

**FACULDADES INTEGRADAS DE BAURU
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNO FERNANDO DE ALMEIDA
PEDRO HENRIQUE MARANA BIM
RICARDO AUGUSTO SANCHES DE TOLEDO MOTA**

**SANEAMENTO BÁSICO: CONCEPÇÃO DE PRÉ DIMENSIONAMENTO E
ESBOÇO DE PROJETO PARA COLETA E SISTEMA DE TRATAMENTO DE
ESGOTO NO LOTEAMENTO DAS ANTAS- LUCIANÓPOLIS/SP**

**BAURU
2017**

**BRUNO FERNANDO DE ALMEIDA
PEDRO HENRIQUE MARANA BIM
RICARDO AUGUSTO SANCHES DE TOLEDO MOTA**

**SANEAMENTO BÁSICO: CONCEPÇÃO DE PRÉ DIMENSIONAMENTO E
ESBOÇO DE PROJETO PARA COLETA E SISTEMA DE TRATAMENTO DE
ESGOTO NO LOTEAMENTO DAS ANTAS- LUCIANÓPOLIS/SP**

Trabalho apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil, das Faculdades Integradas
de Bauru

Orientador: Prof^a Ma. Andrea de Oliveira
Bonini.

Coorientador: Prof^o Dr. Luiz Vitor Crepaldi
Sanches

**BAURU
2017**

ALMEIDA, B.F; BIM, P.H.M; MOTA, R.A.S.de T.

SANEAMENTO BÁSICO: CONCEPÇÃO DE PRÉ DIMENSIONAMENTO E ESBOÇO DE PROJETO PARA COLETA E SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO LOTEAMENTO DAS ANTAS- LUCIANÓPOLIS/SP.

Bruno Fernando de Almeida, Pedro Henrique Marana Bim e Ricardo Augusto Sanches de Toledo Mota. Bauru, FIB, 2017. 159f.

Monografia, Graduação em Engenharia Civil. Faculdades Integradas de Bauru

Orientador/Coordenador: Andrea de Oliveira Bonini

Coorientador: Luiz Vitor Crepaldi Sanches

1.Saneamento Básico. 2. Sistema de Esgotamento Sanitário. 3. Rede Coletora. 4. ETE Compacta. I. **SANEAMENTO BÁSICO: CONCEPÇÃO DE PRÉ DIMENSIONAMENTO E ESBOÇO DE PROJETO PARA COLETA E SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO LOTEAMENTO DAS ANTAS- LUCIANÓPOLIS/SP**

ALMEIDA, B.F; BIM, P.H.M.; MOTA, R.A.S.de T., colab. III. Faculdades Integradas de Bauru.

**BRUNO FERNANDO DE ALMEIDA
PEDRO HENRIQUE MARANA BIM
RICARDO AUGUSTO SANCHES DE TOLEDO MOTA**

**SANEAMENTO BÁSICO: CONCEPÇÃO DE PRÉ DIMENSIONAMENTO E
ESBOÇO DE PROJETO PARA COLETA E SISTEMA DE TRATAMENTO DE
ESGOTO NO LOTEAMENTO DAS ANTAS- LUCIANÓPOLIS/SP**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado às Faculdades
Integradas de Bauru para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.**

Bauru, 03 de novembro de 2017.

Banca Examinadora:

Presidente/ Coordenador: Profª Ma. Andrea de Oliveira Bonini

Professor 1: Profº Dr. Luiz Vitor Crepaldi Sanches

Professor 2: Profº Esp. Alessandro Tieghi de Sene

**BAURU
2017**

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus por realizar mais esta etapa na minha vida, a minha família em especial minha esposa pelo total apoio nesta caminhada. Dedico também a meu amigo Pedro Henrique Marana Bim que sempre me incentivou a chegar até aqui. Enfim muitíssimo obrigado a todos.

Bruno Fernando de Almeida

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram direta e indiretamente em sua construção, especialmente pelo apoio, carinho e incentivo de meus pais, Ercilia Marana Bim e Antônio Benedito Bim e minha irmã, Leda Marana Bim.

Pedro Henrique Marana Bim

Dedico este trabalho aos meus colegas Pedro Henrique Marana Bim, Bruno Fernando de Almeida, aos coordenadores do curso que sem eles não teríamos a base necessária para concluir o mesmo, em especial para o professor Emerson Flamarion da Cruz e nossa orientadora de ensino Tatiene Martins Coelho, que sem esforço não alcançaríamos nossas metas.

Ricardo Augusto Sanches de Toledo Mota

AGRADECIMENTOS

- Ao professor Me Roberto Sarti Cortes pela orientação no início deste trabalho.
- A nossa orientadora, Prof.^a Ma Andrea de Oliveira Bonini, pelo suporte de atendimento com o trabalho em andamento, pelas suas correções e incentivos e pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.
- Ao Prof^o Dr. Luiz Vitor Crepaldi Sanches, pela coorientação e apoio na elaboração deste trabalho.
- À Prof.^a Dra. Tatiene Martins Coelho pelo paciente trabalho de revisão das normatizações.
- Agradecemos a todos os professores que efetivamente proporcionaram o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, pela dedicação, e cobrança que nos permitem evoluir.
- A todos os colegas que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.
- A nossos familiares e amigos, que nos apoiaram, incentivaram e compreenderam as dificuldades e percalços durante o período de construção deste trabalho.

“O sucesso nada mais é que ir de fracasso em fracasso sem que se perca o entusiasmo” (Winston Churchill).

ALMEIDA, B.F; BIM, P.H.M; MOTA, R.A.S.de T. **Saneamento básico: concepção de pré-dimensionamento e esboço de projeto para coleta e sistema de tratamento de esgoto no Loteamento das Antas- Lucianópolis/SP.** 2017. 159f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - FIB. Bauru/SP, 2017.

RESUMO

O saneamento básico, além de um direito assegurado pela constituição federal é também vital para saúde pública, (com diversas doenças relacionadas, inclusive relatos de câncer), e desenvolvimento sócio econômico de qualquer localidade. Além disso, existe o passivo ambiental, incalculável, tendo em vista a poluição de corpos hídricos, águas subterrâneas, alimentos, etc. Neste âmbito, temos o Loteamento das Antas em Lucianópolis/SP, localizado em uma área circundada pelo Rio das Antas e com grandes áreas alagadiças ao entorno, gerando assim áreas de proteção permanentes, somadas a um volume significativo de águas subterrâneas, já contaminadas por coliformes fecais, e que recebem de quase 65% dos moradores, o esgoto diretamente no solo, mediante fossas negras. É notório que o local padece da falta de um sistema de esgotamento sanitário adequado, principalmente devido a um acúmulo sucessivo de falhas de infraestrutura sanitária desde o ano da obtenção de seu Certificado GRAPOHAB, em 1994. Assim exposto, mediante análise e estudos do local, das condições legais e expectativas do poder público municipal e da empresa concessionária, sendo que a última excluiu em contrato o atendimento aos efluentes do local, incluindo somente a distribuição de água, com prazo para funcionamento no ano de 2017, fato não iniciado até presente data, foi estabelecido a aplicação de um método de saneamento, com atendimento em curto prazo somado a demais parâmetros estabelecidos, que geraram a proposta deste trabalho. Assim a comparação de sistemas de esgotamento sanitário, que mediante verificação e análise foi definido o uso de uma ETE Compacta visando população máxima de projeto, seguindo critérios e análises técnicas de engenharia, seguidos dos pré-dimensionamentos pertinentes e a infraestrutura necessária para a rede coletora coletiva e do esboço de projeto, concomitante ao levantamento dos custos globais, meios de execução e da viabilidade econômico-financeira, com intuito de permitir a aplicação posterior do então projeto de engenharia no local.

Palavras-chave: Saneamento Básico. Sistema de Esgotamento Sanitário. Rede Coletora. ETE compacta.

ALMEIDA, B.F; BIM, P.H.M; MOTA, R.A.S.de T. **Basic sanitation: pre-sizing and sketch design for collection project and sewage treatment system in the Antas Loteamento -Lucianópolis / SP**. 2017. 159f. Course Completion Work (Graduation in Civil Engineering) - FIB. Bauru/SP, 2017.

ABSTRACT

Basic sanitation, besides a right guaranteed by the federal constitution, is also vital for public health, (with several related diseases, including reports of cancer), and socioeconomic development of any locality. In addition, there is the environmental liability, incalculable, for the pollution of water bodies, groundwater, food, etc. In this context, we have the Antas Loteamento in Lucianópolis/SP, located in an area surrounded by the Antas River and with large swamp areas to the surroundings, thus generating permanent protection areas, added to a significant volume of groundwater already contaminated by coliforms fecal, and that they receive from almost 65% of the inhabitants, the sewage directly in the soil, through black cavities. It is notorious that the site appears to be lacking in an adequate sanitary sewage system, mainly due to a successive accumulation of sanitary infrastructure failures since the year of obtaining its GRAPOHAB Certificate in 1994. Thus exposed, through analysis and studies of the site, of the legal conditions and expectations of the municipal public authority and of the concessionaire, the latter excluding in contract the service to the effluents of the place, including only the distribution of water, with deadline for operation in 2017, a fact not started until this date, it was established the application of a sanitation method, with short term care added to other established parameters, which generated the proposal of this work. Thus, the comparison of sanitary sewage systems, which, through verification and analysis, defined the use of a Compact ETE targeting the maximum project population, following engineering technical criteria and analysis, followed by the relevant pre-sizing and the necessary infrastructure for the collection network collective, and project outline, concomitant to the survey of the global costs, means of execution and the economic and financial feasibility, in order to allow the later application of the engineering project.

Keywords: Basic Sanitation. System of Sanitary Sewer. Sewage System. Compact ETE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Panorama IDH nacional.....	32
Figura 2: Municípios participantes do SNIS-2014- Índices tratamento esgoto urbano.	34
Figura 3: Fluxograma para o planejamento de estações de tratamento de esgoto	39
Figura 4: Poluição pontual e poluição difusa	42
Figura 5: Tipos de reuso	43
Figura 6: Sólidos nos esgotos.....	46
Figura 7: Pesquisa sobre óleos e gorduras.....	48
Figura 8: Sistemas de esgotamento individuais (estático) e coletivos (dinâmico).....	51
Figura 9: Sistemas de esgotamento separador e combinador.....	53
Figura 10: Principais variações de esgotamento sanitário.....	54
Figura 11: Sistemas convencional e condominal.....	55
Figura 12: Partes constitutivas do sistema coletivo convencional.....	56
Figura 13: Variáveis no processo de tratamento de efluentes	57
Figura 14: Níveis de tratamento de esgoto	58
Figura 15: Estrutura da fase preliminar.....	59
Figura 16: Fluxograma típico de um sistema de lagoas facultativas	62
Figura 17: Modelo de sistema de lagoas anaeróbias seguida de facultativa	63
Figura 18: Modelo de sistema de lagoas aerada facultativa	64
Figura 19: Modelo de sistema de lagoas aerada de mistura completa, com lagoa de decantação.....	65
Figura 20: Sistema de Lodos Ativados Convencional	66
Figura 21: Sistema de lodos ativados de aeração prolongada.....	66
Figura 22: Sistema de lodos ativados em reação de batelada	67
Figura 23: Filtro anaeróbio.....	68
Figura 24: Fossa séptica modelo de instalação	69
Figura 25: Modelo de Reator Anaeróbio	71
Figura 26: Reator UASB	72
Figura 27: Reator UASB em um SES.....	72

Figura 28: Exemplo de sistema ETE Compacta, com desinfecção por cloração	74
Figura 29: Exemplo de sistema desinfecção ETE Compacta.	74
Figura 30: Sistema de desinfecção em Sistema de Tanques Sépticos.....	75
Figura 31: Exemplo de sistema com uso de desinfecção por ozônio.....	75
Figura 32: Modelo de sistema Ultravioleta em funcionamento	76
Figura 33: ETE Compacta, modelo comercial de módulo separado ou convencional .	78
Figura 34: ETE Compacta, modelo comercial de módulo único ou reator compartimentado.....	79
Figura 35: Fluxograma de estação compacta com sistema UASB e FA.....	82
Figura 36: Infiltração e contaminação de águas subterrâneas por diversas fontes	86
Figura 37: Mapa de Lucianópolis/SP- Localização regional	88
Figura 38: Lucianopolis, limites de Municipio e localização	89
Figura 39: Comparativo IDH Regional.....	90
Figura 40: Índices de Tratamento de Efluentes e excusão do Bairro em questão	94
Figura 41: Definição perímetro urbano de Lucianópolis (em preto), Loteamento das Antas (amarelo) e Área de expansão do Loteamento (azul)	95
Figura 42: Vista do Loteamento (ao fundo) a partir de Bairro próximo.	95
Figura 43: Área Verde (com nascentes e alagadiço) e Área de Expansão	96
Figura 44: Entrada do Loteamento das Antas, intitulado “Chácaras de Lazer”	96
Figura 45: Rua de acesso, sem pavimentação, galerias pluviais e fluviais, mas com guias	97
Figura 46: Área institucional, reservado para infraestrutura do Loteamento	98
Figura 47: Solo arenoso do local.....	99
Figura 48: Área verde do entorno, região alagadiça e com mananciais.....	100
Figura 49: Rio das Antas que circunda o Loteamento das Antas	101
Figura 50: Crescimento Populacional Lucianópolis/SP- Projeções e dados Censo 2010.	102
Figura 51: Evolução Populacional Lucianopolis/SP, segundo Censos Nacionais, em valores absolutos e percentuais.....	103
Figura 52- Aspectos importantes na seleção de sistemas de tratamento de esgotos	105
Figura 53: Esboço do Projeto da rede coletora Coletiva-Área com moradores.....	110

Figura 54: Esboço do Projeto da rede coletora coletiva-Área expansão e com moradores	111
Figura 55: Área Institucional e local de instalação da ETE Compacta (com circulo) .	117
Figura 56: Exemplo de Sistema anaeróbio	118
Figura 57: Comparativo de custos, primários (2005) e corrigidos (2017).....	118
Figura 58: Comparativos de custos médios (valores corrigidos (VON SPERLING, 2014) x valores ETE Compacta (2017).....	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: <i>Ranking</i> IDH Global- 2014.....	33
Tabela 2: Fossas negras ou rudimentar e saneamento	87
Tabela 3: Índices e dados de Lucianópolis/SP	90
Tabela 4: IDH Lucianópolis/SP, em relação ao panorama nacional.....	91
Tabela 5: Dados de distribuição e tratamento de água – Lucianópolis/SP	91
Tabela 6: Dados de coleta e tratamento de esgoto- Lucianópolis/SP.....	91
Tabela 7: Variáveis de pré-dimensionamento.....	104
Tabela 8: Comparativo entre Sistemas de Esgotamento Sanitários (SES) e Tomada de Decisão.....	107
Tabela 9: Quantificação prévias dos materiais rede de esgoto coletivo-Área com ocupação residencial	112
Tabela 10: Quantificação prévias dos materiais rede de esgoto coletivo-Área sem ocupação residencial	112
Tabela 11: Parâmetros para sistema de esgotamento sanitário	114
Tabela 12: Seleção e Comparativo de ETE Compacta	115
Tabela 13: Pré-orçamento da SES do Loteamento das Antas área com população residente, em Lucianópolis/SP	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principal alternativa individual de esgotamento sanitário –SNIS-2014.....	36
Quadro 2: Principais características físicas dos esgotos domésticos.....	45

INDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a.C	Antes de Cristo
ABAR	Associação Brasileira das Agências de Regulação
ABAR	Associação Brasileira das Agências de Regulação
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APP	Área de Proteção Permanente
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina
CESB	Companhias Estaduais de Saneamento Básico
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CH4	Metano
CO2	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
d.C	Depois de Cristo
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DER	Departamento de Estradas e Rodagem
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GRAPOHAB	Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
LDNSB	Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico
MBBR	<i>Moving Bed Biofilm Reator</i>
MCIDADES	Ministério das Cidades
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
OGU	Orçamento Geral da União

OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PPP	Parceria Público Privada
PRODES	Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas
RCA	Reator Compartimentado Anaeróbio
RCAA	Reator Compartimentado Anaeróbio/Aeróbio
RIDE	Regiões Integradas de Desenvolvimento
RM	Regiões Metropolitanas
SABESP	[Companhia de] Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SESP	Serviço Especial de Saúde Pública
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i> ; (Reator Anaeróbio de Manto de Lodo de Fluxo Ascendente)
UASB-FA	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i> ; (Reator Anaeróbio de Manto de Lodo de Fluxo Ascendente) - Filtro Anaeróbio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Justificativa.....	20
1.2 Objetivo geral	20
1.3 Objetivos específicos	21
1.4 Estrutura do trabalho.....	21
2 FUNDAMENTAÇÃO	22
2.1 Procedimentos metodológicos	22
2.2 Saneamento básico: contexto histórico.....	23
2.3 Aspectos legais	26
2.4 Panorama nacional	30
2.5 Âmbito urbano e rural.....	33
2.6 Efluentes e distribuição de água	39
2.7 Gorduras domésticas	47
3 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITARIO- SES	51
3.1 O Fluxo de tratamento.....	56
3.2 Tratamento preliminar	58
3.3 Tratamento Primário.....	59
3.4 Tratamento Secundário.....	60
3.5 Lagoas	61
3.5.1 Lagoa facultativa.....	61
3.5.2 Lagoa anaeróbia.....	62
3.5.3 Lagoa aerada facultativa	63
3.5.4 Lagoa aerada de mistura completa	64
3.6 Lodo Ativado	65
3.7 Filtro Biológico Aeróbio	67
3.8 Demais Tratamentos	68
3.8.1 Fossa Séptica.....	69
3.8.2 Filtro anaeróbio.....	69
3.9 Tratamento alternativo do esgoto e terciário	73
3.10 Subprodutos do tratamento do esgoto	76
3.11 Estações de Tratamento Esgoto Compactas – ETE Compacta.....	77
3.11.1 Sistema reator UASB mais Filtro Anaeróbio (FA)	79
3.12 Padrões de lançamento	82
4 ESBOÇO DE PROJETO PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES NO LOTEAMENTO DAS ANTAS	84
4.1 Águas Subterrâneas no Brasil.....	84
4.2 Fossas negras.....	86

4.3	Lucianópolis: parâmetros fundamentais.....	88
4.4	Loteamento das Antas: contexto histórico e definições locais	92
4.5	Lucianópolis/SP: desenvolvimento populacional.....	102
4.6	Loteamento das Antas: Modelagem de esboço de projeto e pré-dimensionamento	104
4.7	Sistema de Esgotamento Sanitário coletivo: Pré-dimensionamento e infraestrutura necessária	108
4.7.1	Infraestrutura de implantação de sistema coletivo: esboço e previa de custos	108
4.7.2	ETE compacta: pré-dimensionamento e parâmetros necessários.....	113
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	123
	REFERÊNCIAS.....	125
	APÊNDICES	139
	Apêndice A- Questionário aplicado no Loteamento das Antas/Lucianópolis/SP ..	139
	Apêndice B- Parâmetros para Pré Dimensionamento da Rede Coletora.....	142
	Apêndice C- Esboço do Projeto da Rede Coletora- Modelagem inicial, com e sem rede coletora em área de expansão.....	145
	ANEXOS	148
	Anexo A- Protocolo e Certificado GRAPOHAB do Loteamento das Antas, primeiramente denominado Chácaras de Lazer das Antas	148
	Anexo B- Declaração e Certidão de autorização e Lei que torna zona urbanizável o Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP	149
	Anexo C- Planta original do Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP	153
	Anexo D- Requerimento 1387/2017- Solicita a quantidade de Residências regulamente matriculadas do Loteamento das Antas em Lucianópolis/SP.	154
	Anexo E- Solicitação de esclarecimentos- Qualidade das Águas consumidas nas residências do Loteamento das Antas em Lucianópolis/SP.....	156
	Anexo F – Contrato de Concessão com o Município de Lucianópolis/SP, inclusão do fornecimento de água potável do sistema da SABESP ao Loteamento das Antas.158	
	Anexo G – Contrato Concessão com o município de Lucianópolis/SP, exclusão da coleta e tratamento de esgotos no Loteamento das Antas.....	159

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade e dos meios de sociais de habitação, o homem produz resíduos e necessita de água potável, e com o passar das eras, costumes sociais, religiosos, locais etc, passou-se a adotar meios de saneamento, mesmo que rudimentares, primeiramente por questões religiosas (purificação do corpo) e posteriormente para fins de saúde pública. Assim caracterizado, temos segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), que saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social; um conjunto de medidas adotadas em um local para melhorar a vida e a saúde dos habitantes, devendo ser adotadas pelos três níveis de governo (Municipal, Estadual e Federal) e contemplar o abastecimento de água tratada; coleta e tratamento de esgoto; limpeza urbana; manejo de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais (TRATABRASIL, 2017a).

Deste modo, temos no saneamento básico um grande desafio para o Brasil, tendo em vista que mais de 100 milhões de pessoas não possuem acesso e somente 50% possuem tratamento de esgoto (TRATABRASIL, 2016a). Como se trata de um conceito amplo, este trabalho dará enfoque aos efluentes domésticos gerados, tendo em vista a concepção de esboço de projeto, foco do estudo. Os efluentes têm acarretado diversos problemas ambientais, econômicos, sociais, e de saúde pública, que expuseram a necessidade imperativa de tratamento dos mesmos. Todavia mesmo, com grandes investimentos realizados nos últimos anos, o país ainda não possui meios ou estrutura para atender a população em um direito básico. Devemos destacar que grande parte dos aportes financeiros para este tipo de obra é oriunda do governo federal, onde o custo para universalizar o acesso aos 4 serviços do saneamento (água, esgotos, resíduos e drenagem) é de R\$ 508 bilhões, no período de 2014 a 2033 e para universalização da água e dos esgotos esse custo será de R\$ 303 bilhões em 20 anos (TRATABRASIL, 2016a). Todavia os municípios têm enfrentado dificuldade em elaborar projetos para receber investimentos federais (BRASIL, 2016), deste modo, estudos coerentes, somados a estudos bem elaborados e que atendam às necessidades básicas de saneamento são fundamentais.

Assim exposto, temos o município de Lucianópolis, estado de São Paulo. Localizado no centro oeste paulista, a 402 km da capital paulista (SAOPAULOTUR, 2017 e CIDADE-BRASIL, 2017), possui sistema de tratamento de esgoto e distribuição de água, em forma de concessão para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP na sua área urbana. Vale destacar ainda que possui índices consideráveis de tratamento de esgotos e abastecimento de água sendo que os mananciais que o abastecem estão situados na bacia hidrográfica do Médio Paranapanema, com ocupação da bacia 100% urbana, onde os mesmos estão em boas condições e não contêm fontes significativas de poluição (SABESP, 2012). Os dados municipais de saneamento expõem que o município possui a maior parte do esgoto coletado e este totalmente tratado (coleta de 94,38% e tratamento de 100%); a rede de distribuição de água atende a todo o perímetro urbano, ou seja, a empresa atende quase totalidade urbano de saneamento básico (IBGE, 2016a). Economicamente, possui caráter agrícola, com economia fundamentada em citricultura, empresas madeireiras e pequenos agricultores e pecuaristas, com uma população fixada em sua maioria no perímetro urbano e significativa na zona rural (em torno de 20%) (IBGE, 2016a). A população urbana, contudo, possui grande presença na área rural, devido ao âmbito profissional, pessoal, lazer e entretenimento. Todavia não existe quaisquer controles, política ou meio do saneamento para as áreas rurais, estas representando 20% da população do município.

A expansão das habitações do município, fez emergir um novo bairro, de caráter rural, todavia bem próximo ao município e com considerável índice populacional (residente e volante) e com potencial expansivo, o Loteamento das Antas. No local não existe política pública de coleta/tratamento de efluentes, ocorrendo em quase totalidade de modo individual, por fossas rudimentares (negras); o fato se agrava uma vez que, existe um grande manancial ao entorno do mesmo, gerando consideráveis riscos a população. Onde:

A adoção de fossas negras como destinação do esgoto se deve à sua facilidade de construção, operação, baixo custo e desconhecimento de outras técnicas para esta finalidade. É uma solução que polui o solo e o lençol freático, atrai insetos, apresenta maus odores, tornando-se um local inóspito e de proliferação de doenças. (MARTINETTI; SHIMBO; TEIXEIRA, 2007 p.999)

Assim caracterizado, fica evidente a necessidade de intervenção do poder público, visando a saúde coletiva e minimizar os danos ambientais e

socioeconômicos e envolvidos. O local já possui indicadores de contaminação e é imperativo a tomada de providências imediatas, e deste modo este trabalho tem por parâmetro estabelecer métricas, estratégias e fundamentos de projeto de engenharia e da infraestrutura necessária para o saneamento básico do Loteamento das Antas, na coleta e tratamento dos efluentes, permitindo a execução de modo rápido, uma vez que, o esboço indicará ainda meios e estratégias de obtenção/captação de recursos financeiros, de execução básica e demais nuances.

1.1 Justificativa

É notório que o saneamento básico é vital para quaisquer populações. O uso deste bem difuso e escasso, atrelado a necessidade tratamento das águas residuárias é imprescindível. Tendo em vista que principalmente o esgoto é deixado de lado pelo poder público, uma vez que, a distribuição de água é menos onerosa e mais midiática, metade do país não realiza o tratamento e despejo adequado dos esgotos produzidos. A coleta e despejo dos esgotos, ocorrem muitas vezes de modo individual, em quase totalidade das vezes sem quaisquer fiscalizações ou orientação, colocando em risco a salubridade da população e nos mananciais que abastecem demais localidades, e a saúde pública, por conseguinte.

Partindo deste âmbito, este trabalho propõe-se a elaborar estudo sobre o Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP, visando estabelecer pré-dimensionamento e esboço, dispondo de alternativas de sistemas de tratamento de esgotos, uma vez que o local apresenta significativa quantidade e rotatividade populacional e não apresenta quaisquer meios de gerencia e tratamento dos efluentes. Concomitantemente o trabalho permitirá o uso de fundamentos e conceitos de engenharia civil no que tange: hidráulica, hidrologia, planejamento construtivo, execução, dimensionamento e esboço de projeto, estrutura de saneamento básico e gestão ambiental.

1.2 Objetivo geral

- Definir e propor esboço de projeto para rede coletora e sistema de tratamento de efluentes em bairro em zona urbanizável do município de Lucianópolis/SP, com execução de 6 a 12 meses, a partir da aprovação dos mesmos.

1.3 Objetivos específicos

- Apresentar estudos técnicos preliminares locais, visando traçar parâmetros de projeto;
- Realizar comparativos sobre viabilidade técnica local de meios de tratamento de efluentes;
- Estabelecer critérios e estratégias para implantação e escolha do sistema de tratamento de efluentes;
- Construir esboço de projeto para rede coletora e do sistema proposto, e demais vertentes para execução da obra, no prazo estabelecido.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho está assim constituído: capítulo 2: Conceitos Fundamentais de Saneamento básico e seu panorama; capítulo 3: Sistemas de Esgotamento Sanitários, conceitos e definições pertinentes; capítulo 4: Estabelecimento de Esboço para o Loteamentos das Antas em Lucianópolis/SP, mediante estudo de caso; posteriormente serão apresentadas Considerações Finais/Trabalhos futuros e Referências utilizadas na concepção do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO

2.1 Procedimentos metodológicos

O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa exploratória com base em referencial teórico da área e pesquisa documental realizada em documentos existentes no interior de órgãos públicos e privados de qualquer natureza, ou documentos pessoais. Segundo Cervo; Bervian (2002), a pesquisa exploratória procura aprimorar ideias ou descobrir novas. Caracteriza-se por possuir um planejamento flexível para considerar os diversos aspectos de um problema. Realiza descrições precisas de uma situação com a intenção de descobrir as relações existentes entre ela e seus elementos ou permite análise de exemplos similares. É indicada quando o conhecimento sobre o assunto é limitado e realizado por meio da pesquisa bibliográfica, desenvolvida mediante consulta a livros, publicações em periódicos e artigos científicos em formato impresso e eletrônico.

Por se tratar de uma pesquisa de cunho teórico, o ambiente da pesquisa ou seu universo será a literatura especializada sobre: engenharia civil, dentro contexto de saneamento e sistemas de tratamento de efluentes. A população de interesse constituirá o *corpus* de documentos selecionados junto ao universo da pesquisa, considerados os mais representativos e pertinentes.

A coleta de dados junto à literatura especializada terá as seguintes fases:

- Fase 1: Identificação dos documentos junto às fontes impressas e eletrônicas, cujo resultado é o levantamento bibliográfico sobre o tema de interesse e dos respectivos autores e seus trabalhos científicos.
- Fase 2: Localização e obtenção dos documentos identificados na fase anterior junto às bibliotecas físicas e digitais por meio de serviços oferecidos por essas instituições.
- Fase 3: Pesquisa documental realizada em dados e informações disponibilizadas em rede eletrônica e publicações do Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP, do Município de Lucianópolis e saneamento básico, no que tange rede coletora, sistemas de esgotamento de efluentes. Esses dados coletados contribuirão para a construção da pesquisa e do esboço do projeto em questão.

- Fase 3- Leitura, resumo e interpretação dos documentos localizados e obtidos. A sistematização lógica desse material constitui o referencial básico para a elaboração do trabalho.
- Fase 4- Redação do texto referente ao desenvolvimento do tema/área de negócio selecionada.

Além desses tipos de pesquisa, ainda foi desenvolvido um estudo de caso do Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP, com pré-dimensionamento e esboço juntamente a meios de construção de um sistema de saneamento, no que se refere coleta e sistema de esgotamento sanitário. Para o desenvolvimento desse estudo, embora de forma fictícia, serão utilizados os princípios de Gil (2009, p. 6), que considera ser o estudo caso “um delineamento em que são utilizados diversos métodos ou técnicas de coleta de dados [...]” Ainda, possibilita “[...] estudar no âmbito de uma organização ou comunidade um fenômeno em pleno processo” (p.21).

