrição do Processo de Tratamento Proposto UASB + Lodos Ativados	41
4.2.1.	Dimensionamento dos módulos das ETEs	41
5.	Crítérios para Orçamentação da Solução de Referência	45
5.1.	Custos Unitários das Obras	45
5.2.	Definição da Área de Planejamento	45
5.3.	Projeção das Demandas Futuras	46
5.3.1.	Cobertura e adesão	46
5.3.1.1.	Sistemas de Coleta	46
5.3.1.2.	Estações de Tratamento – Premissas do Estudo	50
5.4.	Estimativa Orçamentária - ETE	50
6.	Resumo CAPEX	54
7.	Volumes Coletados e Tratados	55
8.	Despesas de Exploração	57
8.1.	Instalações de Esgoto Consideradas	57
8.2.	Custos Unitários	57
8.2.1.	Custos de operação das estações elevatórias de rede e elevatórias de reversão	58
8.2.2.	Custos de energia elétrica utilizada nas estações de tratamento de esgoto	58
8.2.3.	Disposição final de lodo das ETEs	58
8.2.4.	Custo de Produtos Químicos	58
8.2.5.	Monitoramento	58
8.2.6.	Pessoal	58
8.2.7.	Materiais de Manutenção	63
8.2.8.	Serviços Gerais	63
8.3.	Resultados	63

Lista de Figuras

Figura 1: Sistemas de esgotamento sanitário do município de Vila Velha	12
Figura 2: Estação elevatória VVP	16
Figura 3: Estação elevatória VVJ	16
Figura 4: Estação elevatória VVC	16
Figura 5: Estação elevatória EEEB-1	16
Figura 6: Estação elevatória VVL	16
Figura 7: Estação elevatória D. J. Batista	16
Figura 8: Estação elevatória de Ewerton Montenegro	17
Figura 9: Estação elevatória de Ewerton Montenegro	17
Figura 10: Estação elevatória Jabaeté I	18
Figura 11: Estação elevatória Jabaeté I	18
Figura 12: Estação elevatória Jabaeté III	18
Figura 13: Estação elevatória Jabaeté III	18
Figura 14: Estação elevatória João Goulart I	19
Figura 15: Estação elevatória João Goulart II	19
Figura 16: Estação elevatória Terra Vermelha I	19
Figura 17: Estação elevatória Terra Vermelha II	19
Figura 18: Estação elevatória Vale Encantado	20
Figura 19: Estação elevatória Vale Encantado	20
Figura 20: Estação elevatória Rio Marinho	20
Figura 21: Estação elevatória Rio Marinho	20
Figura 22: Estação elevatória Riviera Park 1	21
Figura 23: Estação elevatória Riviera Park 2	21
Figura 24: Estação elevatória Riviera Park 3	21
Figura 25: Estação elevatória Riviera Park 4	21
Figura 26: Esquema da ETE Araçás	23
Figura 27: Tratamento preliminar - gradeamento	24
Figura 28: Tratamento preliminar - desarenadores	24
Figura 29: Processo biológico - tanque anóxico	24
Figura 30: Processo biológico - tanque aeração/decantação 1 (aerando)	24
Figura 31: Processo biológico - digestor aeróbio	24
Figura 32: Processo biológico - adensadores 1 e 2	24
Figura 33: Monitoramento das estruturas da ETE Araçás	25
Figura 34: Monitoramento e controle das estações elevatórias	25
Figura 35: Localização da ETE Jabaeté	26
Figura 36: ETE Jabaeté	26
Figura 37: Esquema da ETE Ulysses Guimarães	28
Figura 38: Tratamento preliminar - gradeamento	29
Figura 39: Tratamento preliminar - caixa de areia e calha parshall	29
Figura 40: Tratamento preliminar – caixa de gordura	29
Figura 41: Elevatória de esgoto da ETE Ulysses Guimarães	29
Figura 42: Processo Biológico (UASB + BFAS)	29
Figura 43: Leito de secagem	29
Figura 44: Localização da ETE Vale Encantado	30

Figura 45: ETE Vale Encantado	30
Figura 46: Situação futura dos sistemas de esgotamento sanitário do município de Vila Velha.....	38

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Evolução das redes de coleta a implementar (em m)	48
Gráfico 2: Evolução das ligações a implementar	48
Gráfico 3: Evolução dos coletores tronco a implementar (em m).....	49
Gráfico 4: Evolução das linhas de recalque a implementar (em m).....	49
Gráfico 5: Evolução das linhas de recalque de reversão a implementar (em m).....	49

Lista de Tabelas

Tabela 1: Quantitativo de rede coletora do sistema Araçás	13
Tabela 2: Quantitativo de rede coletora do sistema Bacia Argolas.....	13
Tabela 3: Quantitativo de rede coletora do sistema Ewerton Montenegro	13
Tabela 4: Quantitativo de rede coletora do sistema Jabaeté	13
Tabela 5: Quantitativo de rede coletora do sistema Jacarenema	13
Tabela 6: Quantitativo de rede coletora do sistema Ulysses Guimarães	13
Tabela 7: Quantitativo de rede coletora do sistema Ponta da Fruta.....	14
Tabela 8: Quantitativo de rede coletora do sistema Vale Encantado	14
Tabela 9: Quantitativo de rede coletora de Riviera Park.....	14
Tabela 10: Quantitativo de rede coletora de Jardins Veneza.....	14
Tabela 11: Quantitativo de rede coletora de Mar D'ulé	14
Tabela 12: Informações das Elevatórias do Sistema Araçás	15
Tabela 13: Informações das Elevatórias do Sistema Ewerton Montenegro.....	17
Tabela 14: Informações das Elevatórias do Sistema Jabaeté.....	17
Tabela 15: Informações das Elevatórias do Sistema Ulysses Guimarães	18
Tabela 16: Informações das Elevatórias do Sistema Vale Encantado	19
Tabela 17: Informações das Elevatórias do Sistema Riviera Park	20
Tabela 18: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Araçás	22
Tabela 19: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Jabaeté	25
Tabela 20: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Jacarenema	26
Tabela 21: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Ulysses Guimarães	27
Tabela 22: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Vale Encantado	30
Tabela 23: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Riviera Park	30
Tabela 24: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Araçás.....	32
Tabela 25: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Jabaeté	32
Tabela 26: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Jacaranema.....	32
Tabela 27: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Ulysses Guimarães	33
Tabela 28: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Ponta da Fruta.....	33
Tabela 29: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Vale Encantado	33
Tabela 30: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Riviera Park.....	34
Tabela 31: População urbana fixa, flutuante e total - Vila Velha (em hab.)	35
Tabela 32: População urbana total e população de projeto - Vila Velha/ES (em hab.).....	35

Tabela 33: População de projeto e população atendida por sistema	38
Tabela 34: Expansão dos sistemas de esgoto de Vila Velha.....	39
Tabela 35: Processo de tratamento por sistema - Vila Velha/ES	40
Tabela 36: Dimensionamento dos módulos UASB - 51 L/s	42
Tabela 37: Dimensionamento dos módulos dos tanques de aeração - 35 L/s.....	43
Tabela 38: Dimensionamento dos decantadores secundários - 35 L/s	44
Tabela 39: Custos unitários utilizados	45
Tabela 40: Quantitativo dos equipamentos a serem implementados nos sistemas de coleta do município de Vila Velha	48
Tabela 41: Planilha orçamentária – ETEs resumo geral.....	50
Tabela 42: Planilha Orçamentária ETE Ulysses Guimarães (200 L/s)	51
Tabela 43: Resumo CAPEX	54
Tabela 44: Volume coletado e tratado nos sistemas propostos (m ³ /ano)	56
Tabela 45: Sistemas de esgoto e tipo de tratamento adotado	57
Tabela 46: Custo com o Pessoal das Unidades de Tratamento	60
Tabela 47: Custo com o Pessoal de manutenção e operação das unidades EEE's e Redes	61
Tabela 48: Custo com o Pessoal Administrativo	61
Tabela 49: Custo dos benefícios com o pessoal das unidades de trabalho	62
Tabela 50: Custo com o materiais de manutenção	63
Tabela 51: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa – Vila Velha/ES	64

1. Condicionantes da Solução

1.1. Condicionantes Técnicos

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 como ponto de partida o Censo IBGE 2010, estimando-se pelos Censos anteriores a população total para os anos seguintes. 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 Vila Velha teve como critério básico para sua adoção o fato de serem 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, 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;
 - Tecnologia adequada: a solução deve absorver uma tecnologia moderna e
 - Aspecto ambiental: a solução deve ser adequada sob o aspecto ambiental, levando em consideração uma importante condicionante, onde se destaca a grande extensão territorial do município de Vila Velha. 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.

1.2. Condicionantes Ambientais

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

- 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, a Resolução CONAMA 430/11 e 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 a seguir sintetizadas.

- 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.

2. Diagnóstico do Esgotamento Sanitário

O sistema de esgotamento sanitário de Vila Velha possui uma cobertura de 52%, o que representa 235.985 habitantes, sendo o índice de atendimento de 39,6% da população total. Esta diferença se deve ao fato de que nem todas as economias estão ligadas à rede, apesar da existência desta. Tal situação foi destacada no Plano Municipal de Saneamento Básico de Vila Velha de 2014, que citou ainda o Programa “Se Liga na Rede”, da CESAN, que visa à conscientização da população quanto à importância de se ligar na rede coletora de esgoto.

O sistema de esgotamento atende 179.526 habitantes, totalizando 24.015 ligações e 69.939 economias ativas. Adicionalmente, o sistema apresenta 12.414 ligações e 24.236 economias factíveis. Atualmente encontra-se dividido em nove sub-sistemas¹: Araçás, Bacia Argolas, Ewerton Montenegro, Jabaeté, Jacarenema, Ponta da Fruta, Ulysses Guimarães, Vale Encantado e Área Norte de Guarapari². A representação destes sistemas pode ser visualizado a partir da Figura 1.

¹ Destaca-se que o bairro Nova América, em Vila Velha, integra o Sistema Bandeirantes do município de Cariacica.

² A Área Norte de Guarapari faz parte do sistema Ponta da Fruta, apesar de estar localizado no município de Guarapari.