Pretende-se realizar esse estudo de caso tendo como universo de pesquisa o Loteamento da Antas, em Lucianópolis/SP, um bairro residencial, sem saneamento adequado. Trata-se de um local com população considerável, próximo a mananciais e corpos hídricos, sem o devido projeto de saneamento básico adequado ou quaisquer meios de controle e gerencia do mesmo. A técnica a ser empregada será a da entrevista estruturada, de acordo com os princípios de Marconi; Lakatos (2003). Assim, considera-se que a entrevista compreenderá os seguintes procedimentos: contato inicial com os sujeitos de pesquisa, explicação sobre os objetivos, apresentação das questões (roteiro estruturado) e registro das respostas e aceite dos sujeitos.

2.2 Saneamento básico: contexto histórico

Desde os primórdios do desenvolvimento humano nos centros urbanos e áreas rurais, as aglomerações sociais geraram resíduos, criando assim passivos ambientais, muitas vezes ignorados ou tratados de maneira superficial e simplista. Na Antiguidade as preocupações sanitárias voltavam-se para obras de esgotamento pluvial, devido a inexistência de peças sanitárias com descarga hídrica e pela ignorância dos povos sobre a periculosidade dos resíduos domésticos. Os primeiros sistemas de esgotamento executados pelo homem tinham como objetivo protegê-lo

das vazões pluviais, devendo-se isto, principalmente, à inexistência de redes regulares de distribuição de água potável encanada e de peças sanitárias com descargas hídricas, fazendo com que não houvesse, à primeira vista, vazões de esgotos tipicamente domésticos. Estes remontam de 4000 a.C. na Mesopotâmia mediante o início de construções de sistemas de irrigação; temos ainda a mais de 3000 a.C., na Índia, esgotos canalizados e residências com banheiros com esgoto canalizados em manilhas de cerâmica. Na América do Sul os incas e vizinhos de língua quíchua, desenvolveram adiantados conhecimentos em engenharia sanitária como atestam ruínas de sistemas de esgoto e drenagem de áreas encharcadas, em suas cidades. Historicamente é observado que as civilizações primitivas não se destacaram por práticas higiênicas individuais por razões absolutamente sanitárias e sim, muito frequentemente, por religiosidade, de modo a se apresentarem limpos e puros aos olhos dos deuses de modo a não serem castigados com doenças. Os primeiros indícios de tratamento científico do assunto, ou seja, de que as doenças não eram exclusivamente castigos divinos, começaram a aparecer na Grécia, por volta dos anos 500 a. C., com obras de drenagem das águas estagnadas de dois rios, em Selenute, na Sicília, visando combater uma epidemia de malária. Os relatos de sistemas de saneamento a partir do século V, d.C. descreviam técnicas de irrigação; construção de diques; canalizações superficiais e subterrâneas, somadas as preocupações com medidas sanitárias; ainda na Grécia enterravam as fezes ou as afastavam para longe das residências; em Roma as ruas possuíam encanamentos que serviam as fontes públicas e os lares de cidadãos ricos que pagavam pelo privilégio da água e para os esgotos sanitários as doenças de veiculação hídrica atacam gestores públicos que passam a fazer relação com o abastecimento de água e o afastamento das águas servidas (SOUSA, 2009; MEDEIROS FILHO, 2009a).

O surgimento da água encanada e a disseminação do uso de peças sanitárias com descarga hídrica, aliados ao desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade após o Renascimento, fizeram com que o homem tomasse consciência da necessidade de criar sistemas eficazes de saneamento onde se garantisse o abastecimento da água potável e recolhimento das águas residuárias e com condições favoráveis de reciclagem na natureza. Assim exposto, as consequências ao longo da história puderam ser medidas em virtude de doenças, piora na

qualidade de vida e meios insalubres de habitação, gerando medidas de despejo e realocação dos resíduos gerados. Com esta concepção de assepsia de habitação, foi possível verificar a necessidade de tratamento e despejo adequado dos esgotos, visando a continuidade do sistema e manutenção do meio ambiente salubre (PAULI, 2011; MEDEIROS FILHO, 2009a).

No século XXI, ocorre uma mudança de paradigma em relação ao esgoto, onde, agora, é considerado uma fonte renovável e recuperável de energia, de recursos e de água (TCHOBANOGLIOUS, 2011 apud METCALF & EDDY, 2016). Este conceito apresenta um novo norte, onde novos processos estão sendo desenvolvidos, tornando possível recuperar energia, recursos e água de maneira mais eficaz, permitindo no futuro que, as estações de tratamento de esgoto se tornem exportadoras e não mais consumidoras de energia (METCALF & EDDY, 2016).

No Brasil, os primórdios de saneamento remontam do século XIV, com medidas simples de separação da água potável, sendo o primeiro indício de saneamento no Brasil ocorreu em 1561, quando Estácio de Sá mandou escavar no Rio de Janeiro o primeiro poço para abastecer a cidade e descarte de resíduos em locais ermos. A história do saneamento básico nacional se confunde com a formação das cidades onde o abastecimento de água era feito através de coleta em bicas e fontes, nos povoados que então se formavam, as ações de saneamento se resumiam à drenagem dos terrenos e à instalação de chafarizes em algumas cidades. Posteriormente a situação sanitária só passou a ter maior destaque a partir do século XIX com a chegada da família real ao Brasil, principalmente pelas epidemias causadas em virtude das condições sanitárias, já que no final do século XIX e início do XX, o Brasil era conhecido no exterior por ser um local onde proliferavam epidemias de febre amarela, varíola e peste bubônica, uma vez que as cidades constituíam viveiros de ratos, pernilongos e outros vetores de doenças.

Com este contexto passou-se a planejar em saneamento básico para as cidades, isto é, um plano para levar toda água suja por meio de canos para um lugar onde ela pudesse ser tratada. No final do século XIX, ocorreu a organização dos serviços de saneamento e as províncias entregaram as concessões às companhias estrangeiras, principalmente inglesas; o pioneirismo ficou a cargo do Governo de São Paulo que construiu o primeiro sistema de abastecimento de água encanada,

entre 1857 e 1877; todavia com a péssima qualidade dos serviços prestados pelas companhias estrangeiras, o Brasil estatizou o serviço de saneamento no início do século XX e a partir dos anos 1940, se iniciou a comercialização dos serviços de saneamento. Surgem então as autarquias e mecanismos de financiamento para o abastecimento de água, com influência do Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), hoje denominada Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). (PAULI, 2011; METCALF & EDDY, 2016; DIEESE, 2016; BARROS, 2015).

Deste modo, o foco do desenvolvimento em tratamento de esgoto no século XX baseou-se em relação à remoção de constituintes considerados contaminantes quando dispostos no meio ambiente. De forma bastante sucinta é possível destacar seis importantes momentos: o uso privado e desregulado da água até meados da década de 30; maior regulação e participação do Estado, com a prestação do serviço público durante o processo de industrialização que seguiu durante as décadas de 40 a 70; maior centralização das políticas setoriais e transferência de grande parte da prestação dos serviços municipais para as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB) durante o regime militar; descentralização e maior participação social com o processo de redemocratização; tentativa de privatização dos serviços públicos nos anos 1990; e retomada do planejamento setorial descentralizado com o recente Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB); todavia nada que garanta índices aceitáveis em âmbito nacional atualmente (PAULI, 2011; METCALF & EDDY, 2016; DIEESE, 2016).

2.3 Aspectos legais

Fundamentado nos conceitos de saneamento básico, sua importância e necessidade emergiu a questão de responsabilidade legal, onde temos segundo BRASIL, (2007), p.1:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, (BRASIL, 2007, p.1)

transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
 d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas; (Redação dada pela Lei nº 13.308, de 2016) (BRASIL, 2007, p.1);

A demanda crescente de água de abastecimento em contraponto à disponibilidade cada vez menor de água que possa ser potabilizada com técnicas menos onerosas e mais rápidas, levou a conscientização da indispensável e urgente necessidade do tratamento dos esgotos sanitários, sendo estes, também em quantidades maiores e qualidades piores, geram seus problemas de poluição e até de contaminação, fruto da presença de tóxicos ou de patogênicos. (OLIVEIRA, 2004). O saneamento básico é um direito de todo cidadão, garantido pela constituição federal, conforme segue segundo BRASIL, (1988), p.6:

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:
 [...]VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;
 VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;
 [...] IX - promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;

A constituição federal definiu que o planejamento do saneamento básico está a cargo do município BRASIL, (1988), p.9:

Art. 30. Compete aos Município: (...)
 V – organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

Em 2007, após décadas de discussões e diferentes projetos de lei, a Lei Federal 11.445/2007 foi sancionada e estabelece as diretrizes nacionais e a política federal ao saneamento onde a prestação dos serviços pode ser feita pelo ente público municipal ou por concessionária pública e/ou privada. (TRATABRASIL, 2017a). Deste modo, BRASIL, (2007, p.1) assim define:

Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:
 I - universalização do acesso;
 II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

[...] II - gestão associada: associação voluntária de entes federados, por convênio de cooperação ou consórcio público, conforme disposto no art. 241 da Constituição Federal;

III - universalização: ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico;

IV - controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico; (BRASIL, 2007, p.1)

Além disso, a referida legislação traz conceitos, objetivos e parâmetros que estabelecem a regionalização e diretrizes: BRASIL, (2007, p.16):

Art. 48. A União, no estabelecimento de sua política de saneamento básico, observará as seguintes diretrizes:

I - prioridade para as ações que promovam a equidade social e territorial no acesso ao saneamento básico;

II - aplicação dos recursos financeiros por ela administrados de modo a promover o desenvolvimento sustentável, a eficiência e a eficácia;

III - estímulo ao estabelecimento de adequada regulação dos serviços;

IV - utilização de indicadores epidemiológicos e de desenvolvimento social no planejamento, implementação e avaliação das suas ações de saneamento básico;

V - melhoria da qualidade de vida e das condições ambientais e de saúde pública;

VI - colaboração para o desenvolvimento urbano e regional;

VII - garantia de meios adequados para o atendimento da população rural dispersa, inclusive mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares;

[...] Art. 49. São objetivos da Política Federal de Saneamento Básico:

I - contribuir para o desenvolvimento nacional, a redução das desigualdades regionais, a geração de emprego e de renda e a inclusão social;

II - priorizar planos, programas e projetos que visem à implantação e ampliação dos serviços e ações de saneamento básico nas áreas ocupadas por populações de baixa renda;

III - proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental aos povos indígenas e outras populações tradicionais, com soluções compatíveis com suas características socioculturais;

IV - proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e de pequenos núcleos urbanos isolados;

Os anseios da comunidade e população, devido a percepção dos problemas ambientais e principalmente, a qualidade e quantidade da água, contribuíram fortemente para a tomada de posição dos que legislam. As pressões da legislação, dos consumidores e da sociedade quanto às responsabilidades ambientais têm

impulsionado o governo, as empresas e demais participantes da sociedade a um maior comprometimento com o meio ambiente (OLIVEIRA, 2004).

No âmbito legal, a estruturação é para a gestão dos recursos hídricos no Brasil estabelecida pela Lei de Águas, Lei nº 9.433 de 1997, que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), concomitante a estrutura institucional do setor de saneamento básico é mais recente e tem como base, pela citada lei 11.445 de 2007, denominada Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB) e o PLANSAB, aprovado em 2014. No âmbito financeiro temos assim constituído:

No que diz respeito especificamente aos programas e ações em saneamento básico, em nível nacional, diversos são os órgãos que participam das políticas setoriais. Segundo o PLANSAB (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014), do ponto de vista dos investimentos, a gestão dos recursos onerosos é atribuição exclusiva do Ministério das Cidades (MCIDADES), por meio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), enquanto os recursos do Orçamento Geral da União (OGU) são empenhados para diversos órgãos federais. A atuação do Ministério das Cidades é dirigida a municípios com população superior a 50 mil habitantes ou integrantes de Regiões Metropolitanas (RM) ou Regiões Integradas de Desenvolvimento (RIDE). (DIEESE, 2016, p.1). O atendimento a municípios com menos de 50 mil habitantes, áreas rurais, quilombolas e sujeitas a endemias fica a cargo da Fundação Nacional de Saúde – Funasa, vinculada ao Ministério da Saúde (DIEESE, 2016, p.1)

Assim exposto, temos que a legislação, estabelece competências distintas a governos federais estaduais e municipais, apesar da execução ser responsabilidade dos municípios, como podemos ver a seguir:

A Secretaria de Vigilância Sanitária dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano[...] E a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) exerce a vigilância da qualidade da água nas áreas de portos, aeroportos e passagens de fronteiras terrestres. O Ministério do Meio Ambiente (MMA) é responsável pela formulação e implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, conforme a Lei nº 12.305 de 2010, bem como pela capacitação e desenvolvimento institucional de estados e municípios nesse quesito. No âmbito do MMA, a Agência Nacional de Águas (ANA) desenvolve ações específicas voltadas ao setor de saneamento, como a elaboração do Atlas Brasil e o Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES), voltado à operação eficiente das estações de tratamento de esgotos, além de estudos hidro geológicos em regiões metropolitanas e o mapeamento de áreas de risco mais suscetíveis à ocorrência de inundações (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014, p. 27). Em nível estadual, o que se observa com maior frequência é a inexistência de órgãos formais (DIEESE, 2016, p.1) do Executivo que se dediquem ao saneamento, ficando essa função em geral restrita às CESB. E no âmbito municipal, embora a Constituição Federal estabeleça a competência do município para organizar e prestar, diretamente ou em regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, nem sempre se observa o cumprimento desse direito. No que diz respeito à regulação, de acordo com a Associação Brasileira das Agências de Regulação (ABAR, 2015), (DIEESE, 2016, p.1)

em 2014 existiam 50 agências reguladoras dos serviços de água e esgoto: 23 de abrangência estadual, 24 municipais e 3 de consórcios de municípios. (DIEESE, 2016, p.1).

Assim caracterizado, apesar da legislação não ser explícita sobre a responsabilidade dos municípios em execução do sistema de saneamento, foi dado a ele, mediante interpretações constitucionais a responsabilidade de executar e gerir o sistema de saneamento local, algo oneroso, que exige grande estrutura e investimentos constantes, e em um país onde 68,4% dos municípios possuem menos de 20 mil habitantes (IBGE, 2016b), existe a necessidade de apoio aos mesmos, onde:

[...] Quanto à modalidade de prestação dos serviços, existem três formas distintas: a modalidade direta, na qual o município (titular do serviço) presta o serviço por intermédio de uma autarquia ou empresa pública municipal, ou ainda por meio de uma Parceria Público-Privada; a modalidade indireta, (DIEESE, 2016, p.1) em que o titular concede, através de um contrato de concessão, a prestação do serviço para uma CESB ou para a iniciativa privada, sendo que a concessão pode ser plena (água e esgoto) ou somente de um tipo de serviço; e a gestão associada, na qual a CESB tem a responsabilidade do serviço. A gestão associada pode ser feita de duas maneiras: (a) o município e o estado estabelecem um convênio de cooperação entre si e um contrato de programa com uma CESB; ou, (b) estado e município (ou vários municípios) estabelecem um consórcio público e um contrato de programa e convênio de cooperação entre o consórcio e uma CESB. (DIEESE, 2016, p.1)

Deste modo, temos um conjunto de legislações, órgãos e entidades que gerenciam, planejam, controlam e financiam o saneamento nacional, mas deixando a execução a cargo da parte mais frágil, os municípios, que recebem a tarefa e todas as responsabilidades, sem possuir quaisquer meios necessários para execução, criando assim o panorama nacional que possuímos.