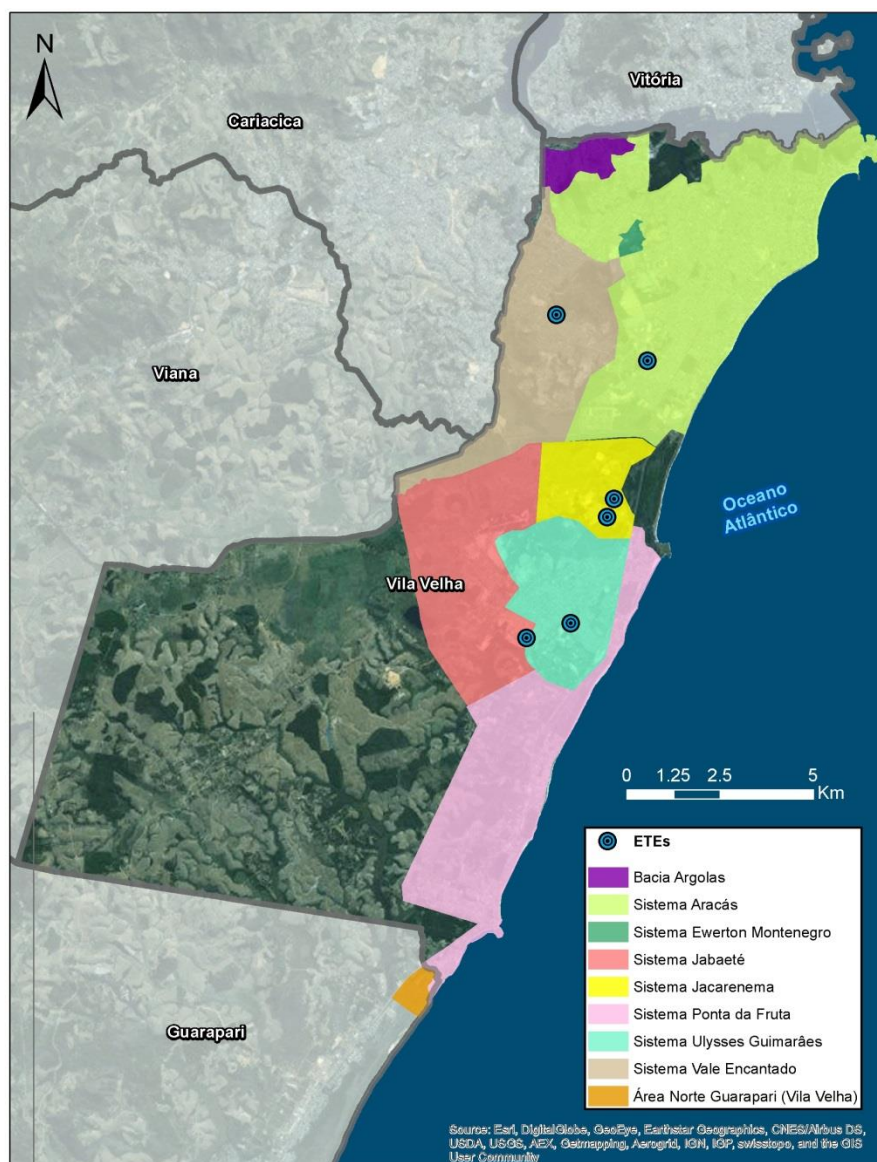


Figura 1: Sistemas de esgotamento sanitário do município de Vila Velha

2.1. Rede Coletora

De acordo com os dados dos cadastros, verifica-se no município um total de 471.713 m de tubulações coletoras, considerando nestes valores também as extensões dos coletores tronco e linhas de recalque.

De acordo com as normas NBR ABNT 9.649/1986, entende-se como tronco coletor toda a “tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuições de esgoto de outros coletores”. Desta forma, a partir do cadastro da rede, foi possível obter um valor total de 17,8 km de coletores tronco no município. Nos mesmos cadastros, ainda foram identificados 29,4 km de linhas de recalque de esgoto bruto.

A seguir apresenta-se escrutinado por sistema o quantitativo de rede coletora identificado a partir do cadastro. Destaca-se que o bairro Nova América, apesar de se encontrar no município de Vila Velha, participa do Sistema Bandeirantes (associado diretamente ao município de Cariacica), e por esta razão, a mesma não foi contemplada em nenhum dos sistemas a seguir apresentados. Neste bairro, foram identificadas 4.251m de rede coletora e 451m de linhas de recalque.

2.1.1. Sistema Araçás

Tabela 1: Quantitativo de rede coletora do sistema Araçás

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Araçás	316.215	17.825	21.093	355.133

2.1.2. Bacia Argolas

Tabela 2: Quantitativo de rede coletora do sistema Bacia Argolas

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Bacia Argolas	0	0	0	0

2.1.3. Sistema Ewerton Montenegro

Tabela 3: Quantitativo de rede coletora do sistema Ewerton Montenegro

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Ewerton Montenegro	803	0	287	1.090

2.1.4. Sistema Jabaeté

Tabela 4: Quantitativo de rede coletora do sistema Jabaeté

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Jabaeté	9.792	0	442	10.234

2.1.5. Sistema Jacarenema

Tabela 5: Quantitativo de rede coletora do sistema Jacarenema

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Jacarenema	3.109	0,00	327	3.436

2.1.6. Sistema Ulysses Guimarães

Tabela 6: Quantitativo de rede coletora do sistema Ulysses Guimarães

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Ulysses Guimarães	37.378	0	3.920	41.298

2.1.7. Sistema Ponta da Fruta

Tabela 7: Quantitativo de rede coletora do sistema Ponta da Fruta³

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Ponta da Fruta	34.134	0	0	34.134

2.1.8. Sistema Vale Encantado

Tabela 8: Quantitativo de rede coletora do sistema Vale Encantado

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Vale Encantado	8.337	0	788	9.125

2.1.9. Sistemas Condominiais

Tabela 9: Quantitativo de rede coletora de Riviera Park

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Riviera Park	6.307	0,00	716	7.023

Tabela 10: Quantitativo de rede coletora de Jardins Veneza

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Jardins Veneza	6.145	0,00	1.849	7.994

Tabela 11: Quantitativo de rede coletora de Mar D'ulé

Sistema	Rede coletora (m)	Coletor Tronco (m)	Linha de Recalque (m)	Total (m)
Mar D'ulé	2.241	0	4	2.246

2.2. Estações Elevatórias de Esgoto Bruto (EEEB)

Existem 42 estações elevatórias de esgoto bruto no município, sendo quatro destas, estruturas integrantes de ETEs⁴. O restante é classificado como elevatórias de rede, visto que atuam no recalque de esgoto ao longo do sistema coletor.

Destaca-se que a elevatória Nova América, por participar do Sistema Bandeirantes (associado diretamente ao município de Cariacica), não foi contemplada em nenhum dos sistemas a seguir apresentados.

³ Considera também a área associada às bacias vinculadas à Área Norte Guarapari.

⁴ As informações sobre as ETEs apresentadas foram verificadas a partir de levantamentos realizados em campo nos dias 08 e 09 de julho de 2015.

2.2.1. Sistema Araçás

Em relação às elevatórias existentes no Sistema Araçás verifica-se a existência de 22 elevatórias. As informações estão apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12: Informações das Elevatórias do Sistema Araçás

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos				
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Marca/Modelo	Vazão (L/s)	H (mca)
EE VV - A	20°19.530'	40°16.316'	1+1R	3,7	FLYGT CP 3102.180 MT	8,9	13,1
EE VV - B	20°19.749'	40°17.544'	1+1R	6,3	M46/4-B	28	10
EE VV - C	20°19.967'	40°17.027'	1+1R	26	FLYGT CP 3102.180 MT	153,5	12,8
EE VV - D	20°20.394'	40°18.657'	2+1R	34	ABS XFP 151 J- VCB2	173	19,7
EE VV - F	20°21.033'	40°18.075'	1+1R	11,2	FLYGT CP 3140.180 HT	36,4	17,7
EE VV - J	20°20.666'	40°17.515'	2+1R	45	FLYGT NP 3300.181 LT	401,5	14,7
EE VV - L	20°21.546'	40°18.975'	1+1R	7,5	FLYGT CP 3127.180 HT	21,1	15,5
EE VV - P	20°22.007'	40°18.526'	2+1R	104	FLYGT CP 3306.665	718,5	23,3
EE VV - Q	20°20.914'	40°18.790'	1+1R	11,2	FLYGT NP 3153.180 LT	97	8,1
EE VV - R	20°19.980'	40°18.469'	2+1R	12,5	ABS AFP 1546 M90	101,5	10,8
EE VV - S	20°20.588'	40°17.956'	1+1R	11,2	FLYGT NP 3153.180 LT	62,7	8,1
EEEB 1	20°22.097'	40°18.852'	1+1R	2	ABS EJ 20BX	10,4	7,4
EEEB 2	20°21.926'	40°19.477'	1+1R	10	ABS AFP 1049 M75/4-B	18,1	17,3
EEEB 3	20°23.050'	40°19.883'	1+1R	3	ABS EJ 30BVX	11,6	9,4
EEEB 4	20°23.019'	40°19.405'	1+1R	4	ABS EJ 30BX	15,3	9,4
EEEB 5	20°23.037'	40°19.265'	2+1R	30	ABS AFP 153/630	173,1	15,5
COLINAS I	20°20.912'	40°19.623'	1+1R	6	FLYGT CP 3085 182 MT	2,9	20
COLINAS II	20°20.853'	40°19.319'	1+1R	20	FLYGT CP 3085 182 MT	9	6,5
D.J. BATISTA	20°20.074'	40°19.092'	1+1R	10	ABS AFP 1047	8,5	8,3
GAIVOTAS	20°22.388'	40°18.824'	1+1R	10	ABS AFP 1047	21	19
ITAPARICA	20°22.703'	40°18.824'	2+1R	20	FLYGT NP 3153	112	12,5
PARQUE ESMERALDAS I	20°21.380'	40°19.301'	1+1R	-	-	-	-

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



Figura 2: Estação elevatória VVP



Figura 3: Estação elevatória VVJ



Figura 4: Estação elevatória VVC



Figura 5: Estação elevatória EEEB-1



Figura 6: Estação elevatória VVL



Figura 7: Estação elevatória D. J. Batista

2.2.2. Bacia Argolas

Atualmente não há quaisquer estações elevatórias na Bacia Argolas.

2.2.3. Sistema Ewerton Montenegro

Em relação às elevatórias existentes no Sistema Ewerton Montenegro destaca-se a existência apenas de uma elevatória. As informações estão apresentadas a seguir.

Tabela 13: Informações das Elevatórias do Sistema Ewerton Montenegro

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos				
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Marca/Modelo	Vazão (L/s)	H (mca)
EWERTON MONTENEGRO	20°21.044'	40°19.693'	1+1R	10	ABS 1047	1	10



Figura 8: Estação elevatória de Ewerton Montenegro



Figura 9: Estação elevatória de Ewerton Montenegro

2.2.4. Sistema Jabaeté

O Sistema Jabaeté conta com apenas duas elevatórias. As informações estão apresentadas a seguir.

Tabela 14: Informações das Elevatórias do Sistema Jabaeté

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos				
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Marca/Modelo	Vazão (L/s)	H (mca)
JABAETÉ I	20°26.704'	40°21.388'	1+1R	10	KSB KRT E-80 20BR/34XG	20	8
JABAETÉ III	20°26.514'	40°21.516'	1+1R	5	ABS AFP 100-405	2	11



Figura 10: Estação elevatória Jabaeté I



Figura 11: Estação elevatória Jabaeté I



Figura 12: Estação elevatória Jabaeté III



Figura 13: Estação elevatória Jabaeté III

2.2.5. Sistema Jacarenema

Não há elevatórias no Sistema Jacarenema.

2.2.6. Sistema Ulysses Guimarães

Em relação ao Sistema Ulysses Guimarães existem 4 estações elevatórias ao todo. As características das mesmas estão apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15: Informações das Elevatórias do Sistema Ulysses Guimarães

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos				
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Marca/Modelo	Vazão (L/s)	H (mca)
TERRA VERMELHA I	20°26.417'	40°20.354'	1+1R	10	FLYGT CP 3127	20	11,3
TERRA VERMELHA II	20°26.884'	40°20.208'	1+1R	12,5	ABS	8	15
JOÃO GOULART I	20°26.541'	40°21.206'	1+1R	2	ABS EJ80	4	3,8
JOÃO GOULART II	20°26.433'	40°21.569'	1+1R	3	SPV	9,56	8,5



Figura 14: Estação elevatória João Goulart I



Figura 15: Estação elevatória João Goulart II



Figura 16: Estação elevatória Terra Vermelha I



Figura 17: Estação elevatória Terra Vermelha II

2.2.7. Sistema Ponta da Fruta

O Sistema Ponta da Fruta atualmente está em implementação.

2.2.8. Sistema Vale Encantado

No Sistema Vale Encantado existem apenas duas estações elevatórias. As características de cada uma delas estão apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16: Informações das Elevatórias do Sistema Vale Encantado

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos				
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Marca/Modelo	Vazão (L/s)	H (mca)
VALE ENCANTADO	20°22.065'	40°32.063'	1 + 1R	20	FLYGT 3052	54,89	20,5
RIO MARINHO	20°22.182'	40°21.375'	1 + 1R	10	FLYGT 3127	7,57	15



Figura 18: Estação elevatória Vale Encantado



Figura 19: Estação elevatória Vale Encantado



Figura 20: Estação elevatória Rio Marinho



Figura 21: Estação elevatória Rio Marinho

2.2.9. Sistemas Condominiais

Além dos diversos sistemas apresentados anteriormente, nota-se uma série de pequenos sistemas condominiais no município, que farão parte do sistema público de esgotamento sanitário. Entre eles, destaca-se o Sistema Riviera Park, que possui quatro elevatórias, conforme apresentado a seguir.