2.4 Panorama nacional

Fica evidente, que a legislação atual dá aos municípios o pleno poder de gerir o saneamento básico, com apoio de estados e governo federal, todavia destaca-se que este tipo de serviço necessita de grandes investimentos, estruturação adequada, algo inviável para a maior parte dos municípios. Deste modo deixa-se evidente os problemas do sistema, uma vez que por falta de recursos, meios e estrutura de gerencia e execução somado a serviços de péssima qualidade, o panorama nacional é precário onde atualmente no Brasil, devemos destacar:

Metade da população ainda não tem esgoto coletado em suas casas e cerca de 35 milhões de pessoas nem sequer têm acesso a água tratada no país. É o que revela levantamento feito pelo (LEITE, 2016, p.1)

Instituto Trata Brasil com base nos dados de 2014 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), divulgados no mês passado pelo Ministério das Cidades. O índice (49,8%) coloca o Brasil em 11º lugar no ranking latino-americano deste serviço, atrás de países como Peru, Bolívia e Venezuela. Os dados dessas nações são compilados pela Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL), que divulga o índice de 62,6% para o Brasil porque inclui fossas. Os números mostram que a coleta de esgoto melhorou só 3,6 pontos percentuais nos últimos cinco anos e ainda está muito distante da meta estabelecida pelo Plano Nacional de Saneamento Básico, que é atingir 93% de coleta no país em 2033. [...] Caso se mantenha o ritmo atual, estimamos que só teremos serviços de saneamento universalizados a partir de 2050. Os patamares de atendimento do Brasil se mostram modestos mesmo na comparação com seus pares latino-americanos", afirma Gesner Oliveira, ex-presidente da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e autor do estudo. (LEITE, 2016, p.1)

O saneamento básico pode ser entendido, no seu âmbito socioeconômico:

Em seu sentido lato, abrange um conjunto de ações que o homem estabelece para manter ou alterar o ambiente, no sentido de controlar doenças, promovendo saúde, conforto e bem-estar. Incorpora, pois, políticas de abastecimento d'água, esgotamento sanitário, sistemas de drenagem, coleta e tratamento dos resíduos sólidos. Reflete e condiciona diretamente a qualidade de vida determinada historicamente através de políticas públicas envolvendo aspectos socioeconômicos e culturais e mantendo uma interface com as políticas de saúde, meio ambiente e desenvolvimento urbano. O saneamento básico deve ser incluído, pois, no conjunto dos indicadores de qualidade de vida. Além de cuidar da água, esgoto e resíduos sólidos, o saneamento básico envolve, também, ações referentes à recuperação de mananciais e de reservatórios d'água poluídos, eliminando-se as fontes contaminadoras, à drenagem pluvial por meio de galerias fechadas ou a céu aberto, à implantação e manutenção de parques urbanos e aos problemas da sub-habitação (SOUZA, 2002, p.1)

Temos no país um panorama de saneamento frágil, ficando evidente em estatísticas e dados, onde temos segundo TRATABRASIL, (2016a, p.1):

- 50,3% da população têm acesso à coleta de esgoto.
- Mais de 100 Milhões de brasileiros não tem acesso a este serviço.
- Mais de 3,5 Milhões de brasileiros, nas 100 maiores cidades do país, despejam esgoto irregularmente, mesmo tendo redes coletoras disponíveis.
- 49% das obras de esgoto do PAC [Plano Aceleração do Crescimento] (2009 – 2015), monitoradas há 6 anos, estão em situação inadequadas. No fim de 2015 32% das obras de esgoto estavam concluídas.
- 91% dos esgotos gerados nas ocupações irregulares das 89 maiores cidades do Brasil não são coletados.
- Cerca de 450 mil Pessoas nos 15 municípios paulistas têm disponíveis os serviços de coleta dos esgotos, porém não estão ligados às redes, e, portanto, despejam seus esgotos de forma inadequada no meio ambiente.

Tratamento Esgoto:

- 42,67% dos esgotos do país são tratados.
- A média das 100 maiores cidades brasileiras em tratamento dos esgotos foi de 50,26%.
- Apenas 10 delas tratam acima de 80% de seus esgotos.

- Norte Apenas 16,42% do esgoto é tratado, e o índice de atendimento total é de 8,66%. A pior situação entre todas as regiões.
- Nordeste Apenas 32,11% do esgoto é tratado.
- Sudeste 47,39% do esgoto é tratado. O índice de atendimento total de esgoto é de 77,23%.
- Sul 41,43% do esgoto é tratado, e o índice de atendimento total é de 41,02%.
- Centro-Oeste 50,22% do esgoto é tratado. A região com melhor desempenho, porém a média de esgoto tratado não atinge nem a metade da população.
- Em termos de volume, as capitais brasileiras lançaram 1,2 bilhão de m³ de esgotos na natureza em 2013.
- Para universalização da água e dos esgotos esse custo será de R\$ 303 bilhões em 20 anos.
- O Governo Federal, através do PAC, já destinou recursos da ordem de R\$ 70 bilhões em obras ligadas ao saneamento básico.
- Houve um investimento de R\$ 1.69 bilhão a mais em 2014 comparado a 2013.
- Os maiores investimentos em saneamento básico (água e esgoto), durante três anos, foram nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e Bahia, totalizando 63,3%. Já os estados do Amazonas, Acre, Amapá, Alagoas e Rondônia são os que menos investiram em três anos, totalizando 1,7%. (TRATABRASIL, 2016a, p.1)

Podemos ainda destacar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), onde: “O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida resumida do progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde.” (PNUD, 2017, p.1). A construção deste índice se fundamenta em quesitos que exemplificam a importância do saneamento básico no contexto social, uma vez que este, baseia-se em fatores econômicos, educacionais e de saúde públicas; países com altos índices possuem sistemas exemplares de saneamento e os com baixos sistemas ineficazes ou inexistentes.

Assim exposto, o país se encontra em um nível intermediário, com muitos avanços perante os países mais pobres, porém muito aquém dos valores e índices dos países desenvolvidos. A Figura 1 apresenta o panorama nacional.

Figura 1: Panorama IDH nacional



Fonte: PNUD, 2017, p.1

Deste modo, o IDH nacional necessita de parâmetros comparativos, que evidenciem a situação do país perante os índices mundiais, uma vez que, possuímos o conceito de alto desenvolvimento humano. A Tabela 1, apresenta o comparativo com a situação nacional, tendo por base o melhor e o pior IDH:

Tabela 1: Ranking IDH Global- 2014

Ranking IDH Global	País	IDH 2014
MUITO ALTO DESENVOLVIMENTO HUMANO		
1	NORUEGA	0,944
ALTO DESENVOLVIMENTO HUMANO		
75	BRASIL	0,755
BAIXO DESENVOLVIMENTO HUMANO		
188	NÍGER	0,348

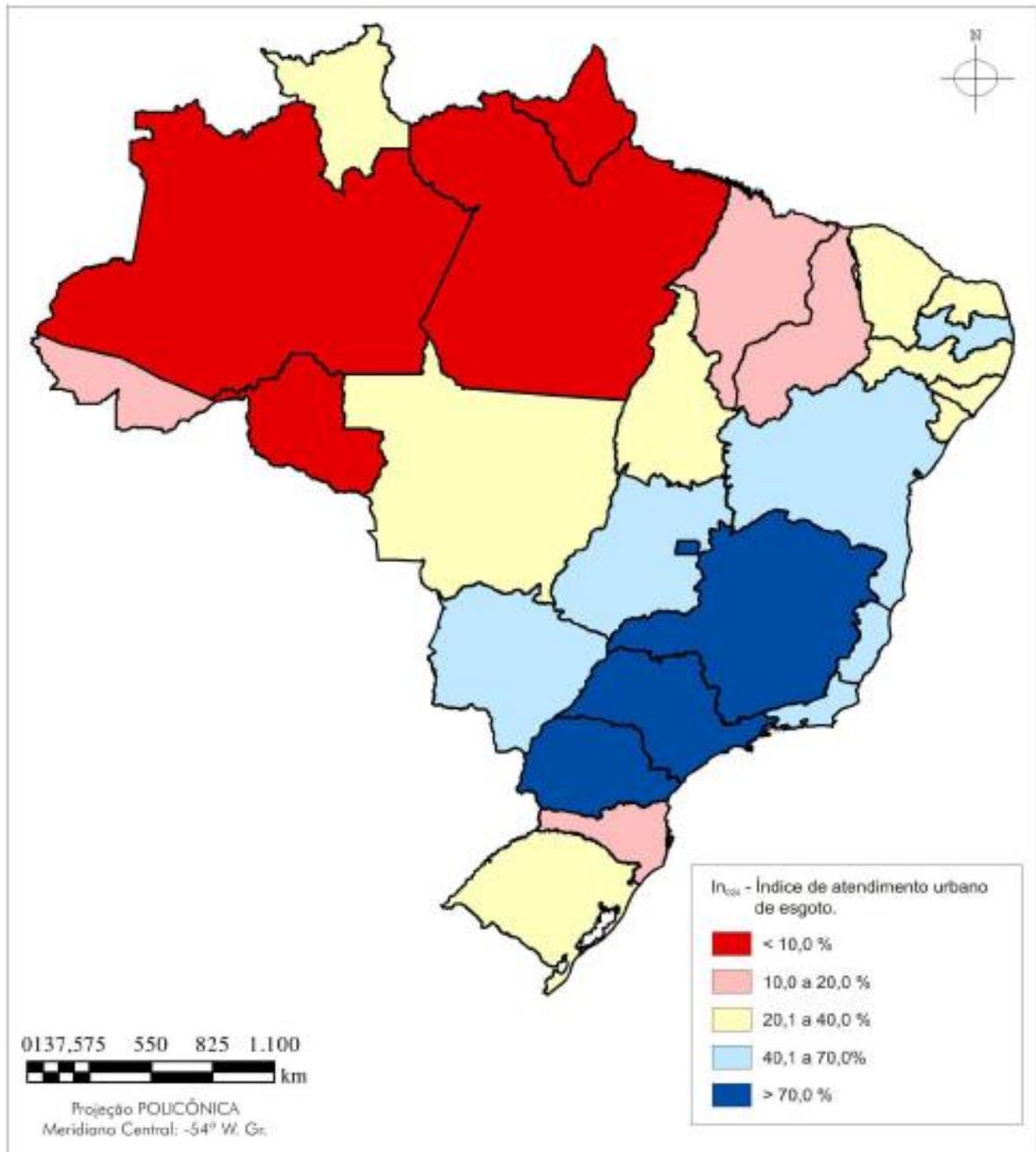
Fonte: Adaptado de PNUD, 2015, p.1

Deste modo, fica evidente que, segundo os índices de saneamento básico nacional, os desafios para atendimento são hercúleos. O país não tem infraestrutura necessária, recursos financeiros e planejamento adequados e suficientes, fato evidente principalmente em regiões como Norte e Nordeste. Essa precariedade é vista mundialmente, muitas vezes em índices como o IDH, que expõe as deficiências e suas interligações com outras áreas da sociedade e seu reflexo na vida do cidadão. Possuímos um índice, aceitável, contudo com larga diferença para o de excelência, mas conhecendo nosso panorama, com muito trabalho a ser executado.

2.5 Âmbito urbano e rural

O Brasil possui, segundo dados de IBGE (2010), 15,64% de população habitando na zona rural e 84,36% na zona urbana. Tendo estes percentuais como parâmetro, isso significa que ainda segundo as projeções populacionais do próprio IBGE, no país teríamos em 2017, 207.594.088 habitantes, com crescimento unitário a cada 20 segundos, isso significa que temos aproximadamente 32.467.715 de população rural e 175.126.373 de urbana, mantidas as proporções. Os índices de tratamento de esgoto rural e urbano, são tímidos, pois cerca de 75% dos residentes rurais, não possui coleta ou tratamento adequado (IBGE, 2011; SILVA; MOREJON; LESS, 2014) sendo de 35,9% o índice da população urbana desprovida de acesso a este serviço básico (SILVA; MOREJON; LESS, 2014). Do total populacional apenas 50,3% tem coleta de esgoto e 42,67% recebem tratamento, estimando em mais de 100 milhões de pessoas sem coleta e/ou tratamento de esgoto (TRATABRASIL, 2016a). A Figura 2 ilustra o panorama mais aceitável nacional, o urbano.

Figura 2: Municípios participantes do SNIS-2014- Índices tratamento esgoto urbano.



Fonte: BRASIL, 2014, p.30

O problema do saneamento básico atrela-se aos âmbitos urbanos e rurais, sendo agravado no último, por problemas sanitários e de saúde pública pois:

As consequências mais significativas da carência do saneamento nas áreas rurais são a exposição da população rural a doenças oriundas da ingestão de alimentos e de água contaminada pelo esgoto doméstico, como as principais fontes de doenças, entre as quais se destacam a febre tifóide, disenteria, cólera, diarreia, hepatite, leptospirose e giardíase (MEHNERT, 2003; PERES *et al.*, 2010). (SILVA; MOREJON; LESS, 2014.p. 246).

O saneamento ambiental requer da implantação de infraestrutura apropriada e, na maioria dos casos, pelos elevados custos nem sempre se concretiza. Uma das alternativas para minimizar os problemas decorrentes da falta de saneamento, nas áreas rurais, são as ações de educação ambiental (VILLAR, 2010) o qual deve contemplar, não somente a capacitação, mas também a popularização dos métodos, processos e tecnologias alternativas, de baixo custo.[...] O desenvolvimento e a aplicação de técnicas de educação ambiental visando à implantação do adequado saneamento rural refletem na melhoria da qualidade de vida da população rural atendendo suas necessidades básicas de forma eficiente e saudável (GONÇALVES *et al.*, 2013).(SILVA; MOREJON; LESS, 2014.p. 246-247).

Em relação ao tema, temos o tratamento de esgoto nas áreas rurais, e os meios de execução mais comuns onde, os dados apresentados dizem que:

[...] até os dias atuais o método de disposição dos efluentes domésticos, mais utilizado, nas áreas rurais do Brasil, é a fossa rudimentar (48,3% dos domicílios). Apesar de ocorrer uma melhoria no acesso da população a métodos de tratamentos mais adequados, como o emprego de fossas sépticas (que triplicaram os percentuais de utilização) ou até mesmo a implantação das redes coletoras (com expansão de 2,4%) a situação da gestão dos efluentes domésticos permanece preocupante. Enquanto que, 64,1% dos domicílios, localizados na área urbana, possuem acesso à rede de esgotamento sanitário, cerca de 75% dos domicílios localizados na área rural do Brasil adotam sistemas inadequados, pois a implantação e utilização das tecnologias convencionais de coleta, transporte e tratamento de efluentes domésticos da área urbana, são inviáveis. Este fato leva as famílias da área rural a recorrerem às alternativas de esgotamento sanitário que lhes são acessíveis, como o uso da fossa rudimentar, valas, disposição em rios e lagos ou diretamente no solo (FUNASA, 2012). Tais alternativas, na maioria das vezes, tornam-se fontes de potencial poluição e contaminação (direta/indireta) do solo e da água devido principalmente, à falta de um sistema de impermeabilização que não permita o contato do esgoto com o solo evitando os possíveis processos de percolação do mesmo atingindo os lençóis freáticos (SILVA; MOREJON; LESS, 2014. p.250 -251).