Tabela 17: Informações das Elevatórias do Sistema Riviera Park

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos				
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Marca/Modelo	Vazão (L/s)	H (mca)
EEEB RIVIERA PARK 1	20°24.624'	40°19.966'	1+1R	-	-	-	-
EEEB RIVIERA PARK 2	20°24.409'	40°20.029'	1+1R	-	-	-	-
EEEB RIVIERA PARK 3	20°24.792'	40°20.218'	1+1R	-	-	-	-

Elevatórias de Rede	Coordenadas		Dados técnicos				
	S	O	Nº Bombas	Potência (cv)	Marca/Modelo	Vazão (L/s)	H (mca)
EEEB RIVIERA PARK 4	20°24.677'	40°20.250'	1+1R	-	-	-	-



Figura 22: Estação elevatória Riviera Park 1



Figura 23: Estação elevatória Riviera Park 2



Figura 24: Estação elevatória Riviera Park 3



Figura 25: Estação elevatória Riviera Park 4

O condomínio Jardins Veneza apresenta duas elevatórias de rede (projetadas).

2.3. Estações de Tratamento

O município de Vila Velha conta atualmente com seis ETEs, todas localizadas na região hidrográfica do Jucu.

2.3.1. Sistema Araçás

A Estação de Tratamento de Esgotos Araçás é a principal do município de Vila Velha possuindo uma capacidade nominal de 400 L/s, operando em horários de pico com a vazão próxima dos 600 L/s. Inclusive quando a ETE opera nestas condições ao longo de um período de 40 minutos, aumenta-se o risco de “afogamento”/transbordamento da própria ETE, sendo requerida urgente ampliação para tratamento dos efluentes. A ETE opera pelo processo de lodos ativados. A seguir, apresenta-se um resumo das informações operacionais desta estrutura.

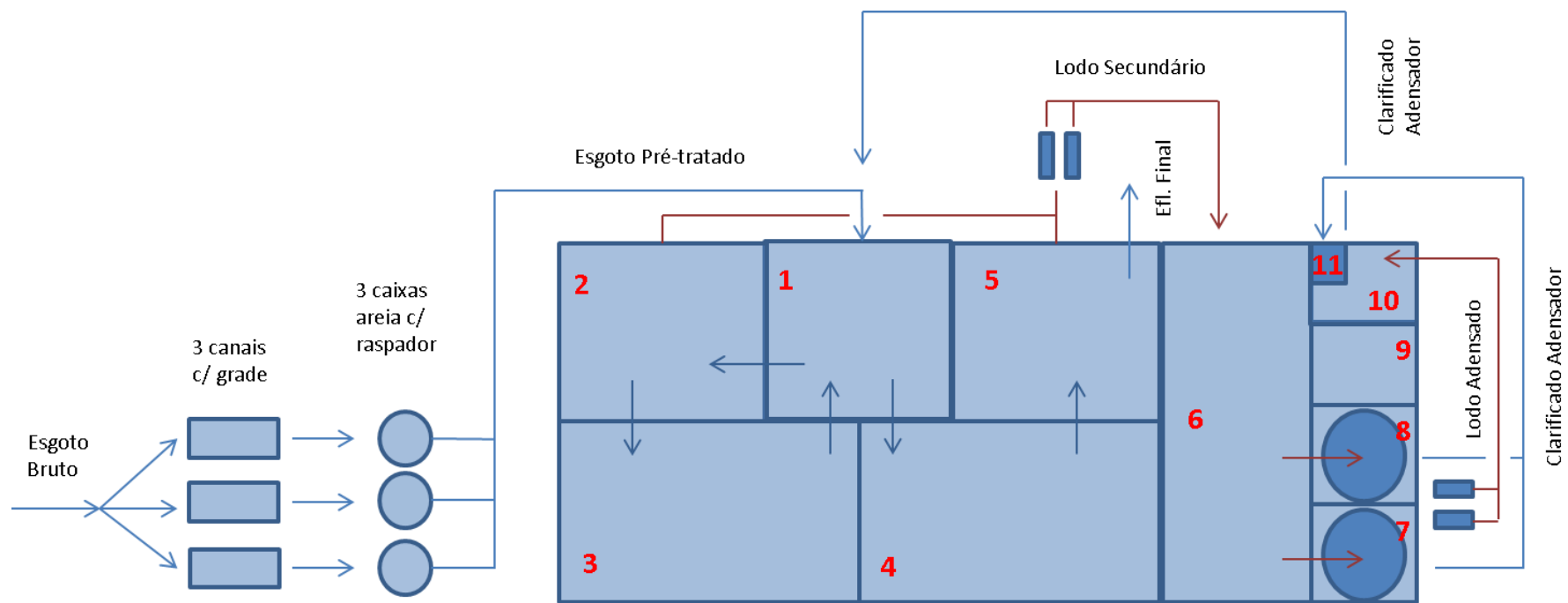
Tabela 18: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Araçás

ETE	Sistema de Tratamento	Capacidade nominal (L/s)	Vazão média ⁵ (L/s)	Eficiência Média ⁶ (%)
Araçás	Lodos Ativados (UNITANK)	400	368,6	96,5

O tratamento da ETE Araçás é composto por tratamento preliminar, através de 3 canais de grades mecanizadas e 3 caixas de areia retangulares com raspador mecanizados. Após este primeiro tratamento, o esgoto segue para o sistema UNITANK, composto de 1 tanque anóxico, 2 tanques de aeração, 2 tanques de aeração/decantação, 1 tanque digestor aeróbio e 2 adensadores circulares que operam por gravidade. A seguir, pode se visualizar o esquema operacional da ETE Araçás (Figura 26), bem como algumas fotos dos equipamentos supracitados.

⁵ Média obtida do período de agosto de 2014 a abril de 2015.

⁶ Média obtida do período de julho de 2014 a junho de 2015.



1- Tq. Anóxico
 2- Tq. Aeração/Decantação
 3- Tq. Aeração

4- Tq. Aeração
 5- Tq. Aeração/Decantação
 6- Digestor Aeróbio

7- Adensador 1
 8- Adensador 2
 9- Sala Sopradores

10 – Sala Secagem Lodo
 11- Elevatória Clarificado Adensador

Figura 26: Esquema da ETE Araçás



Figura 27: Tratamento preliminar - gradeamento



Figura 28: Tratamento preliminar - desarenadores



Figura 29: Processo biológico - tanque anóxico



Figura 30: Processo biológico - tanque aeração/decantação 1 (aerando)



Figura 31: Processo biológico - digestor aeróbio



Figura 32: Processo biológico - adensadores 1 e 2

Destaca-se ainda que a ETE Araçás conta com um sistema avançado de telemetria, que contribui para o contínuo monitoramento dos parâmetros físicos do tratamento. Algumas elevatórias (como por exemplo, a EE VVP), inclusive, são operadas pelo plano de controle, contribuindo para a maior eficiência e acompanhamento da operação da ETE. As figuras a seguir apresentam o acompanhamento de parte do tratamento realizado na ETE, bem como informações associadas à telemetria das elevatórias ligadas ao sistema.

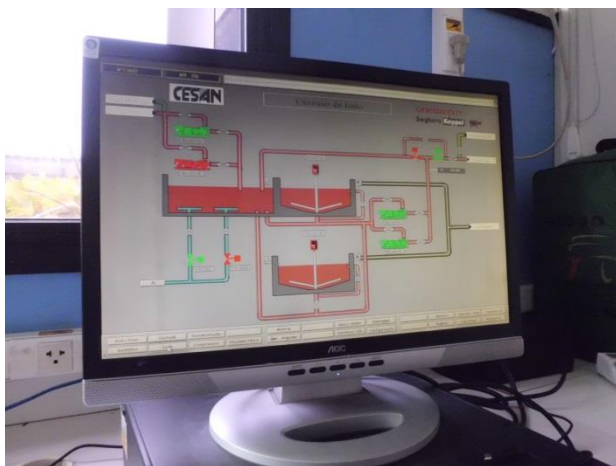


Figura 33: Monitoramento das estruturas da ETE Araçás

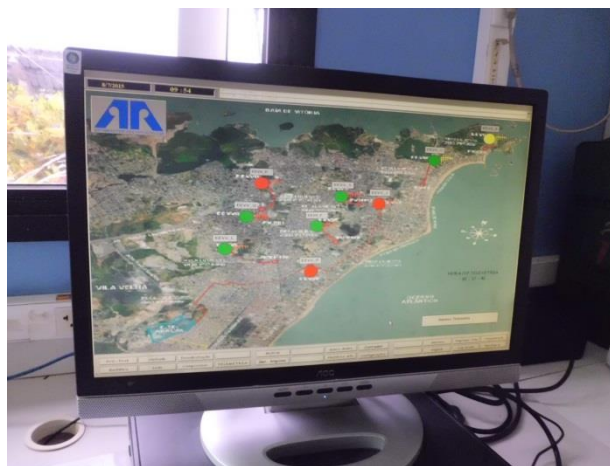


Figura 34: Monitoramento e controle das estações elevatórias

2.3.2. Bacia Argolas

Não há ETE na Bacia Argolas.

2.3.3. Sistema Ewerton Montenegro

O Sistema Ewerton Montenegro atualmente atende apenas ao Loteamento Ewerton Montenegro, sendo composto por rede coletora e uma elevatória. No entanto, a mesma é entendida apenas como uma sub-bacia que reverte seus efluentes diretamente para a ETE Araçás, não havendo qualquer tipologia de tratamento associada a este sistema.

2.3.4. Sistema Jabaeté

O Sistema Jabaeté atende fundamentalmente ao bairro Residencial Lagoa de Jabaeté, tendo sua ETE operando pelo processo de lodos ativados. Possui uma capacidade nominal de 30 L/s. As informações da ETE estão apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 19: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Jabaeté

ETE	Sistema de Tratamento	Capacidade nominal (L/s)	Vazão média ⁷ (L/s)	Eficiência Média ⁸ (%)
Jabaeté	Lodos Ativados Convencional	30	7,6	84,5

⁷ Média obtida do período de setembro de 2014 a abril de 2015.

⁸ Média obtida do período de julho de 2014 a junho de 2015.



Figura 35: Localização da ETE Jabaeté
Fonte: Google Earth



Figura 36: ETE Jabaeté
Fonte: Google Maps

2.3.5. Sistema Jacarenema

No Sistema Jacarenema (projetado para atender ao Conjunto Residencial Agesando da Costa Pereira) o tipo de tratamento empregado é o fossa filtro, possuindo capacidade nominal de 1,8 L/s.

Tabela 20: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Jacarenema

ETE	Sistema de Tratamento	Capacidade nominal (L/s)	Vazão média ⁹ (L/s)	Eficiência Média (%)
Jacarenema	Fossa-filtro	1,8	1,9	_ ¹⁰

2.3.6. Sistema Ulysses Guimarães

A ETE Ulysses Guimarães possui capacidade nominal de tratamento de 30 L/s. Possui tratamento preliminar, que é realizado a partir de uma grade manual e duas caixas de areia do tipo canal de limpeza manual, além de calha parshall e uma caixa de gordura. A partir desta caixa, o esgoto é então recalcado através de bombas submersíveis para início do processo biológico. Este, por sua vez, é composto de dois tanques UASB seguidos por filtro biológico aerado submerso. A desinfecção final é realizada através de processo ultravioleta. A ETE ainda conta com quatro leitos de secagem de lodo.

⁹ Média obtida do período de janeiro de 2014 a abril de 2015.

¹⁰ Não é feito monitoramento ambiental no efluente da ETE Jacarenema, por se tratar de um sistema Fossa-filtro.

Tabela 21: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Ulysses Guimarães

ETE	Sistema de Tratamento	Capacidade nominal (L/s)	Vazão média ¹¹ (L/s)	Eficiência Média ¹² (%)
Ulysses Guimarães ¹³	UASB + BFAS + DS + UV	30	13,2	94,1

A seguir, pode se visualizar o esquema operacional da ETE Ulysses Guimarães (Figura 37), bem como algumas fotos dos equipamentos supracitados.

¹¹ Média obtida do período de setembro de 2014 a abril de 2015.

¹² Média obtida do período de julho de 2014 a junho de 2015.

¹³ Também denominada Terra Vermelha.

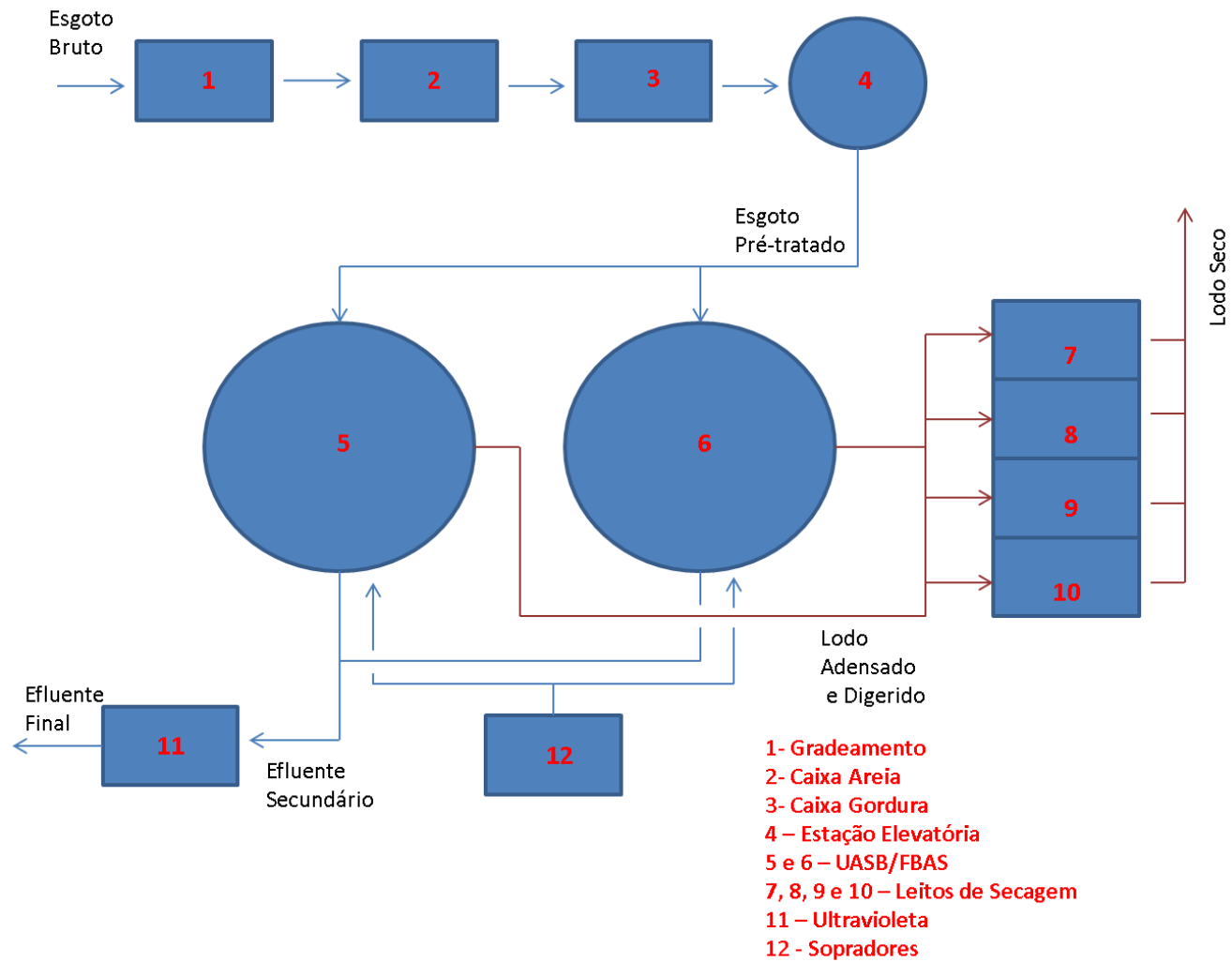


Figura 37: Esquema da ETE Ulysses Guimarães



Figura 38: Tratamento preliminar - gradeamento



Figura 39: Tratamento preliminar - caixa de areia e calha parshall



Figura 40: Tratamento preliminar - caixa de gordura



Figura 41: Elevatória de esgoto da ETE Ulysses Guimarães



Figura 42: Processo Biológico (UASB+BFAS)



Figura 43: Leito de secagem

2.3.7. Sistema Ponta da Fruta

O Sistema Ponta da Fruta, que está em implementação, já possui rede coletora assentada em alguns trechos, sendo ainda prevista a construção de sua ETE.

2.3.8. Sistema Vale Encantado

O Sistema Vale Encantado conta com uma estação de tratamento de esgotos do tipo reator anaeróbio, seguida de lagoa facultativa.

A seguir, apresentam-se as informações resumidas da ETE Vale Encantado, bem como algumas imagens que representam a localização da mesma no município de Vila Velha.

Tabela 22: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Vale Encantado

ETE	Sistema de Tratamento	Capacidade nominal (L/s)	Vazão média ¹⁴ (L/s)	Eficiência Média ¹⁵ (%)
Vale Encantado	UASB + L. FACULT.	9,57	2,7	88,2



Figura 44: Localização da ETE Vale Encantado
Fonte: Google Earth



Figura 45: ETE Vale Encantado
Fonte: Google Maps

2.3.9. Sistemas Condominiais

A ETE Riviera Park está associada ao loteamento Riviera Park Residence, possuindo uma capacidade nominal de 4,16 L/s e opera por tecnologia UASB + Biofiltro Aerado Submerso.

Tabela 23: Informações da Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Riviera Park

ETE	Sistema de Tratamento	Capacidade nominal (L/s)	Vazão média ¹⁶ (L/s)	Eficiência Média (%)
Riviera Park	UASB + BFAS + DS	4,16	0,3	¹⁷

Não foram obtidos dados das ETEs previstas para os condomínios Jardins Veneza e Mar D'ulé.

¹⁴ Média obtida do período de setembro de 2014 a abril de 2015.

¹⁵ Média obtida do período de julho, agosto, setembro, outubro e dezembro de 2014 e março de 2015.

¹⁶ Média obtida do período de setembro de 2014 a abril de 2015.

¹⁷ A ETE Riviera Park entrou em operação há pouco tempo e ainda não possui monitoramento ambiental do efluente.

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)

Inúmeros são os efeitos associados ao lançamento descontrolado dos efluentes nos corpos receptores. A emissão de nutrientes em determinado corpo d'água promove o aumento dos compostos nitrogenados e os fosfatos presentes no meio. Esta condição, por sua vez, contribui para a proliferação de microalgas na superfície aquática. Assim, diminui-se consideravelmente a penetração de luz na água, além é claro de diminuir o processo de fotossíntese de uma série de organismos aquáticos. A morte destes organismos aumenta a proliferação de bactérias, reduzindo o oxigênio disponível na água, gerando a mortandade de peixes e outros organismos.

Desta maneira, torna-se importante a identificação dos corpos receptores associados aos sistemas até então discutidos.

2.4.1. Sistema Araçás

A ETE Araçás possui como corpo receptor o Rio Jucu. A vazão outorgada é de 400 L/s. Destaca-se que DBO lançada no corpo receptor é de 30 mg/L.

Tabela 24: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Araçás

ETE	Manancial	Vazão de Outorga (L/s)	DBO efluente (mg/L)	Coordenadas UTM do ponto de lançamento		Outorga
				Leste (X)	Norte (Y)	
Araçás	Rio Jucu	400	30	361.604	7.743.889	Portaria 225 de 04/06/2008 Vigência: 04/06/2020

2.4.2. Sistema Ewerton Montenegro

Conforme já apresentado anteriormente, salienta-se que o Sistema Ewerton Montenegro reverte seus efluentes diretamente para a ETE Araçás

2.4.3. Sistema Jabaeté

A ETE Jabaeté, por sua vez, possui como corpo receptor o afluente do Rio da Draga. A vazão outorgada é de 30 L/s. Destaca-se que a DBO lançada no corpo receptor é de 40 mg/L.

Tabela 25: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Jabaeté

ETE	Manancial	Vazão de Outorga (L/s)	DBO efluente (mg/L)	Coordenadas UTM do ponto de lançamento		Outorga
				Leste (X)	Norte (Y)	
Jabaeté	Afluente do Rio da Draga	30	40	359.623	7.738.916	Portaria 31 de 15/03/2013 Vigência: 15/03/2025

2.4.4. Sistema Jacarenema

A ETE Jacarenema possui como corpo receptor uma drenagem, que por sua vez lança seus efluentes no estuário do Rio Jucu. Atualmente, está em curso um plano de desativação da ETE.

Tabela 26: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Jacaranema

ETE	Manancial	Vazão de Outorga (L/s)	DBO efluente (mg/L)	Coordenadas UTM do ponto de lançamento		Outorga
				Leste (X)	Norte (Y)	
Jacarenema	Drenagem (Estuário Rio Jucu)	-	-	366.284	7.760.932	Plano de desativação

2.4.5. Sistema Ulysses Guimarães

O corpo receptor da ETE Ulysses Guimarães é um afluente do Rio da Draga. A vazão outorgada é de 30 L/s, com uma DBO menor do que 30 mg/L.

Tabela 27: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Ulysses Guimarães

ETE	Manancial	Vazão de Outorga (L/s)	DBO efluente (mg/L)	Coordenadas UTM do ponto de lançamento		Outorga
				Leste (X)	Norte (Y)	
Ulysses Guimarães	Afluente do Rio da Draga	30	< 30	359.863	7.738.951	Portaria 380 de 10/05/2010 Vigência: 10/05/2016

2.4.6. Sistema Ponta da Fruta

Apesar do Sistema Ponta da Fruta estar em implementação, atualmente já existe o pedido de outorga. Para que os efluentes sejam lançados no Rio da Draga. A vazão de outorga é de 125 L/s e DBO de 35 mg/L.

Tabela 28: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Ponta da Fruta

ETE	Manancial	Vazão de Outorga (L/s)	DBO efluente (mg/L)	Coordenadas UTM do ponto de lançamento		Outorga
				Leste (X)	Norte (Y)	
Ponta da Fruta	Rio da Draga	125	35	360.520	7.738.107	Em análise

2.4.7. Sistema Vale Encantado

Em relação ao Sistema Vale Encantado, atualmente não há corpo receptor associado a esta ETE, sendo o lançamento dos efluentes realizados diretamente ao solo. Atualmente, está em curso um plano de desativação da ETE.

Tabela 29: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Vale Encantado

ETE	Manancial	Vazão de Outorga (L/s)	DBO efluente (mg/L)	Coordenadas UTM do ponto de lançamento		Outorga
				Leste (X)	Norte (Y)	
Vale Encantado	No solo	-	-	359.218	7.747.233	Plano de desativação

2.4.8. Sistemas Condominiais

Em relação aos sistemas associados aos condomínios do município, deve-se salientar que o corpo receptor do Condomínio Riviera Park é um canal de drenagem que leva os efluentes até o estuário do Rio Jucu. A referida ETE possui licença simplificada, inexistindo atualmente outorga.