Concomitantemente, podemos ver o SNIS, (2014), que caracteriza, conceitua e estabelece parâmetros do panorama nacional rural:

Por sua vez, para esgotamento sanitário as soluções individuais contemplam as seguintes alternativas: fossas sépticas/sumidouros; fossas rudimentares; valas a céu aberto; lançamento de esgotos em curso d'água; galerias de águas pluviais; outros. O PLANSAB define como atendimento adequado com esgotamento sanitário, no caso de soluções individuais, o uso de fossas sépticas, que devem ser sucedidas por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetados e construídos. Nesse caso, o formulário simplificado do SNIS permitirá dizer se as soluções existentes são adequadas, segundo o PLANSAB. Destaca-se, ainda, que as soluções individuais de esgotamento sanitário só devem ser utilizadas se o solo se apresentar em condições adequadas de infiltração e se o nível de água subterrânea se encontrar a uma profundidade que evite o risco de contaminação por microrganismos transmissores de doenças. Segundo o glossário do SNIS, fossas rudimentares são poços escavado em terra, destinado a receber e acumular todo o esgoto, incluindo as situações onde ocorre o lançamento apenas de esgotos primários (excretas humanas – fezes e urina) e o lançamento de esgotos (BRASIL, 2014, p.84).

primários e secundários (demais esgotos domiciliares produzidos). Por sua vez, valas a céu aberto são valas ou valetas por onde escorre o esgoto a céu aberto em direção a cursos d'água ou ao sistema de drenagem, atravessando os terrenos das casas ou as vias públicas. Ainda, lançamentos em cursos d'água são lançamentos do esgoto sem tratamento, diretamente em rios, lagos, mar, etc. Por fim, galerias de águas pluviais são lançamento do esgoto sem tratamento, diretamente nas tubulações de águas pluviais. Assim, essas quatro formas de esgotamento sanitário são consideradas pelo PLANSAB como soluções inadequadas. Ainda segundo o glossário do SNIS, fossas sépticas/sumidouros são dispositivo tipo câmara, enterrado, destinado a receber o esgoto para separação e sedimentação do material orgânico e mineral, transformando-o em material inerte, seguido de unidade para a disposição da parte líquida no solo. Essas formas de esgotamento sanitário é a única considerada pelo PLANSAB como solução adequada. É possível observar que a maior parte (quase 3/4 do total) das soluções alternativas de esgotamento sanitário se encontram nas regiões Nordeste (35,4%) e Sul (37,5%). Considerando a amostra, com relação às fossas sépticas/sumidouros, solução considerada adequada pelo PLANSAB, no Brasil 67,3% dos municípios utilizam principalmente essa alternativa. Nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste esses valores são de 58,4%, 61,5%, 33,8%, 81,6% e 61,1%, respectivamente. (BRASIL, 2014, p.84).

Desta maneira, temos a seguir, conforme Quadro 1, as alternativas de esgotamento sanitário individual, muito comum em áreas rurais, devido a facilidade de instalação e custos pequenos:

Quadro 1: Principal alternativa individual de esgotamento sanitário –SNIS-2014

Região	Principal alternativa individual de esgotamento sanitário						Total
	fossas sépticas / sumidouro	fossa rudimentar	valas a céu aberto	lançam. em cursos d'água	galerias de águas pluviais	outros	
Norte	115	73	4	1	0	4	197
Nordeste	344	87	43	33	38	14	559
Sudeste	25	15	0	28	6	0	74
Sul	482	80	3	0	22	4	591
Centro-Oeste	96	57	0	0	0	4	157
Brasil	1.062	312	50	62	66	26	1.578

Nota:

a) Um total de 120 municípios não respondeu qual a principal alternativa individual de esgotamento sanitário, que somados aos 1.578 do Quadro 35, totalizam 1.698 da amostra

Fonte: BRASIL, 2014, p.85

Deste modo, fica evidente a necessidade e importância do saneamento básico nas áreas rurais e urbanas, com ênfase ao primeiro foco deste trabalho, devendo ser discutido somente qual o tipo de sistema a ser adotado, visando sempre o atendimento sanitário. Este deve atender a diversos parâmetros, tais como viabilidade econômica, técnica e ambiental, assim a escolha deve:

Buscar a minimização do consumo de energia e outros insumos, minimização de resíduos gerados, minimização de custos de implantação, operação e manutenção, com garantia da eficiência de remoção de poluentes e matéria orgânica, uma vez que deverá atender aos requisitos ambientais do local a ser implantado. [...] O crescente aumento do volume desses resíduos fez com que grande parte dos corpos d'água receptora se tornasse poluídos e com baixos níveis de oxigênio dissolvido. Graças às propriedades de autodepuração dos corpos d'água – processo natural de degradação e consumo da matéria orgânica pelos organismos que pertencem a esses ecossistemas – há o gradativo tratamento dessas águas podendo torná-las novamente saudáveis para peixes e demais organismos. Várias formas de tratamento de águas residuárias foram desenvolvidas, partindo-se do princípio da autodepuração, ou seja, empregando a ação de microrganismos para a remoção da matéria orgânica presente nos esgotos. Esse tipo de tratamento é denominado tratamento biológico. É importante ressaltar que, nas ETE's, procura-se otimizar esses processos, a fim de reduzir custos e incrementar a eficiência de degradação, para se atingir o menor tempo de tratamento no menor espaço possível (CAMPOS, 1994). A quantidade de matéria orgânica presente no esgoto é medida indiretamente por meio da quantidade de oxigênio necessária para a sua degradação. As duas variáveis mais utilizadas são a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e a DQO (Demanda Química de Oxigênio). Elas expressam a quantidade de oxigênio necessária para a degradação biológica e química da matéria orgânica, respectivamente. O tratamento biológico ganhou grande destaque pelas formas razoavelmente simples de se consumir matéria orgânica em grande escala, como em esgoto sanitário, [...] (OLIVEIRA, 2004, p.13-15).

Os sistemas de tratamento de esgoto, possuem funcionamento biológicos, sendo de dois tipos anaeróbio e aeróbios, e sua escolha se fundamenta em diversos fatores, tais como econômicos, espaços para construção da estação, etc. Vale destacar que a qualidade no tratamento de ambas é extremamente viável e sem riscos à saúde pública. Os conceitos a seguir expõem em detalhes este contexto:

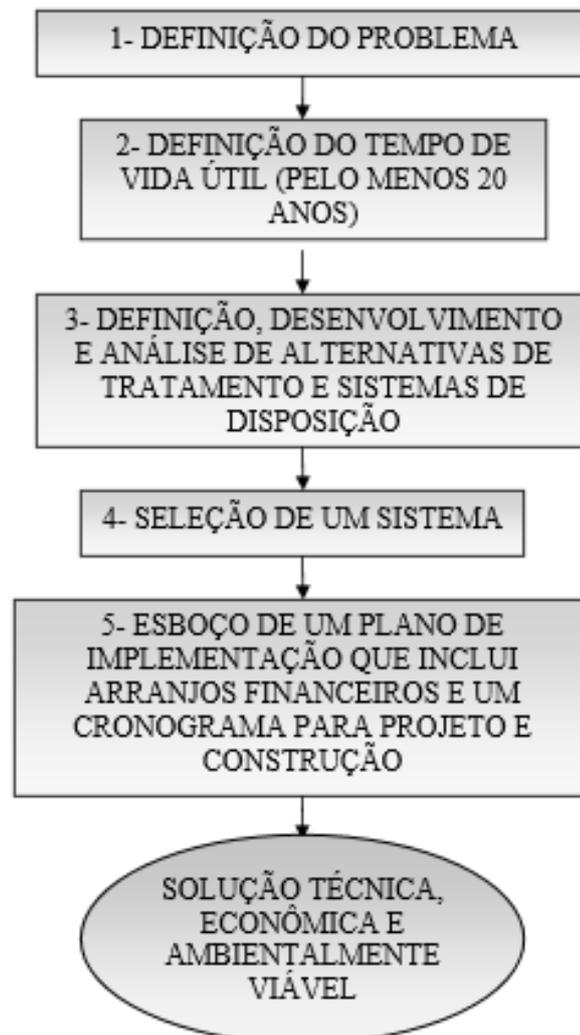
O tratamento biológico pode ser feito por microrganismos aeróbios, que necessitam de oxigênio, ou anaeróbios, para os quais o oxigênio é tóxico. Os sistemas biológicos podem oferecer bons resultados, resultando os subprodutos principais da degradação: água, dióxido de carbono e metano (só em processo anaeróbio), além do excesso de lodo, composto principalmente por microrganismos vivos e mortos, restos de matéria orgânica e material inorgânico não biodegradável. No Brasil, mesmo havendo um grande número de alternativas tecnológicas acessíveis (BNDES, 1997), há um número bem maior de estações do tipo Lodos Ativados, com geração de grandes (OLIVEIRA, 2004, p.17-18)

quantidades de lodo. Os sistemas UASB [*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*; Reator Anaeróbio de Manto de Lodo de Fluxo Ascendente], além de outros sistemas anaeróbios, são, em muitos casos, vistos como ineficientes, muito sensíveis e causadores de odores por parte dos responsáveis pela escolha do tratamento. Contudo, muitas pesquisas e resultados em ETE's em funcionamento têm provado que eles são totalmente viáveis e aplicáveis à realidade Brasileira, além de terem custos menores de implantação e manutenção e gerarem quantidades menores de lodo em relação a processos tudo realizado por Kalker *et al.* (1999) avaliou dois casos de aceitação de sistemas UASB, na Colômbia e na Índia, para tratamento de esgoto sanitário, por meio de transferência de tecnologia e envolvimento com governantes e responsáveis pela escolha e implantação do sistema. (OLIVEIRA, 2004, p.17-18)

As infraestruturas de saneamento mais sustentáveis buscam a produção de sistemas seguros e saudáveis, baseados na redução da poluição; economia de energia e água; diminuição da pressão de consumo sobre matérias-primas naturais; aprimoramento das condições de segurança e saúde dos trabalhadores, usuários finais e comunidade em geral. Os efluentes líquidos (esgoto doméstico, industrial, agrícola) são responsáveis por uma parcela significativa de poluição hídrica, na medida em que são lançados sem tratamento prévio nos corpos receptores. Os esgotos domésticos apresentam diversos componentes, tais como águas de banho e de lavagens, urina, fezes, restos de comida, sabões, detergentes, óleos e graxas etc. [...]A maioria dos processos de tratamento e disposição local de esgoto faz uso de microorganismos aeróbios (utilizam oxigênio para a decomposição da matéria orgânica) ou anaeróbios (realizam a mesma atividade na ausência de oxigênio), plantas que absorvem matéria inorgânica, para produção de frutos, solo local (capacidade de filtragem), entre outros. São utilizados meios naturais para degradação da matéria, de modo a tratar o efluente e possibilitar o retorno ao meio ambiente ou para reuso em atividades como adubação e irrigação, uma forma de torná-lo mais sustentável. Silveira, Lima e Pereira (2006) sugerem outras formas de tratamento de efluentes como o círculo de bananeiras (após passagem pela fossa séptica), processo de filtragem utilizando brita, areia e terra, outros utilizando materiais porosos e plantas aquáticas, processos que utilizam a biotecnologia para desinfecção. Há processos que reciclam o composto sólido resultante do processo de tratamento, destinando-o a compostagem, tornando-o um condicionante de solo para a agricultura. (MARTINETTI; SHIMBO; TEIXEIRA, 2007, p.998).

A construção de uma estação de tratamento de esgoto ou um sistema que atenda a esta finalidade, seja individual ou coletivo, é uma tarefa ampla e que envolve muito mais que apenas as questões técnicas de tratamento. Diversas variáveis são consideradas, e é fundamental um planejamento adequado para pleno atendimento. Assim o sistema a ser adotado, deve ser planejado sequencial e logicamente, mediante parâmetros que atendam aos quesitos sócio-econômicos, ambientais e técnicos, visando estruturação correta, que atenda às necessidades estabelecidas das estações, poder público e usuários, descritos na Figura 3:

Figura 3: Fluxograma para o planejamento de estações de tratamento de esgoto



Fonte: Adaptado de METCALF E EDDY, 1991 apud OLIVEIRA, 2004, p.42.

2.6 Efluentes e distribuição de água

Invariavelmente a tratativa de efluentes e distribuição de águas, devem ser tratadas juntamente, tendo em vista e estreita relação entre ambos no contexto do saneamento básico. Assim exposto a evolução do setor de tratamento de esgotos está ligada ao crescimento das cidades, visando a saúde pública e nas condições adversas causadas pela descarga de esgotos no meio ambiente. Passou-se a verificar a não existência de áreas para tratamento e disposição, principalmente para irrigação e filtração intermitente (métodos comumente empregados no início dos anos 1900); isto tornou necessário o desenvolvimento de novos métodos de tratamento visando acelerar as forças da natureza, sob condições controladas, em

estações de tratamento projetadas para utilizar menores áreas para instalação (METCALF & EDDY, 2016).

Temos atualmente no mundo mais de 80% das águas residuais lançadas em rios e lagos sem tratamento, e a poluição de dejetos humanos e animais afeta quase um de cada três rios na América Latina, Ásia e África. Além disso, a população global deve aumentar em um terço e chegar a mais de 9 bilhões até 2050, e necessitaremos de 55% a mais de água e 70% a mais de energia; um aumento de 70% na demanda por alimento, elevando a pressão sobre a água usada na agricultura, a maior consumidora deste recurso natural. Devemos destacar que mais pessoas também significam também aumento de águas residuais, inclusive de saneamento, um dos maiores desafios associados com o crescimento de assentamentos informais em cidades que se expandem rapidamente nos países em desenvolvimento (UNESCO, 2016). Ainda segundo a ONU, (2015, p.3), o saneamento deve ser:

A água necessária para o uso doméstico deve ser segura, ou seja, sem microrganismos, substâncias químicas ou contaminantes radiológicos que constituam uma ameaça para a saúde. As formas de medir a segurança da água potável são habitualmente definidas por normas nacionais e/ou locais. As Diretrizes da OMS para a qualidade da água potável constituem uma base para o desenvolvimento de normas nacionais que, se forem devidamente implementadas, assegurarão a segurança da água potável. Todos têm direito a um saneamento seguro e adequado. As instalações devem estar localizadas onde a segurança física possa ser garantida. Assegurar um saneamento seguro também requer educação e promoção significativas sobre regras de higiene. Significa isto que os sanitários devem estar disponíveis para serem utilizados a qualquer momento do dia ou da noite e devem ser higiênicos; as águas e os sólidos residuais deverão ser eliminados de forma segura e as instalações sanitárias deverão ter uma construção sólida. Os serviços devem assegurar a privacidade e os pontos de água devem estar posicionados de forma a permitir o exercício da higiene pessoal, incluindo a higiene menstrual.