Tabela 30: Informações referentes ao corpo receptor da ETE Riviera Park

ETE	Manancial	Vazão de Outorga (L/s)	DBO efluente (mg/L)	Coordenadas UTM do ponto de lançamento		Outorga
				Leste (X)	Norte (Y)	
Riviera Park	Drenagem (Estuário Rio Jucu)	-	-	366.284	7.760.932	-

Já em relação aos condomínios Jardins Veneza e Mar D'ulé, como exposto, ainda não existem estações de tratamento.

3. Definição dos Parâmetros do Sistema

3.1. População de Projeto e População Atendida

3.1.1. Resumo da população de projeto (população urbana residente e flutuante)

A tabela a seguir apresenta a população de projeto. Ela é obtida a partir da população urbana residente e da população urbana flutuante no município de Vila Velha/ES e de parte da população localizada na porção norte do município de Guarapari/ES. Deve-se destacar que o bairro Nova América não faz parte do escopo de estudo, tendo em vista que o mesmo deriva seus efluentes para o Sistema Bandeirantes (Cariacica/ES). Estas áreas podem ser visualizadas a partir da discussão apontada no item Plano de Escoamento, Figura 46. Os valores têm como base as resultantes do estudo populacional em função dos resultados do Censo IBGE 2010.

Tabela 31: População urbana fixa, flutuante e total - Vila Velha (em hab.)

População Urbana	Ano		
	2016	2025	2045
Residente	431.066	464.108	537.537
Flutuante	45.950	53.120	64.830
Total	477.016	517.228	602.367

3.1.2. População Atendida

A população de projeto resulta da adoção do índice de atendimento atual e da sua progressão ao longo do período da concessão. Para o presente estudo o atendimento foi da ordem de 95% da população de projeto a ser atendido em no máximo 10 anos (curto prazo). A população atendida pode ser visualizada na tabela a seguir (Tabela 32).

Tabela 32: População urbana total e população de projeto - Vila Velha/ES (em hab.)

População Urbana	Ano		
	2016	2025	2045
População de Projeto	477.016	517.228	602.367
População Atendida (95%)	214.023	491.367	572.249

3.2. Parâmetros de Definição da Vazão

3.2.1. Período de Projeto

O período de projeto considerado foi de 30 anos.

3.2.2. Consumo “per capita”

Define-se o valor de coeficiente de consumo “per capita” para o município de Vila Velha, indicado a seguir:

- quota “per capita”: 160 L/hab.dia

3.2.3. 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.

3.2.4. 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.

3.2.5. Coeficiente de Infiltração

O coeficiente de infiltração adotado para o município de Vila Velha foi de 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.

3.3. 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 (frentes de lotes).

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 que substituirão as ETEs desativadas, encaminhando o efluente para as novas estações de tratamento de esgotos ou revertendo toda a contribuição de uma sub-bacia a outro sistema de esgotamento.

O sistema de esgotamento de Vila Velha possui atualmente 6 estações de tratamento e, pela solução proposta, serão mantidas as seguintes estações, a saber: Araçás e Ulysses Guimarães. Será também implementada uma nova estação de tratamento no município: ETE Ponta da Fruta.

Deve-se destacar que estas três estações irão compor dois sistemas de esgotamento: Sistema Araçás (que contará com a ETE Araçás) e o Sistema Ulysses Guimarães (que contará com a ETE Ulysses Guimarães e a ETE Ponta da Fruta). Os outros sistemas tiveram seus efluentes revertidos para serem tratados nas três ETE's apresentadas,

As ETE's serão dotadas com tecnologias de tratamento que propiciem o atendimento às diretrizes ambientais e metas progressivas estabelecidas em contrato, a serem expandidas em áreas atualmente ocupadas pela ETE's. A exceção é a ETE Ponta da Fruta que será implementada em terreno ao lado da ETE Ulysses Guimarães.

Assim, a ETE Araçás foi mantida e ampliada, recebendo além dos esgotos gerados no próprio sistema, o efluente do Sistema Vale Encantado, Ewerton Montenegro e Bacia Argolas. Por sua vez, a ETE Ulysses Guimarães também será ampliada, recebendo os esgotos do seu próprio sistema, do Sistema Jabaeté, Sistema Jacarenema. Por fim, a ETE Ponta da Fruta (a ser implementada), receberá contribuições do sistema de mesmo nome e de parte da Área Norte Guarapari (que se localiza no município vizinho de Guarapari).

Observa-se que o bairro Nova América não compõe escopo dos estudos desenvolvidos, sendo parte integrante do Sistema Bandeirantes do município de Cariacica. Da mesma forma, destaca-se que a área rural não faz parte da área de projeto.

A resultante final do sistema proposto pode ser visualizada a partir da Figura 46.

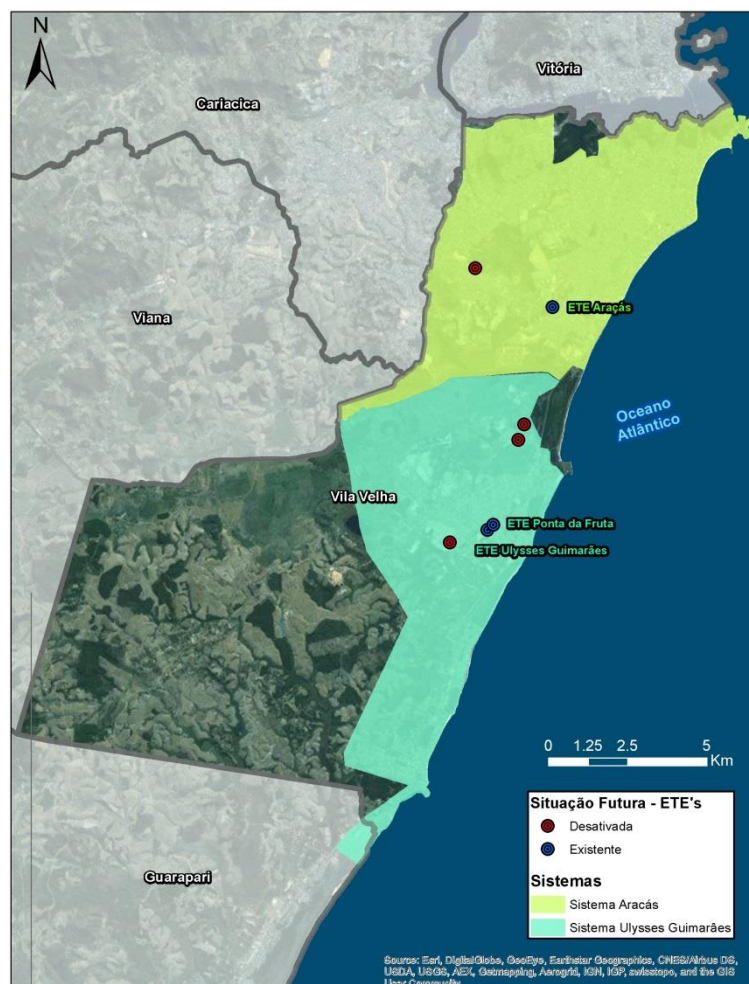


Figura 46: Situação futura dos sistemas de esgotamento sanitário do município de Vila Velha

3.3.1. População por Sistema

Com o intuito de permitir a avaliação das estruturas a serem implementadas no município de Vila Velha, apresenta-se a seguir a projeção populacional por sistema adotado como solução.

Tabela 33: População de projeto e população atendida por sistema

Sistema	População	Ano		
		2016	2025	2045
Aracás	Projeto	395.251	412.776	448.012
	Atendida	195.362	392.137	425.612
Ulysses Guimarães	Projeto	81.766	104.452	154.355
	Atendida	18.661	99.230	146.637

3.3.2. Estimativa dos quantitativos

As quantidades estimadas envolvidas em cada sistema de esgotos a implantar no município de Vila Velha estão a seguir apresentadas.

Tabela 34: Expansão dos sistemas de esgoto de Vila Velha

Sistema	Expansão					Reversão	
	Redes (km)	Coletor (km)	Ligações (un)	Recalque (km)	EEE's	Recalque (km)	EEE's
Araçás	322,3	9,7	32.399	16,3	19	6,3	2
Ulysses Guimarães	320,7	7,8	29.364	17,5	33	2,0	2

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 35: Processo de tratamento por sistema - Vila Velha/ES

Sistema	Subsistema	Tratamento	
		Tecnologia Atual	Tecnologia Proposta
Araçás	Araçás	Lodos Ativados + DS + UV	UASB + Lodos ativados + DS + Cloração
	Ewerton Montenegro	-	Reversão para a ETE Araçás
	Vale Encantado	UASB + Lagoa Facultativa	Desativação da ETE e reversão para a ETE Araçás
Ulysses Guimarães	Ulysses Guimarães	UASB + BFAS + DS + UV	UASB + Lodos ativados + DS + Cloração
	Jabaeté	Lodos Ativados Convencional	Desativação da ETE e reversão para a ETE Ulysses Guimarães
	Jacarenema	Fossa Filtro	Desativação da ETE e reversão para a ETE Ulysses Guimarães
	Ponta da Fruta	-	UASB + Lodos ativados + DS + Cloração
	Condomínio Riviera Park	UASB + BFAS + DS	Desativação da ETE e reversão para a ETE Ulysses Guimarães
	Condomínio Jardins Veneza	-	Desativação da ETE e reversão para a ETE Ponta da Fruta
	Condomínio Mar d'Ulé	-	Desativação da ETE e reversão para a ETE Ponta da Fruta

Legenda: UASB - Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente
 BFAS - Biofiltro Aerado Submerso
 DS - Decantador Secundário
 UV - Ultravioleta

4.2. Descrição do Processo de Tratamento Proposto UASB + Lodos Ativados

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.

Após o tratamento preliminar, o fluxo será distribuído aos Reatores UASB através de uma caixa de distribuição. Durante a operação do processo, seja na etapa inicial ou final, o efluente do UASB será misturado com o lodo ativado recirculado e então distribuído aos tanques de aeração. O lodo ativado, formado nos tanques de aeração, será separado do efluente tratado em decantadores secundários, retornando aos reatores de aeração e sendo lançado, em menor parcela, como lodo em excesso, no reator UASB visando seu adensamento e digestão.

O lodo gerado será bombeado a um tanque de armazenamento de onde será recalcado ao processo de secagem mecânica por prensa parafuso ou centrífuga conforme a ETE. O lodo seco será transportado, por caminhão, para disposição final em aterro sanitário. O material resultante do tratamento preliminar (material gradeado, areia e outros detritos) será igualmente transportado ao aterro sanitário, junto com o lodo seco por processo mecânico e estabilizado.

A seleção de tecnologias considerada está baseada na identificação de práticas que se consideram adequadas em termos de eficiência, facilidade operacional, de manutenção e custo.

4.2.1. Dimensionamento dos módulos das ETEs

Adotou-se como base para a elaboração do tratamento proposto módulos de 51 L/s para a tecnologia UASB e para decantadores secundários, bem como tanques de aeração, adotaram-se módulos da ordem de 35 L/s. A seguir, apresentam-se as informações acerca do dimensionamento das referidas estruturas.