A importância do saneamento básico verifica-se, segundo DIEESE (2016, p.1):

Os serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário constituem, juntamente com o manejo de resíduos sólidos e a drenagem das águas pluviais urbanas, o saneamento básico – conjunto de medidas que visam promover a saúde e a qualidade de vida da população. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), para cada R\$ 1,00 investido em saneamento há uma economia de R\$ 4,00 em saúde. Estudos da Organização das Nações Unidas (ONU) estimam que uma criança morra no mundo a cada 2,5 minutos por causa de água não potável, saneamento e, higiene deficientes. A água é um recurso natural renovável, essencial à sobrevivência dos seres vivos e ao desenvolvimento humano, porém, é um bem finito e de uso comum, e, portanto, deve ser considerada como um recurso de valor social. Em janeiro de 2016, a ONU reconheceu o saneamento básico como um direito humano.

Deve-se destacar ainda, a fundamentalidade da questão da captação, tratamento e distribuição da água, uma vez que esta é a base para quaisquer sistemas de saneamento. Esse recurso:

Do total apresentado de 265.400 trilhões de toneladas, somente 0,5 % representa água doce explorável sob o ponto de vista tecnológico e econômico, que pode ser extraída dos lagos, rios e aquíferos. É necessário ainda subtrair aquela parcela de água doce que se encontra em locais de difícil acesso ou aquela já muito poluída, assim para utilização direta, apenas 0,03% do volume total de água do planeta. Isso significa que, se toda água do planeta correspondesse a 100 litros, a parcela diretamente utilizável corresponderia a apenas 0,003 litro, ou meia colher de chá. Além disso, a água doce é distribuída de maneira bastante heterogênea no espaço e no tempo.” (BRAGA *et.al.*, 2005, p.74) [...] Não é necessário que a água existente no manancial apresente, em estado bruto, o padrão de qualidade exigido para fins de abastecimento público. Há várias maneiras de alterar suas características para torna-la compatível com as exigências do consumidor e da saúde pública. Essa possibilidade de tratamento ou de condicionamento da água é praticamente ilimitada do ponto de vista técnico, mas imperativos de ordem econômica restringem muito sua execução. O tratamento de água pode ser feito para atender a várias finalidades: Higiênicas: remoção de bactérias, protozoários, vírus e outros microrganismos, de substâncias tóxicas ou nocivas, redução do excesso de impurezas e de teores elevados de compostos orgânicos; Estéticas: correção de turbidez, cor, odor e sabor; e Econômicas: redução de corrosividade, dureza, cor, turbidez, ferro, ferro, manganês, etc (BRAGA *et al.*, 2005, p.108-109)

Os sistemas de abastecimento de água para fins de consumo humano são formados mediante instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma população. Os indicadores físicos, químicos e biológicos da água potável, isto é, aquela com qualidade adequada ao consumo humano, devem estar de acordo com o que estabelece o dispositivo legal em vigor no Brasil, neste caso a Portaria nº 518/GM de 25.04.2004, do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e as responsabilidades, relativos ao controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, onde pode ser entendido como conjunto de valores máximos permitidos dentro das características de qualidade da água visando o consumo humano. É importante observar que, como o conceito de qualidade de água potável para consumo humano é dinâmico, e os parâmetros, e valores-limite, devem ser mantidos sob constante revisão; tudo em função dos avanços em detecção de elementos tóxicos, bem como em função dos novos meios contaminantes (BRAGA *et al.*, 2005).

Conforme apresentado, temos em um sistema de saneamento fundamentado em meios de captação, tratamento e distribuição de água; e posteriormente a coleta,

tratamento e descarte das águas residuárias, geradas pela população atendida, uma água poluída. Podemos entender poluição das águas como:

A adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos (VON SPERLING, 1998, p.47)

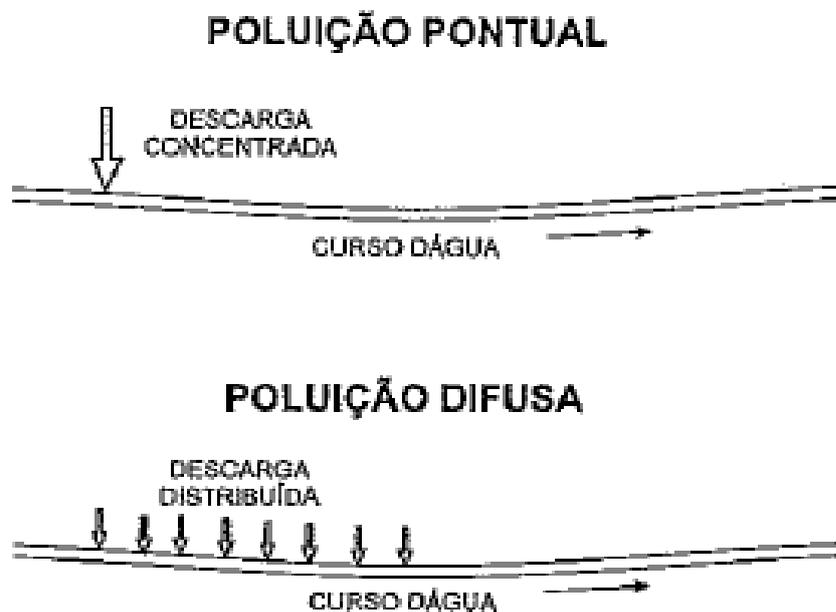
O mesmo autor define os tipos de poluentes que podem ser pontual ou difusa:

Existem basicamente duas formas em que a fonte de poluentes pode atingir um corpo d'água:

- Poluição pontual: os poluentes atingem os corpos d'água de forma concentrada no espaço. Um exemplo é o da descarga em um rio de um emissário transportando os esgotos de uma comunidade;
- Poluição difusa: os poluentes adentram o corpo d'água distribuídos ao longo de parte de sua extensão. Este é o caso típico da poluição veiculada pela drenagem pluvial, a qual é descarregada no corpo d'água de uma forma distribuída, e não concentrada em um único ponto (VON SPERLING, 1998, p.49).

Atrelados aos conceitos, temos a esquematização dos tipos, exemplificada na Figura 4:

Figura 4: Poluição pontual e poluição difusa



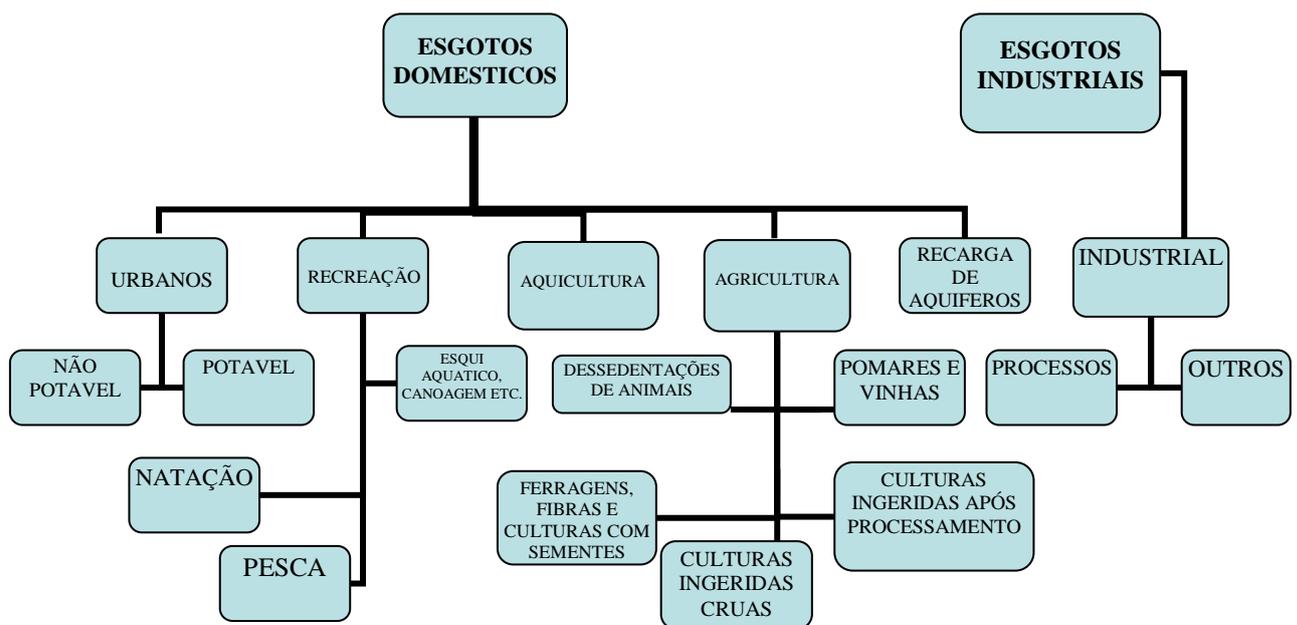
Fonte: VON SPERLING, 1998, p.49.

Os poluentes lançados necessitam de tratamento, imperativamente, tendo em vista que impossibilitam, devido a quantidade lançada e tipos de poluição, o círculo natural de tratamento (autodepuração do corpo hídrico, lagos, lagoas, etc). Deste modo existe a necessidade de tratamento para reuso e reaproveitamento destas águas:

Graças ao ciclo hidrológico, a água é um recurso renovável. Quando reciclada por meio de sistemas naturais, é um recurso limpo e seguro que é, pela atividade antrópica, deteriorada a níveis diferentes de poluição. Entretanto, uma vez poluída, a água pode ser recuperada e reusada para fins de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital (BRAGA *et.al.*, 2005, p.112 e 113), e de operação e manutenção. As possibilidades e maneiras de reuso dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais. [...] o potencial de reuso de efluentes é muito amplo e diversificado. Entretanto, usos que demandam água com qualidade elevada requerem sistemas de tratamento e de controle avançados, podendo levar a custos incompatíveis com os benefícios correspondentes. De uma maneira geral, esgotos tratados podem, no contexto urbano, ser utilizados para fins potáveis e não potáveis (BRAGA *et.al.*, 2005, p.112 e 113).

A Figura 5 expõe os meios de reuso dos efluentes:

Figura 5: Tipos de reuso



Fonte: BRAGA *et al.*, 2005, p.112.

As tratativas acerca do tema fazem uso de conceitos genéricos em saneamento básico, sendo um destes o esgoto. Deste modo, os esgotos ou efluentes gerados podem ser assim conceitualizados:

Esgoto é, essencialmente, a água de abastecimento de uma comunidade após o seu uso em uma variedade de aplicações, contendo constituintes que, sem tratamento, a tornam imprópria para a maioria dos usos. Quando esgoto bruto é acumulado e se torna séptico, a decomposição do material orgânico nele contido leva a condições desagradáveis, incluindo a produção de gases com maus odores. Além disso, esgotos brutos contêm diversos organismos patogênicos que se desenvolvem no intestino humano. Contém, também, nutrientes que podem estimular (METCALF & EDDY, 2016 p.3)

o crescimento de plantas aquáticas e impedir o desenvolvimento de compostos tóxicos ou compostos potencialmente mutagênicos ou carcinogênicos. Por essas razões, a imediata e segura remoção de esgotos de suas fontes de geração [...] seguidas de tratamento, reuso ou disposição final é necessária para a proteção da saúde pública e do meio ambiente (METCALF & EDDY, 2016 p.3).

Esgoto é o termo usado para caracterizar os despejos provenientes dos diversos usos da água, como o doméstico, comercial, industrial, agrícola, em estabelecimentos públicos e outros. Esgotos sanitários são os despejos líquidos constituídos de esgotos domésticos e industriais lançados na rede pública e águas de infiltração. [...] Os esgotos domésticos –a parcela mais significativa dos esgotos sanitários- provem, principalmente, de residências e de edificações públicas e comerciais que concentram aparelhos sanitários, lavanderias e cozinhas. Apesar de variarem em função dos costumes e condições socioeconômicas das populações, os esgotos domésticos têm características bem definidas. Resultantes do uso da água pelo homem em função dos seus hábitos higiênicos e de suas necessidades fisiológicas, os esgotos domésticos compõem-se, basicamente, das águas de banho, urina, fezes, restos de comida, sabões, detergentes e águas de lavagem. (BRAGA *et.al*, 2005, p.119).

Devemos destacar ainda que os esgotos ou efluentes, possuem diferenciações, podendo ser industriais ou domésticos, assim exposto este trabalho terá enfoque em esgotos domésticos, que são assim definidos:

Os efluentes que compõem o esgoto doméstico podem ser classificados em dois tipos: águas negras e águas cinzas. As águas cinzas, derivam de pias, chuveiros, banheiras e lavanderia, sendo o maior volume de esgoto doméstico. (Ridderstolpe, 2004 apud GALBIATI, 2009, p.1)), onde seu tratamento é mais simples, e dependendo do objetivo de reuso, pode ser feito nas próprias casas, com aplicação direta no solo, visando irrigação de jardins e plantas, desde que com critérios adequados. Os efluentes oriundos do vaso sanitário, contendo fezes, urina e papel higiênico ou provenientes de dispositivos separadores de fezes e urina, compostos por matéria fecal e papel higiênico; algumas literaturas consideram ainda nas águas negras os resíduos da cozinha, devido matéria orgânica, óleos e gorduras existentes. (REBOUCAS *et.al*, 2007 apud GALBIATI, 2009, p.1). Contudo apesar de conter a maior parte dos patógenos e dos nutrientes encontrados no esgoto doméstico, o volume de águas negras é bem menor do que o de água cinza produzido. (25000 a 100000 litros por ano de água cinza, para 500 litros de urina e 50 litros de fezes por pessoa, onde o total de fezes excretada por um humano em um ano é de 25 a 50 kg por ano, com a maior parte dos nutrientes presentes na urina (OTTERPOHL, 2002 apud GALBIATI, 2009, p.1).

Os principais constituintes de esgotos, originados de fontes domésticas, municipal e industrial são: excreta humana (i.e., fezes e urina), águas de banho, de processamento de alimentos e de produtos de manutenção pessoais e domésticos, juntos a uma grande variedade de traços de outros compostos orgânicos e inorgânicos (METCALF & EDDY, 2016, p.60).

As características das águas residuais domésticas são peculiares, e algumas delas podem ser vistas no Quadro 2:

Quadro 2: Principais características físicas dos esgotos domésticos

PARAMETRO	DESCRIÇÃO
TEMPERATURA	<ul style="list-style-type: none"> • Ligeiramente superior à da água de abastecimento; • Variação conforme as estações do ano (mais estável que a temperatura do ar); • Influencia na atividade microbiana; • Influencia na solubilidade dos gases; • Influencia na velocidade de reações químicas; • Influencia na viscosidade do líquido.
COR	<ul style="list-style-type: none"> • Esgoto fresco: ligeiramente cinza; • Esgoto séptico: cinza escuro ou preto;
ODOR	<ul style="list-style-type: none"> • Esgoto fresco: odor oleoso, relativamente desagradável; • Esgoto séptico: odor fétido (desagradável), devido ao gás sulfídrico e a outros produtos em decomposição; • Despejo industriais: odores característicos;
TURBIDEZ	<ul style="list-style-type: none"> • Causada por uma grande variedade de sólidos em suspensão; • Esgotos mais frescos ou mais concentrados: geralmente maior turbidez.

Fonte: Adaptado de QASIM (1985 apud VON SPERLING, 1998, p.85).