Tabela 36: Dimensionamento dos módulos UASB - 51 L/s

DIMENSIONAMENTO REATOR – UASB – 51 L/s		
	Unidade	Valor
Vazões Afluentes		
Vazão Mínima	l/s	25,5
Vazão Média	l/s	51
Vazão de Pico – Máxima Horária	l/s	91,8
Carga Orgânica Afluente	kgDQO/dia	2.644
Concentração DQO Afluente	mg DBQ/l	600
Concentração DBO Afluente	mg DBO/l	300
Dimensões do UASB		
Número de Módulos	ud	1
Resultado para os Módulos		
Área do Módulo	m ²	295,4
Volume do Módulo	m ³	1.477,0
Largura do Módulo	m	14,0
Comprimento do Módulo	m	21,1
Profundidade útil	m	5
Eficiência Esperada na Remoção de DQO	%	65
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	h	8
Parâmetros de Cálculo para o Digestor		
Volume Máximo por Módulo	m ³	2.000
Área de Influência Máxima da Célula de Distribuição	m ²	2,32
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
RESULTADOS		
Resultados do Cálculo do TDH		
TDH para a vazão média	h	8
Eficiência Esperada na Remoção de DQO	%	65
Velocidade Ascensional para a Vazão Média	m/h	0,62

Resultados do Cálculo do Digestor		
Área Total	m ²	295,4
Volume Total	m ³	1.477
Número de Módulos	ud	1
Resultado para os Módulos		
Área	m ²	295,4
Volume	m ³	1.477,0
Largura	m	14,0
Comprimento	m	21,1
Número de Células de Distribuição	ud	128
Resultado para as Células de Distribuição		
Área de Influência	m ²	2,31
Largura da Célula	m	1,75
Comprimento de Célula	m	1,32
Número de Célula na Largura do Reator	ud	8
Número de células no Comprimento do Reator	ud	16
Resultados de Cálculo da Produção de Lodo		
Produção de Lodo	kgSST/dia	476
Produção Volumétrica Lodo	m ³ /dia	11,7

Tabela 37: Dimensionamento dos módulos dos tanques de aeração - 35 L/s

DIMENSIONAMENTO TANQUE DE AERAÇÃO - 35 L/s		
	Unidade	Valor
Vazão média	l/s	35
DBO afluente	mg/l	120
NTK afluente	mg/l	80
DBO sol. efluente	mg/l	8
Coefficiente de produção celular (Y)	KgSST/KgDBO	0,6
Idade do Lodo (θ)	d-1	8
Concentração de SSV no TA	mg/l	1100
Coefficiente de respiração endógena (Kd)	d-1	0,08
Fração biodegradável SSV (fb)	-	0,7
Dimensões		
Volume	m ³	1020
Altura	m	5
Área	m ²	204
Comprimento	m	20,18
Largura	m	10,09
Consumo de O ₂		
Carga orgânica afluente	KgDBO/d	362,88
Carga NTK afluente	KgNTK/d	241,92
Coefficiente de pico - Consumo de O ₂	-	1,3
Consumo de O ₂	KgO ₂ /d	1908
Vazão de ar	m ³ /h	952

Tabela 38: Dimensionamento dos decantadores secundários - 35 L/s

DIMENSIONAMENTO DOS DECANTADORES SECUNDÁRIOS – 35 L/s		
Tipo: circulares mecanizados		
	Unidade	Valor
Vazão Média	l/s	35
Vazão Máxima	l/s	63
Número de decantadores		
- em operação		1
- diâmetro	m	14
- área superficial	m ²	154
- profundidade lateral	m	3
- volume	m ³	462
Taxa Vazão Superficial		
- de projeto, p/ vazão média	m ³ /m ² .d	19,6
Taxa no vertedor		
- ABNT	m ³ /m.d	<720
- de projeto	m ³ /m.d	69
Tempo de detenção		
- para vazão média	h	3,7
- para vazão máxima	h	2,0

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 o banco de dados de preços adotados pela CESAN em licitações, referentes ao ano de 2016¹⁸. Além disso, destaca-se que também foram utilizados preços EMOP¹⁹, resultando nos seguintes valores:

Tabela 39: Custos unitários utilizados

Componente		Custo sem BDI
Rede Coletora	R\$/m	327,17
Coletores Tronco	R\$/m	514,14
Ligações	R\$/un	502,40
Recalque Rede	R\$/m	477,11
Recalque Reversão	R\$/m	780,84
Válvulas Flap Elevatória	R\$/un	10.629
EEE Rede	R\$/un	362.930,00
EEE Reversão	R\$/un	672.685,00

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, consideramos 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;

¹⁸ Para as estimativas orçamentárias de rede, elevatórias, ligações e recalques.

¹⁹ Para as estimativas orçamentárias relativas às ETEs.

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 – temos 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 Vila Velha, 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

Considerando que a cobertura atual da distribuição de água no município de Vila Velha é de 98%, foi adotado o mesmo percentual de cobertura mínima para o serviço de esgoto, a ser alcançada até 2025. 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 40).

Tabela 40: Quantitativo²⁰ dos equipamentos a serem implementados nos sistemas de coleta do município de Vila Velha

Componente		Quantitativo a implementar
Rede Coletora	Km	370,3
Coletores Tronco	Km	10,9
Ligações	Un	37.701
Recalque Rede	Km	18,5
Recalque Reversão	Km	6,3
Válvulas Flap Elevatória	Un	95
EEE Rede	Un	22
EEE Reversão	Un	2

Os gráficos a seguir registram a evolução da implantação das estruturas adotadas neste estudo. Nota-se que não há investimentos previstos para o ano de 2016, tendo sido adotado um investimento reduzido nos anos de 2017 e 2018.

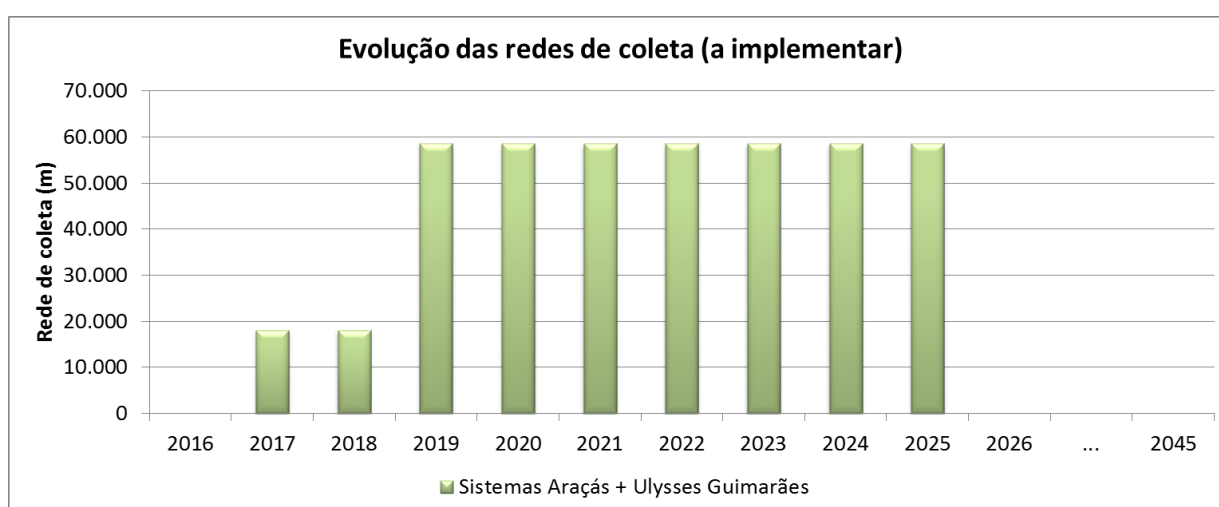


Gráfico 1: Evolução das redes de coleta a implementar (em m)

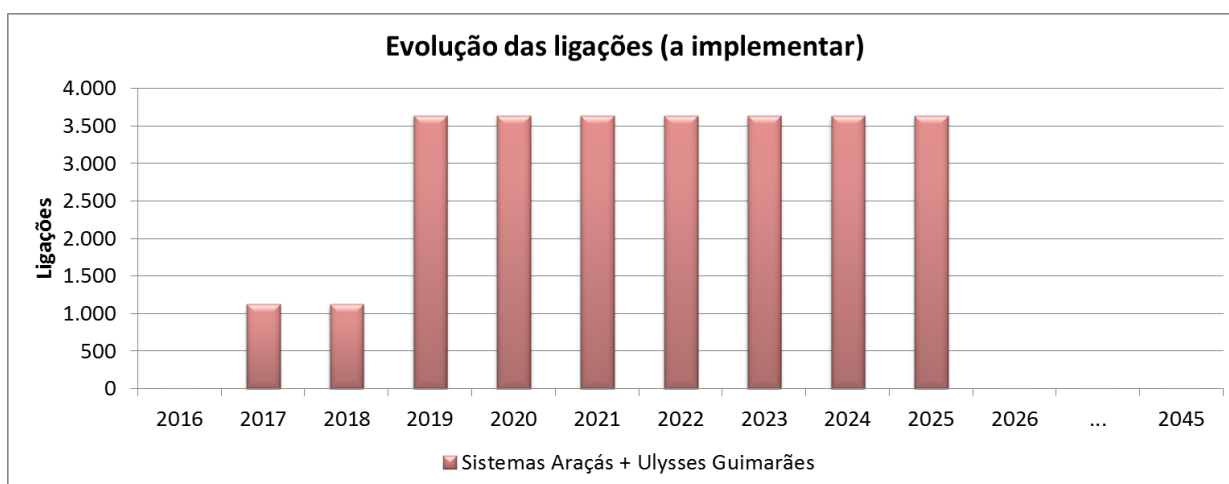


Gráfico 2: Evolução das ligações a implementar

²⁰ A CESAN será responsável pela implementação de aproximadamente 273 km de rede coletora, 7 km de coletores tronco, 24 mil ligações, 30 estações elevatórias de rede, 15 km de linhas de recalque, 2 estações elevatórias de reversão e 2 km de linhas de recalque de reversão.

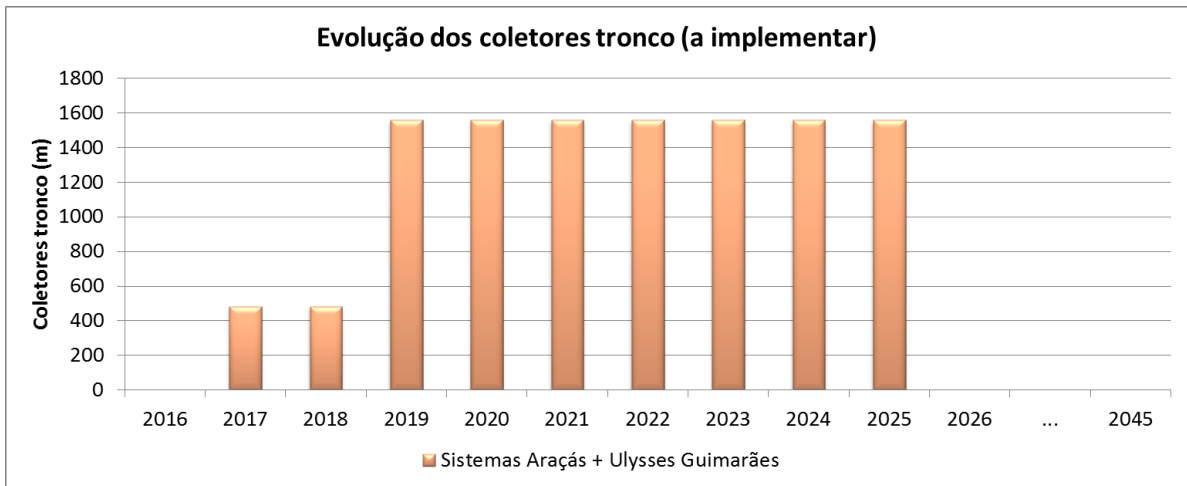


Gráfico 3: Evolução dos coletores tronco a implementar (em m)

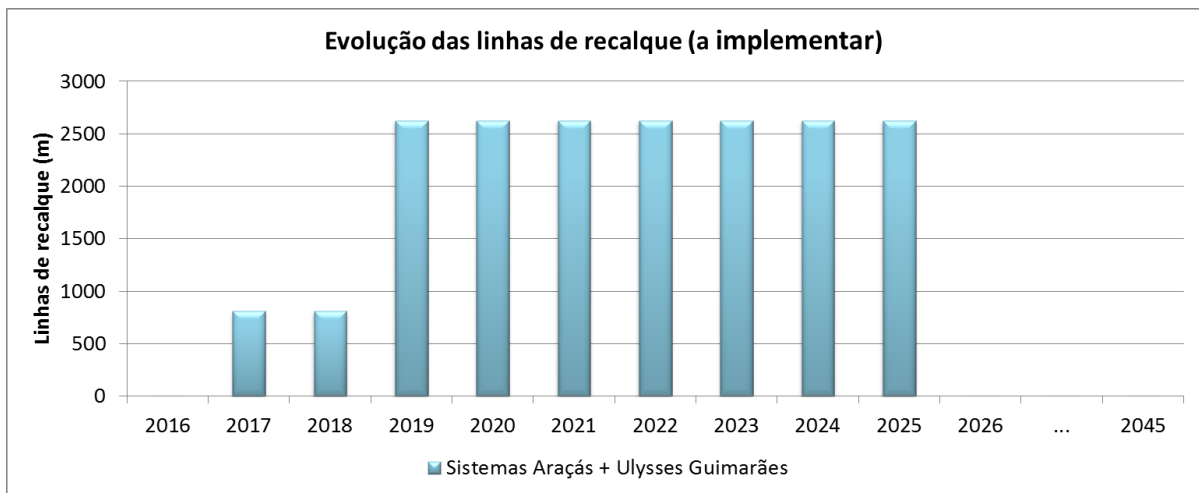


Gráfico 4: Evolução das linhas de recalque a implementar (em m)

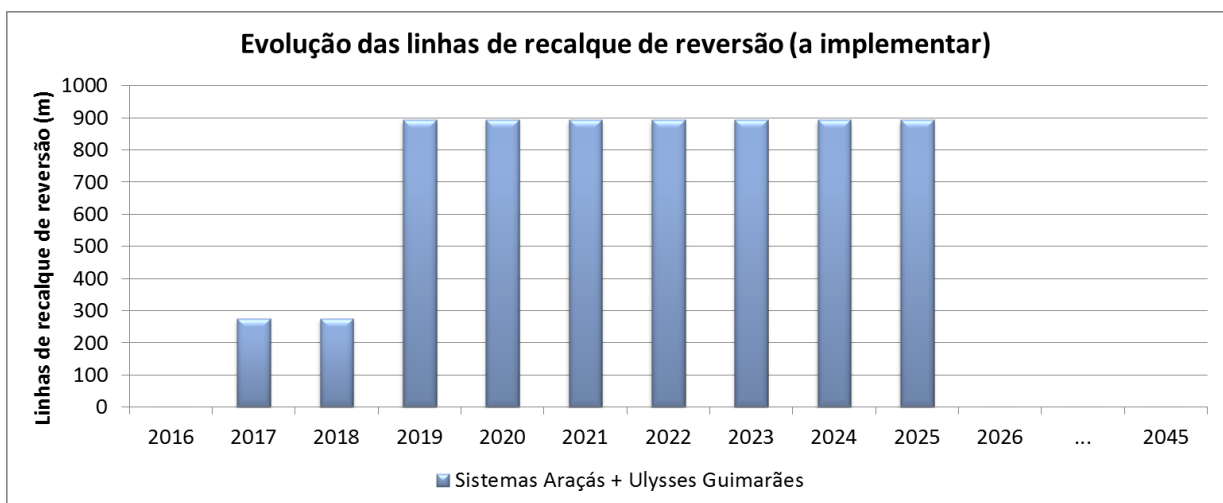


Gráfico 5: Evolução das linhas de recalque de reversão a implementar (em m)

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 da Estação de Tratamento de Esgoto Ulysses Guimarães do município de Vila Velha/ES é apresentado no quadro abaixo. Em seguida, as tabelas apresentam o resumo do orçamento obtido.

Tabela 41: Planilha orçamentária – ETEs resumo geral

Descrição	Totais (R\$ mil)
Expansão ETE Ulysses Guimarães	23.321

Tabela 42: Planilha Orçamentária ETE Ulysses Guimarães (200 L/s)

ITEM	DESCRIÇÃO	TOTAIS
1	TOPOGRAFIA E SONDAGEM	394.438
01.01	LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO E SONDAGEM	394.438
2	CANTEIRO DE OBRAS	479.120
02.01	CANTEIRO DE OBRA, MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	479.120
3	MOVIMENTO DE TERRA GERAL NA ÁREA DA ETE	21.580
03.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	5.773
03.02	SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA	2.852
03.03	MOVIMENTO DE TERRA	12.954
4	SUBESTAÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E ILUMINAÇÃO	236.390
5	PORTARIA E GUARITA	54.551
05.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	420
05.02	MOVIMENTO DE TERRA	212
05.03	TRANSPORTES	345
05.04	FUNDAÇÕES	7.403
05.05	ESTRUTURAS	12.172
05.06	ALVENARIA E REVESTIMENTOS	8.403
05.07	ESQUADRIAS	15.489
05.08	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E MECÂNICAS	3.373
05.09	COBERTURA, ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES	2.459
05.10	PINTURAS	3.042
05.11	APARELHOS ELÉTRICOS, HIDRÁULICOS, SANITÁRIOS, MECÂNICOS E ESPORTIVOS	1.233
6	PRÉDIO DE ADMINISTRAÇÃO	1.681.554
06.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	420
06.02	MOVIMENTO DE TERRA	4.093
06.03	FUNDAÇÕES	85.120
06.04	ESTRUTURAS	256.332
06.05	ALVENARIA E REVESTIMENTOS	799.117
06.06	ESQUADRIAS	35.946
06.07	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E MECÂNICAS	325.562
06.08	COBERTURA, ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES	44.592
06.09	PINTURAS	22.201
06.10	APARELHOS ELÉTRICOS, HIDRÁULICOS, SANITÁRIOS, MECÂNICOS E ESPORTIVOS	22.205
06.11	SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA	10.625
06.12	SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA	75.342
7	RESERVATORIO ELEVADO, SEMI-ENTERRADO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE SERVIÇO E REÚSO	461.230
07.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	90
07.02	MOVIMENTO DE TERRA	386
07.03	GALERIAS, DRENOS E CONEXOS	203.758
07.04	FUNDAÇÕES	16.995
07.05	ESTRUTURAS	46.053
07.06	ESQUADRIAS	4.868
07.07	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E MECÂNICAS	185.300
07.08	COBERTURA, ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES	3.780
8	UTP-CAIXA DE AREIA / DESARENADORES / CANAL	687.909
08.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	5.773

ITEM	DESCRIÇÃO	TOTAIS
08.02	MOVIMENTO DE TERRA	1.258
08.03	TRANSPORTES	626
08.04	FUNDAÇÕES	57.146
08.05	ESTRUTURAS	438.614
08.06	ALVENARIAS, REVESTIMENTOS E ESQUADRIAS	124.898
08.07	INSTALAÇÕES MECÂNICAS	59.595
9	REATOR - UASB	5.015.852
09.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	11.778
09.02	MOVIMENTO DE TERRA	5.057
09.03	TRANSPORTES	17.821
09.04	ESCORAMENTOS E ESGOTAMENTOS	183.815
09.05	FUNDAÇÕES	1.029.406
09.06	ESTRUTURAS	2.490.692
09.07	ESQUADRIAS	196.714
09.08	INSTALAÇÕES MECÂNICAS	385.766
09.09	COBERTURA, ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES	694.804
10	ELEVATÓRIA INTERMEDIÁRIA	958.130
10.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	1.040
10.02	MOVIMENTO DE TERRA	47.258
10.03	TRANSPORTES	39.592
10.04	ESTRUTURAS	68.475
10.05	HIDRÁULICA	374.350
10.06	INFRAESTRUTURA ELÉTRICA	15.550
10.07	AUTOMAÇÃO	411.867
11	TANQUE DE AERAÇÃO	3.784.334
11.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	6.062
11.02	MOVIMENTO DE TERRA	252.034
11.03	TRANSPORTES	345.866
11.04	FUNDAÇÕES	983.469
11.05	ESTRUTURAS	949.295
11.06	COBERTURA, ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES	147.580
11.07	ESQUADRIAS	593.925
11.08	CASA DE SOPRADORES 2+1	506.104
12	DECANTADOR SECUNDÁRIO	2.286.579
12.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	6.062
12.02	MOVIMENTO DE TERRA	168.023
12.03	TRANSPORTES	230.577
12.04	FUNDAÇÕES	685.974
12.05	ESTRUTURAS	632.863
12.06	COBERTURA, ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES	98.386
12.07	ESQUADRIAS	395.950
12.08	INSTALAÇÕES MECÂNICAS	68.744
13	ELEVATÓRIA DE RECIRCULAÇÃO DE LODO	958.130
13.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	1.040
13.02	MOVIMENTO DE TERRA	47.258
13.03	TRANSPORTES	39.592
13.04	ESTRUTURAS	68.475
13.05	HIDRÁULICA	374.350

ITEM	DESCRIÇÃO	TOTAIS
13.06	INFRAESTRUTURA ELÉTRICA	15.550
13.07	AUTOMAÇÃO	411.867
15	INTERLIGAÇÕES ENTRE UNIDADES	121.182
15.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	3.695
15.02	MOVIMENTO DE TERRA	24.115
15.03	TRANSPORTES	5.624
15.04	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO	87.748
16	URBANIZAÇÃO E SISTEMA VIÁRIO	487.612
16.01	SERVIÇOS PRELIMINARES	9.118
16.02	MOVIMENTO DE TERRA	97.625
16.03	TRANSPORTES	36.932
16.04	BASES E PAVIMENTOS	121.444
16.05	PARQUES E JARDINS	108.610
16.06	POSTES FOTOVOLTAICOS	113.883
17	EQUIPAMENTOS DA ETE	5.249.248
17.01	GRADE FINA ESCALAR ESPAÇAMENTO DE 15MM	715.836
17.02	GRADE ULTRAFINA ESCALAR ESPAÇAMENTO DE 3MM	715.836
17.03	MEDIDOR PARSHALL DE FIBRA DE VIDRO	186.321
17.04	CAIXA DE AREIA AERADA	650.760
17.05	CONJUNTO DE DIFUSORES, SOPRADORES, TUBULAÇÃO, CONEXÕES, SUPORTES E CHUMBADORES	989.283
17.06	REMOVEDOR DE LODO PARA TANQUE CIRCULAR	1.075.308
17.07	PRENSA PARAFUSO	915.905
18	INSTRUMENTAÇÃO DO LABORATÓRIO	443.625
	TOTAL GERAL	23.321.465

6. Resumo CAPEX

A tabela a seguir apresenta um resumo dos investimentos totais a serem realizados ao longo do horizonte do projeto. Deve-se destacar que o CAPEX do emissário está associado à necessidade de ampliação do número de bombas na estação elevatória de esgoto tratado do emissário do sistema Ulysses Guimarães. Também é importante salientar que o custo da ETE apresentado refere-se estimativa orçamentária da expansão da ETE Ulysses Guimarães.

Tabela 43: Resumo CAPEX

Partes do Sistema de Esgoto	Quantitativo		Custo Unitário (R\$)		Custos (R\$)
	Unidade	Qtd.	Unidade	Custo	
Rede coletora (km)	km	370,3	R\$/km	327,17	121.149.559,76
Coletor Tronco (km)	km	10,9	R\$/km	514.140	5.619.657,14
Ligações do Sistema (un.)	un	37.701	R\$/un	502,40	18.940.925,07
Elevatória de rede (un.)	un	22	R\$/un	362.930	7.984.460,00
Válvulas Flap Elevatória de Rede (un.)	un	91	R\$/un	10.629	967.239,00
Recalque (km)	km	18,5	R\$/km	477.110	8.795.253,28
Elevatória de reversão (un.)	un	2	R\$/un	672.685	1.345.370,00
Válvulas Flap Elevatória de Reversão (un.)	un	4	R\$/un	10.629	42.516,00
Recalque da reversão (km)	km	6,3	R\$/km	780.840	4.902.152,56
Emissário	-	-	-	-	108.460
ETE	un	1	R\$/un	23.321.466	23.321.465

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 no projeto. (Tabela 44).