As vazões de esgotos para áreas residenciais são normalmente determinadas com base na população e na contribuição per capita média de esgoto. Em áreas residenciais com previsão de crescimento, é comumente recomendado adotar vazões com base em usos do solo e densidades previstas de população e se possível, devem ser baseadas em valores reais de vazões selecionados de comunidades similares, preferencialmente da mesma região (METCALF & EDDY, 2016).

Além disso, Braga *et al.*, (2005, p.120), faz as seguintes conceitualizações:

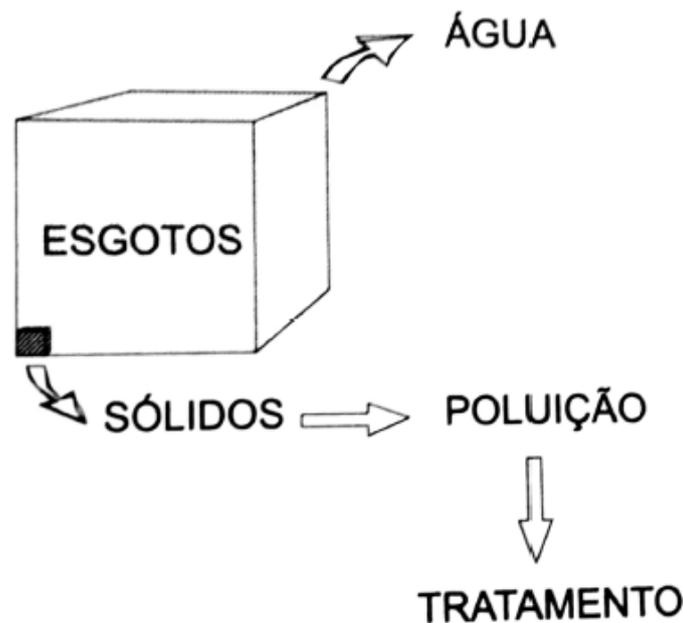
A quantidade de esgoto sanitário produzido diariamente pode variar bastante não só de uma comunidade para outra, como também dentro de uma mesma comunidade em função de: Hábitos e condições socioeconômicas da população; Existência ou não de ligações clandestinas de água pluviais na rede de esgoto; Construção, estado de conservação e manutenção das redes de esgoto, que implicam uma maior ou menor infiltração; Clima; Custo e medição da água distribuída; Pressão e qualidade da água distribuída na rede de água; e estado de conservação dos aparelhos sanitários e vazamentos de torneiras. Além das variações quantitativas, as características dos esgotos sanitários variam qualitativamente em função da composição da água de abastecimento e dos diversos usos dessa água. De um modo geral, podemos dizer que, não ocorrendo grande contribuição de despejos industriais, os esgotos sanitários constituem-se, aproximadamente, de 99,9 % de líquido e 0,1% de sólido, em peso. O líquido em si nada mais é do que um meio de transporte de inúmeras substâncias orgânicas, inorgânicas e microrganismos eliminados

pelo homem diariamente. Os sólidos são responsáveis pela deterioração da qualidade do corpo d'água que recebe os esgotos e, portanto, seu conhecimento revela-se muito importante para o conhecimento de qualquer sistema de tratamento de esgotos. (Braga *et al.*, 2005, p.120)

Conforme definido a composição dos esgotos domésticos fundamenta-se em partes solidas e liquidas, e seu comportamento no processo de tratamento são diferentes, uma vez que a parte solida possui caráter de reaproveitamento ou descarte e a liquida de reuso. A Figura 6 exemplifica este fundamento de sólidos nos esgotos.

Figura 6: Sólidos nos esgotos

SÓLIDOS NOS ESGOTOS



Fonte: VON SPERLING, 1998, p.84.

A composição dos efluentes, atrelada a quantidade produzida, sistema adotado e viabilidade financeira caracterizam-se com parte fundamental do planejamento para tratamento dos mesmos, de modo a garantir o descarte sem riscos ao meio ambiente ou reuso. Deste modo, sabendo as deficiências do sistema nacional, as tecnologias e técnicas existentes para tratamento surgem como base para atender as demandas, cada vez maiores. Assim caracterizado, apresentaremos a seguir as principais técnicas para atendimento as regiões rurais ou afastadas, que impossibilitem interligação com um sistema de grande porte existente, apresentando

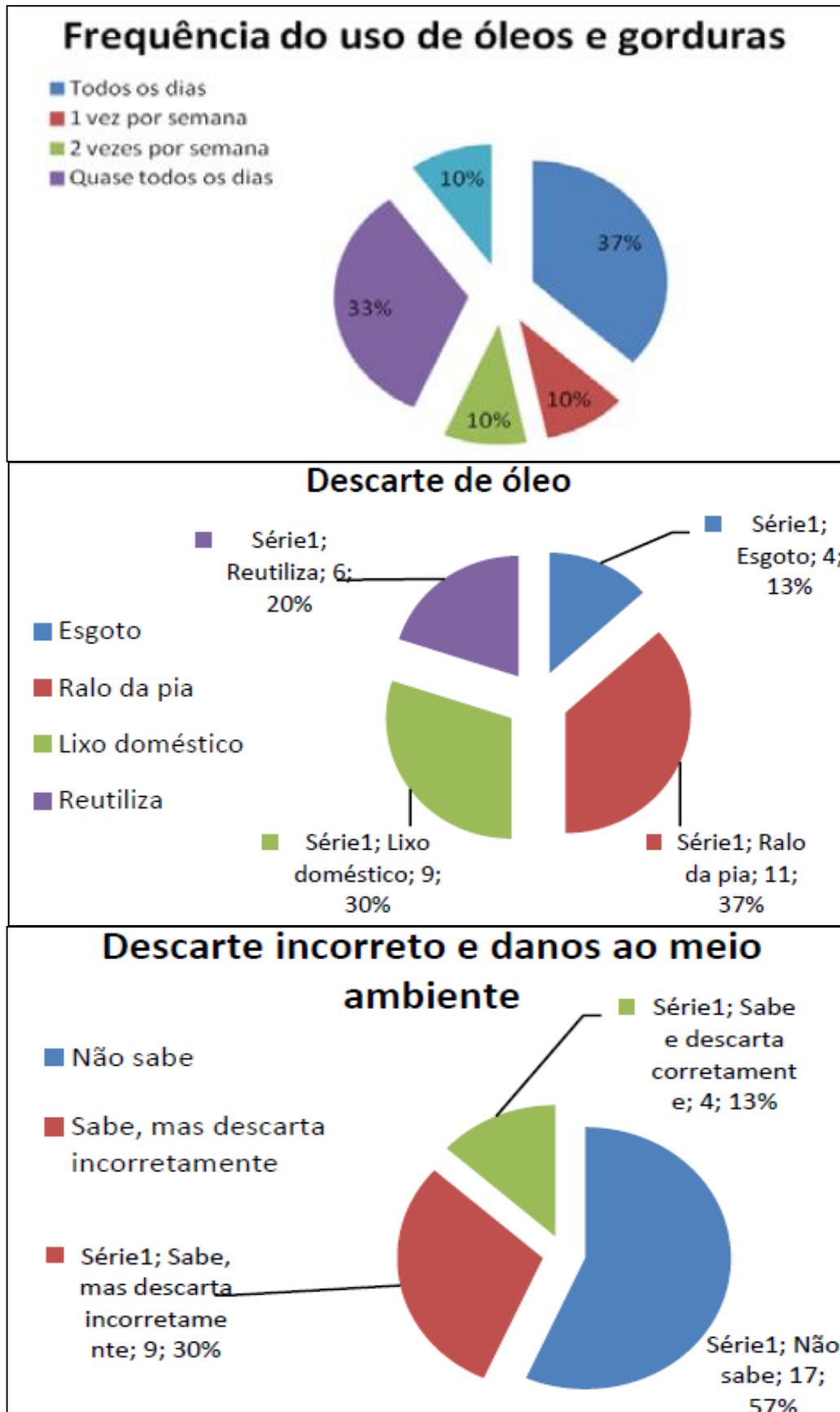
conceitos, funcionalidades, viabilidade e demais características que atendam as necessidades das populações citadas e do poder público em desenvolver e gerencia-las.

2.7 Gorduras domésticas

Os resíduos domésticos, possuem nas chamadas águas cinzas, um ponto a ser citado, as gorduras domésticas, onde temos os óleos e gorduras vegetais, utilizados em processos de fritura por imersão e gerados nas caixas de gordura das residências. Considerando-se que um litro de óleo é capaz de contaminar até um milhão de litros de água potável, equivalente ao consumo de um ser humano até os 14 anos de vida; assim faz-se necessário a adoção de práticas alternativas para o reaproveitamento desses resíduos, minimizando dessa forma os seu impacto ambiental ao ser lançado na natureza (SEGUNDO; BIZERRA, 2013; BORTOLUZZI, 2011) . No caso do óleo de cozinha usado em frituras, a possibilidade mais concreta para evitar seu despejo na natureza é reaproveitá-lo fazendo sabão, através de metodologia simples, de fácil manipulação e baixo custo (SEGUNDO; BIZERRA, 2013).

Todavia estes resíduos são normalmente descartados no esgoto ou mesmo enterrados, um destino inconveniente devido, principalmente, a possibilidade de contaminação de lençóis freáticos, e falta de conscientização popular sobre o tema, conforme apresentado na Figura 7. Se depositados no solo, matam a vegetação e os microrganismos, destruindo o húmus, causando infertilidade da área, podendo atingir o lençol freático, inutilizando os poços da região de entorno; se jogados no esgoto, irão comprometer a execução das estações de tratamento de esgoto, podendo chegar a causar a interrupção do funcionamento desse serviço essencial e até refluxo do sistema devido entupimentos. Estima-se que o tratamento de esgoto se torna, em média, 45% mais oneroso, pela presença desse tipo de resíduo em águas servidas. Assim, todo óleo/gordura vegetal residual deveria ser obrigatoriamente, recolhido e ter destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o ambiente, sendo proibidos quaisquer descartes em solos, águas subterrâneas, no mar e em sistemas de esgoto e evacuação de águas residuais. (SEGUNDO; BIZERRA, 2013; BORTOLUZZI, 2011; GOMES, *et al*, 2013).

Figura 7: Pesquisa sobre óleos e gorduras



Fonte: SEGUNDO; BIZERRA, 2013, p.1204

O óleo de fritura polui os rios por conter carga orgânica elevada que, em sua digestão, requer oxigênio dissolvido, essencial a respiração dos peixes e outras formas de vida. Também contribui para formar um filme flutuante que prejudica a oxigenação das águas, já que não são miscíveis, encarece e dificulta o tratamento de águas. Além disto, a decomposição anaeróbia do óleo, assim como de todo material orgânico, emite metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e água na atmosfera, gerando gases de efeito estufa que contribuem para o superaquecimento terrestre (RIBEIRO *et al*, 2010 apud SEGUNDO; BIZERRA, 2013; BORTOLUZZI, 2011). Assim caracterizado, todo o óleo vegetal residual ou óleo de cozinha usado deve obrigatoriamente ser recolhido e ter destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o ambiente, sendo proibidos quaisquer descartes em solos, águas subterrâneas, no mar e em sistemas de esgoto e evacuação de águas residuais (GOMES, *et al*, 2013).

Neste âmbito temos a importância da caixa de gordura, conceitualmente:

Caixa destinada a reter na sua parte superior as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que estes componentes escoem livremente pela rede obstruindo a mesma (ABNT, 1999, p.2)

Dispositivo destinado a promover a retenção de gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, impedindo seu escoamento para a rede coletora, evitando a obstrução da mesma. O material retido deve ser removido periodicamente pelo cliente, que deve dar destinação adequada ao resíduo sólido.(SABESP, 2015, p.3)

A caixa de gordura pode ser definida segundo, Gasperi (2012), como um sistema usado para pré tratamento de resíduos provenientes de pias de cozinha, interligada e rede de esgoto, sendo responsável pela remoção de parte do material graxo presente nos efluentes gerados, fundamentado em simplicidade operacional e construtiva, acumulando altos teores de óleos e graxas.

A limpeza deve ser periódica (intervalos de 6 meses, podendo variar para maiores ou menores períodos, de acordo com uso doméstico ou comercial) e os resíduos retirados devem ser enviados a empresas especializadas em tratamento ou depositados em meios apropriados (garrafas pet, sacos plásticos, e demais recipientes lacrados) e depositados juntamente ao lixo doméstico com coleta seletiva ou pontos credenciados para tratamento adequado. (TRATABRASIL, 2016b; CESAN, 2016; FLORIANOPOLIS, 2017).

Segundo ABNT, 1999, o uso de caixas de gordura, caso não seja exigido pelos órgãos competentes locais, a sua adoção fica a critério do projetista. Todavia, destaca-se que a manutenção e retirada dos resíduos retidos pelo equipamento devem ser realizados constantemente, e a no estado de São Paulo, a maior concessionária SABESP, não é responsável pela instalação e manutenção do dispositivo, ficando a cargo do proprietário do imóvel tomar tais providências. (SABESP, 2016).

3 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITARIO- SES

Os sistemas de esgotamento sanitário (SES) são “o conjunto de atividades, serviços e infraestruturas responsáveis pela coleta, transporte, tratamento e disposição final de efluentes sanitários. ” (MUTTI, 2015, p.5). Os efluentes são caracterizados pela presença de elevadas concentrações de poluentes e de potenciais organismos patogênicos. Sendo assim, a função dos SES é de isolar e afastar os efluentes, realizando o seu tratamento para só depois dispô-lo em um corpo receptor (rios, córregos, etc), reduzindo os riscos à saúde e meio ambiente. (MUTTI, 2015).

Os sistemas de esgotamento sanitário, possuem variantes, sendo basicamente duas (VON SPERLING), 2014. A Figura 8, expõe os modelos e suas diferenças:

- Sistema individual ou estático, um modelo de solução no local, individual, ou para poucas residências;
- Sistema coletivo ou dinâmico, um meio de solução com afastamento dos esgotos da área servida

Figura 8: Sistemas de esgotamento individuais (estático) e coletivos (dinâmico)



Fonte: VON SPERLING, 2014, p.51

Os sistemas individuais, indicam uma solução local, normalmente usada em atendimento de residências unifamiliares, apesar de poder atender a pequenos grupos. O funcionamento se baseia no lançamento do esgoto doméstico, em sistemas fossas, usualmente com infiltração no solo. Contudo sua viabilidade está atrelada a fatores de solo (permeabilidade), densidade ocupacional pequena, além disso, o nível de água subterrânea deve estar em profundidade adequada (mínimo de 1,5m segundo ABNT, 1997), a fim de evitar contaminação. Este modelo, é recomendado em locais onde não seja possível outros métodos, em áreas rurais ou áreas urbanas pouco concentradas. Estes se apresentam como soluções para regiões onde se torna inviável técnica e economicamente o desenvolvimento de um sistema coletivo e ainda necessita de estudos prévios, uma vez que essa forma de disposição, não apresenta uma remoção eficiente de poluentes e pode apresentar risco principalmente ao meio ambiente local e podem conduzir a poluição da água superficial no caso de extravasamentos e da própria incorporação da água subterrânea à água superficial (JORDÃO e PESSÔA, 2014 e VON SPERLING, 2014).