Tabela 44: Volume coletado e tratado nos sistemas propostos (m³/ano)

Sistema	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Araçás	9.590.824	10.147.924	11.262.124	12.636.896	14.011.669	15.386.442	16.761.214	18.135.987	19.510.759	20.885.532	20.967.788
Ulysses Guimarães	751.583	975.192	1.422.410	1.974.216	2.526.023	3.077.829	3.629.636	4.181.442	4.733.249	5.285.056	5.409.203
Total	10.342.407	11.123.116	12.684.534	14.611.113	16.537.692	18.464.271	20.390.850	22.317.429	24.244.008	26.170.587	26.376.991

Sistema	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Araçás	21.050.037	21.132.301	21.214.557	21.296.827	21.379.093	21.461.352	21.543.624	21.625.889	21.708.168	21.813.848	21.909.103
Ulysses Guimarães	5.533.357	5.657.496	5.781.643	5.905.775	6.029.902	6.154.035	6.278.155	6.402.281	6.526.394	6.657.646	6.785.889
Total	26.583.394	26.789.797	26.996.200	27.202.602	27.408.995	27.615.387	27.821.779	28.028.170	28.234.562	28.471.494	28.694.992

Sistema	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Araçás	22.004.291	22.099.384	22.194.414	22.289.367	22.384.231	22.479.036	22.573.755	22.668.418
Ulysses Guimarães	6.914.209	7.042.623	7.171.111	7.299.679	7.428.336	7.557.061	7.685.872	7.810.009
Total	28.918.500	29.142.007	29.365.525	29.589.046	29.812.567	30.036.098	30.259.627	30.478.427

8. Despesas de Exploração

- Período de operação: 2016 a 2045 – 30 anos
- Preços: Real (R\$) ref. 2015, corrigido pela taxa de 1,0846 (IPCA) referente ao período de julho/15 a maio/16.

Tabela 45: Sistemas de esgoto e tipo de tratamento adotado

Sistema	ETE	Tecnologia	Vazão Final de Plano (L/s)
Araçás	Araçás	UASB + Lodos Ativados	900
Ulysses Guimarães	Ulysses Guimarães	UASB + Lodos Ativados	200
	Ponta da Fruta	UASB + Lodos Ativados	150

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

Calculou-se o volume de lodo gerado 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, resultando nas tarifas em função do volume de esgoto tratado (R\$/m³).

8.2.4. Custo de Produtos Químicos

Calculou-se o volume de produtos químicos (cloro gás e polímero) a serem consumidos nas Unidades de Tratamento em função da vazão tratada, associado com os preços dos produtos no mercado local, resultando 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 associados aos atuais praticados em unidade de tratamento existente 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

Os salários considerados são os praticados em Vitória, acrescidos dos adicionais de lei, benefícios e encargos sociais. Para o custo com pessoal das unidades de tratamento, foi estimada a seguinte situação tendo-se por base dois cenários: o quadro de funcionários até 2025 e o quadro de funcionários a partir de 2026.

A criação destes cenários se justifica, pois, em um primeiro momento (até 2025), a Estação de Tratamento Ponta da Fruta não se encontra implementada, bem como, as Estações de Tratamento a serem desativadas, continuariam operando até esta data. Já na segunda situação, simulou-se o quantitativo de funcionários necessários para operacionalizar as 3 ETE's em funcionamento :

Tabela 46: Custo com o Pessoal das Unidades de Tratamento

Situação de funcionários para os anos de 2016 até 2025						
Cargo	Qtd.	Salário Unitário (R\$)	Encargos	Benefícios (R\$)	EPI	Custo (R\$/ano)
Coordenador de Tratamento	1	7.920,00	82,14%	1.342,17	146,29	190.967,28
Analista Ambiental	1	1.773,36	82,14%	1.342,17	146,29	56.621,50
Biólogo/Químico	2	2.185,69	82,14%	1.342,17	146,29	131.267,06
Técnico de Laboratório	10	2.153,77	82,14%	1.342,17	146,29	649.360,15
Supervisor de Manutenção	3	1.445,03	82,14%	1.342,17	146,29	148.335,76
Vigilante	2	854,66	100,58%	1.342,17	146,29	76.865,74
Operador de ETE	10	1.204,18	82,14%	1.342,17	146,29	441.809,36
Auxiliar de Operador de ETE	2	647,66	82,14%	1.342,17	146,29	64.034,38
Eletromecânico	6	2.831,55	82,14%	1.342,17	146,29	478.500,27
Servente	2	854,66	100,58%	1.342,17	146,29	76.865,74
TOTAL						2.314.627,23
Situação de funcionários a partir de 2026						
Coordenador de Tratamento	1	R\$ 7.920,00	82,14%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 190.967,28
Analista Ambiental	1	R\$ 1.773,36	82,14%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 56.621,50
Biólogo/Químico	2	R\$ 2.185,69	82,14%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 131.267,06
Técnico de Laboratório	10	R\$ 2.153,77	82,14%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 649.360,15
Supervisor de Manutenção	3	R\$ 1.445,03	82,14%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 148.335,76
Vigilante	4	R\$ 854,66	100,58%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 153.731,47
Operador de ETE	10	R\$ 1.204,18	82,14%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 441.809,36
Auxiliar de Operador de ETE	2	R\$ 647,66	82,14%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 64.034,38
Eletromecânico	6	R\$ 2.831,55	82,14%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 478.500,27
Servente	4	R\$ 854,66	100,58%	R\$ 1.342,17	R\$ 146,29	R\$ 153.731,47
TOTAL						2.468.358,70

Tabela 47: Custo com o Pessoal de manutenção e operação das unidades EEE's e Redes

Cargo	Qtd.	Salário Unitário (R\$)	Encargos	Benefícios (R\$)	EPI	Custo (R\$/ano)
Coordenador de Manutenção	1	7.920,00	82%	1.342,17	146,29	190.967,28
Engenheiro de Obras	1	7.920,00	82%	1.342,17	146,29	190.967,28
Gerente de Projetos/Planejamento	1	7.920,00	82%	1.342,17	146,29	190.967,28
Coordenador de Redes	1	7.920,00	82%	1.342,17	146,29	190.967,28
Encanador Líder	2	3.898,09	82%	1.342,17	146,29	206.122,42
Encanador	5	2.132,24	82%	1.342,17	146,29	322.326,51
Supervisor de Redes	1	1.445,03	82%	1.342,17	146,29	49.445,25
Operador de Equipamentos	3	1.057,53	82%	1.342,17	146,29	122.926,84
Operador de Máquinas	3	1.057,53	82%	1.342,17	146,29	122.926,84
Operador Volante - EEE/ETE Distritos	3	1.057,53	82%	1.342,17	146,29	122.926,84
Servente	9	854,66	101%	1.342,17	146,29	345.895,81
TOTAL						2.056.439,66

Tabela 48: Custo com o Pessoal Administrativo

Cargo	Qtd.	Salário Unitário (R\$)	Encargos	Benefícios (R\$)	EPI	Custo (R\$/ano)
Diretor Administrativo	1	13.447,62	82%	1.342,17	-	310.027,92
Diretor Financeiro	1	13.447,62	82%	1.342,17	-	310.027,92
Diretor de Operações	1	13.447,62	82%	1.342,17	-	310.027,92
Consultor Jurídico	1	6.457,61	82%	1.342,17	-	157.248,71
Assistente Administrativo	4	3.080,16	82%	1.342,17	-	333.713,38
Secretária	2	2.683,73	82%	1.342,17	-	149.527,70
Auxiliar Administrativo	4	1.563,21	82%	1.342,17	-	201.091,28
Serviços Gerais	4	854,66	101%	1.342,17	-	146.709,77
Vigilante	6	854,66	101%	1.342,17	-	220.064,66
TOTAL						2.138.439,28

Tabela 49: Custo dos benefícios com o pessoal das unidades de trabalho

Benefícios	Unidade	Quantidade	Unitário	Total
Convênio Médico	R\$/mês	1	455,53	455,53
Vale Refeição	R\$/mês	22	29,28	644,25
Treinamentos	R\$/mês	1	54,23	54,23
Vale Transporte	R\$/mês	44	4,01	176,57
Seguro de Vida	R\$/mês	0.62%	1.867,68	11,58
Subtotal (R\$/mês)				1.342,17
Uniformes e EPI's		Quantidade	Unitário	Total
Calça e Camisa de Brim	Conj/ano	4	54,23	216,92
Bota de Couro	Par/ano	3	52,06	156,18
Protetor Auricular	Unid/ano	2	7,05	14,10
Luva de Couro	Par/ano	6	4,88	29,28
Boné Jockey	Unid/ano	3	5,42	16,27
Capa de Chuva	Unid/ano	1	18,98	18,98
Jaqueta de Frio	Unid/ano	1	67,25	67,25
Material de Consumo	Unid/mês	1	103,04	103,04
Subtotal (R\$/mês)				146,29

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\$ 989,15 por quilômetro de rede por ano e R\$ 7,59 por ligação de esgoto por ano tendo-se por base os custos adotados na Solução de Referência do município de Serra/ES²¹. 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 50: Custo com o materiais de manutenção

Cargo	Parâmetro de Dimensionamento	Quantidade Total	Custo (R\$/ano)
	(ligações/unidades)	(unidade)	
Caminhão Basculante 6 m ³	200.000	1	170.223,34
Caminhão Jato/Vácuo Pressão	100.000	1	564.107,54
Mini-jet (Sewerjet)	100.000	1	364.262,03
Pick-up 1600 CC Cap. 500 a 800 kg	60.000	1	54.885,34
Retroescavadeira com operador	100.000	1	237.128,31
Veículo Leve 1.000 completo	40.000	2	100.188,83
TOTAL			1.490.795,40

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\$ 32.538,00 totalizando uma despesa de R\$ 390.456,00 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;
- OPEX total (R\$/m³)

²¹ Os valores foram corrigidos pelo INCC de 2012 para o ano de 2015, adicionado ainda ao índice de 1,0846 (IPCA) referente a inflação.

O valor total da exploração resultou em aproximadamente **R\$ 761.527.046** considerando o período de 30 anos.

Tabela 51: OPEX total (30 anos) por tipo de despesa – Vila Velha/ES

Ligações de esgoto	un	85.358	
Extensão da rede de esgotos	km	1.085	
Volume coletado e tratado de esgotos	m ³	744.712.168	
Tipo da Despesa	Un	Valor	R\$/m3
Produtos químicos de ETEs (Lodo)	R\$	288.648.560	0,03
Disposição final de lodo de ETEs			0,01
Produtos químicos de ETEs (PQ)			0,13
Energia elétrica das ETEs			0,25
Monitoramento de Corpos D'água			0,01
Energia elétrica de Reversão	R\$	64.568.846	0,05
Manutenção de Reversão			0,03
Energia Elétrica das EEEs de Redes	R\$	96.853.270	0,08
Manutenção das EEEs de Redes			0,04
EE Emissário	R\$	5.225.191	0,01
Pessoal de ETEs	R\$	74.192.055	0,11
Pessoal de EEEs e Redes	R\$	156.172.265	0,21
Materiais (Manutenção, Combustível, Ferramentas, Oficina, etc)			
Pessoal Administrativo e Financeiro e Coordenadores	R\$	75.866.859	0,10
Serviços gerais e aluguéis, tel, xerox, etc			
OPEX de esgoto tratado	R\$	761.527.046	1,06