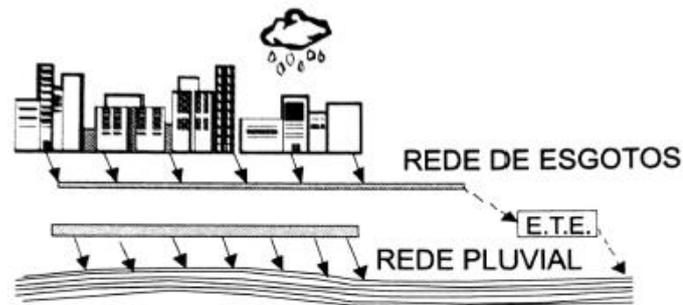
Os sistemas coletivos se baseiam em locais com elevada densidade populacional, tais como cidades, vilas, bairros, etc, fundamentando-se em canalizar os esgotos e transporta-los até o destino final, podendo variar em unitário ou combinado e separador (JORDÃO e PESSÔA, 2014 e VON SPERLING, 2014). As diferenças entre os sistemas podem ser vistas na Figura 9:

- **Sistema unitário ou combinado:** esgotos sanitários e águas das chuvas são conduzidos ao seu destino final, dentro da mesma canalização. Este sistema necessita de diâmetros maiores, além de custos maiores, de implantação riscos de refluxo do esgoto em casos de enchentes, etc, não sendo muito indicado e comum. (JORDÃO e PESSÔA, 2014 e VON SPERLING, 2014).
- **Sistema separador:** o mais comum, onde os esgotos sanitários e as águas das chuvas são conduzidos ao destino, em canalizações separadas, contudo é comum ligações clandestinas nos mesmos, ligando as redes, gerando problemas. Tem como vantagem a redução dos custos e prazos de execução, melhor condição de tratamento de esgotos, maior variedade de materiais para tubulações, menores

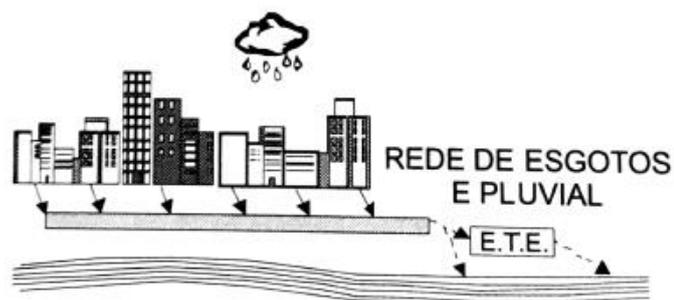
dimensões de tubulações (VON SPERLING, 2014). No Brasil, é o sistema predominante, pois é o exigido tradicionalmente por lei. Do ponto de vista técnico, o sistema separador absoluto mostra-se claramente uma evolução em relação ao sistema unitário. O sistema unitário pode ser usado como um sistema viabilizador do separador absoluto, haja vista que os custos de implantação são reduzidos pela não execução imediata de uma nova rede de coleta de esgotos, no caso de existirem canalizações de coleta pluvial que possam ser usadas para a coleta de esgoto sanitário (NORO, 2012). No Brasil, segundo Tsutiya e Bueno (2004) apud Noro, (2012), o sistema separador absoluto passou a ser utilizado por orientação de Saturnino de Brito (1864–1929), proeminente sanitarista sistema separador absoluto, visto que as vantagens que tal sistema deveria proporcionar, com o tratamento apenas das vazões de esgoto sanitário, via de regra, muito menores que as vazões pluviais, não são alcançadas.

Figura 9: Sistemas de esgotamento separador e combinador

SISTEMA SEPARADOR



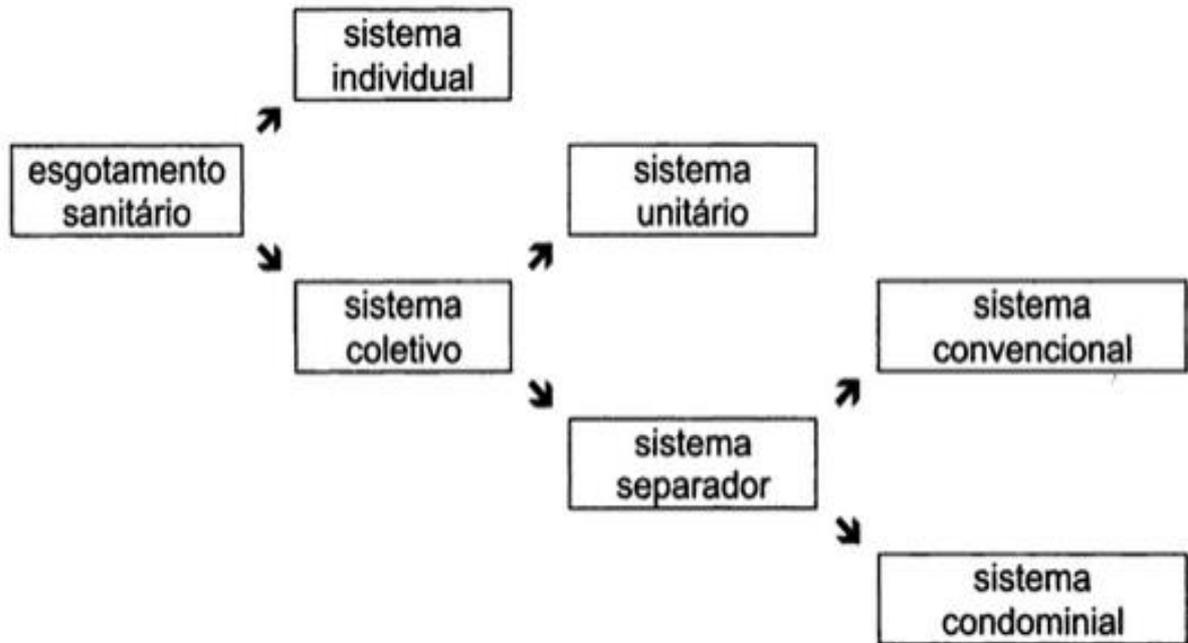
SISTEMA COMBINADO



Fonte: VON SPERLING, 2014, p.52

Deste modo, sendo o mais comum e utilizado, o sistema separador, pode ainda ser subdividido em Convencional: utilizado na maior parte das cidades ou simplificado ou condominial, que é usado como solução econômica de coleta de esgotos (VON SPERLING, 2014). A Figura 10 a seguir expõe os modelos de esgotamentos e suas variações

Figura 10: Principais variações de esgotamento sanitário

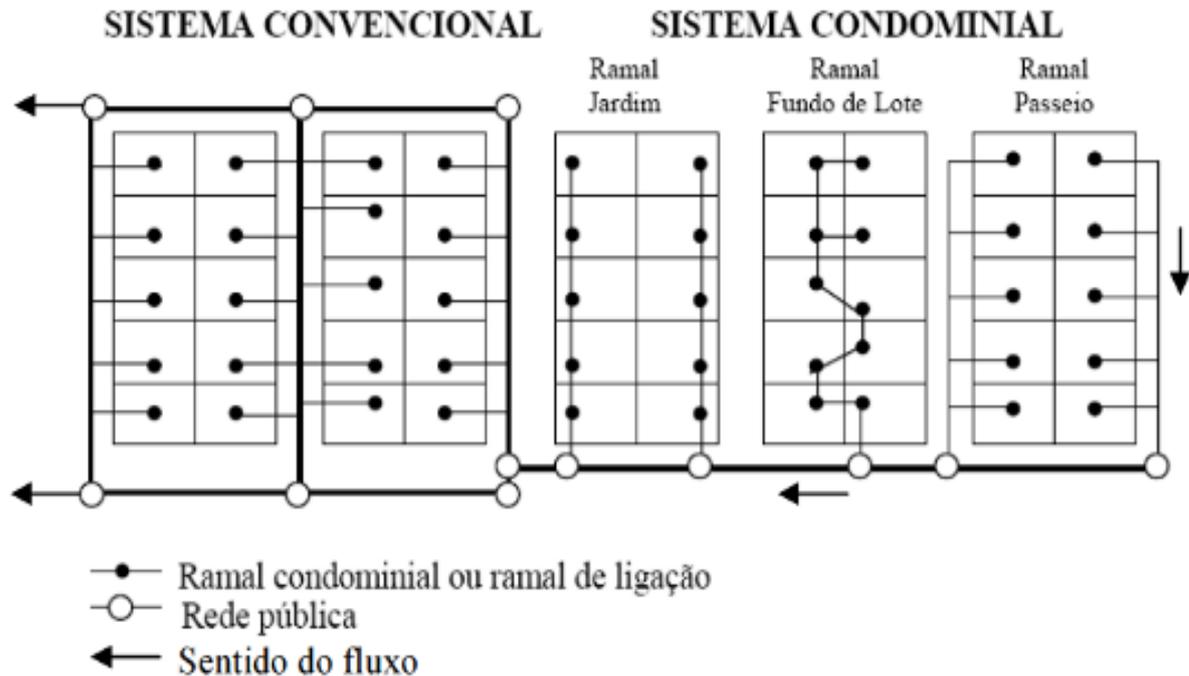


Fonte: VON SPERLING, 2014, p.54

O sistema condominial, tem por princípio a participação da população nas diversas etapas do projeto de coleta e transporte de esgoto, da escolha do local de passagem dos condutos, nos custos do sistema, instalação e manutenção. Sua participação se baseia em locais que possuam elevado adensamento, desornamento espacial, grandes espaços livres, diversidade de espaços públicos e privados, difícil topografia, moradias improvisadas ou com estrutura precária, enfim, fatores que impossibilitem a viabilidade dos projetos urbanísticos de infraestrutura normatizados. Seu funcionamento dá-se por um conjunto de casas interligadas, similar a apartamentos de um edifício, assim os ramais condominais, usam tubos com baixo diâmetro e enterrados em pequenas profundidades, com traçado entre os quintais no interior dos lotes, ou perto das calçadas, com maior custo/benefício segundo segurança sanitária e alcance social. (TSUTIYA E ALEM SOBRINHO APUD SANTIAGO, 2008). Sua manutenção é garantida com caixas de inspeção e

cada bloco condominial descarrega seu esgoto em canalizações da rede principal com diâmetro maior e é encaminhada a estação de tratamento de esgoto (SANTIAGO, 2008). A Figura 11, apresenta este modelo e o convencional.

Figura 11: Sistemas convencional e condominial



Fonte: SANTIAGO, 2008, p.10

Concomitante temos o convencional, uma rede interligada em local específico que recebe as conexões das residências, sendo este o método mais comum e usado. Em regiões urbanas com alto adensamento populacional os SES se apresentam com o uma solução coletiva para a coleta e tratamento dos efluentes gerados por fontes domésticas, comerciais ou industriais. Tipicamente, as fontes geradoras são ligadas a uma rede coletora composta por tubulações assentadas sob a pavimentação, que transportam por gravidade os efluentes gerados. As redes coletoras por sua vez encaminham os efluentes para interceptores, tubulações de maiores dimensões. Nos SES constam ainda estações elevatórias de esgoto (EEE), responsáveis pela elevação dos efluentes de uma cota mais baixa para uma cota mais alta; emissários e a própria estação e tratamento de esgotos. (MUTTI, 2015; BRASIL, 2008) . A Figura 12, apresenta este modelo.

Figura 12: Partes constitutivas do sistema coletivo convencional



Fonte: Adaptado de BARROS *et al*, 1995 apud BRASIL, 2008, p.29

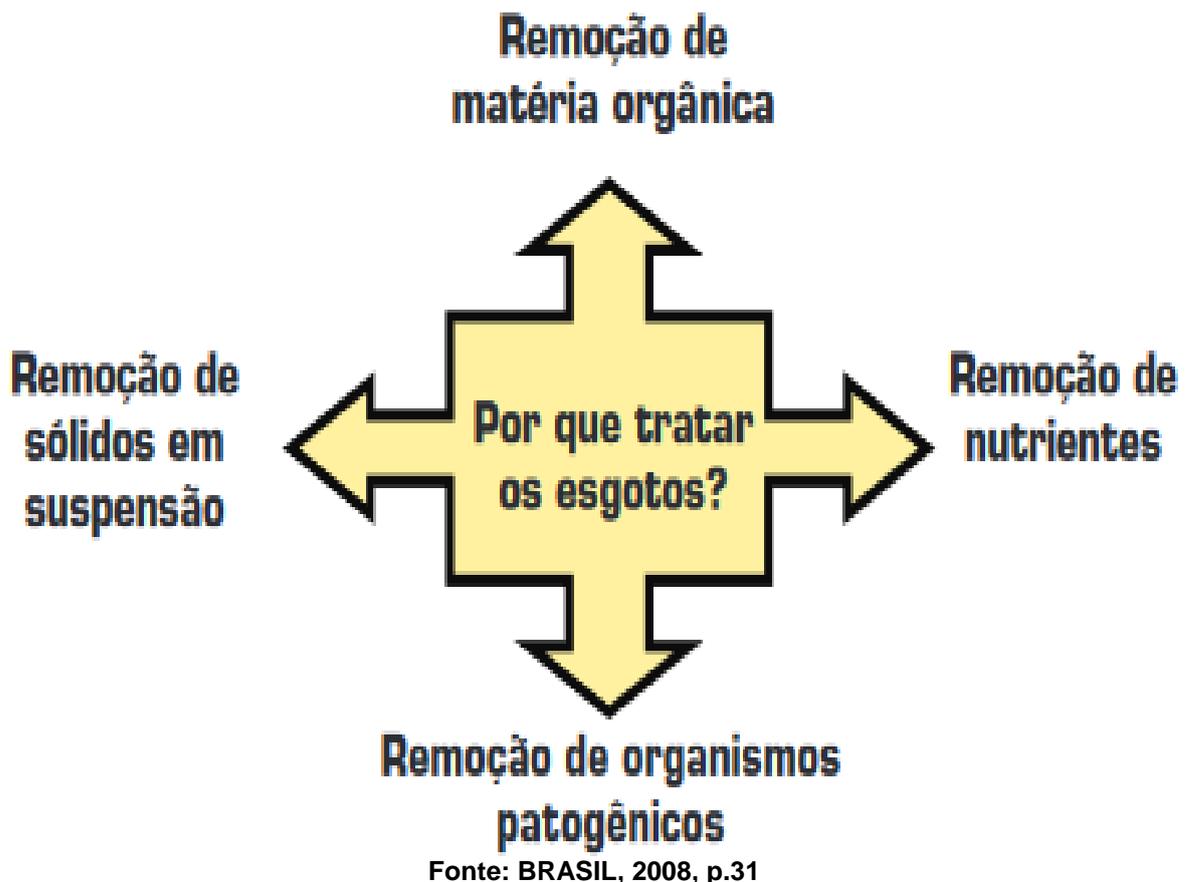
A concepção de um SES parte da análise da viabilidade de implantação de um sistema coletivo, que, sempre que possível, deverá ser preferivelmente adotado. Por sua vez, as características físicas, culturais e econômicas da área de projeto vão determinar o modelo de projeto do SES a ser executado. (MUTTI, 2015).

3.1 O Fluxo de tratamento

Basicamente a quantidade de efluentes a ser tratado em um sistema, depende da população, indústria e demais meios poluidores, ou seja, segundo a demanda, e normalmente deve atender a um período de 20 a 30 anos, considerando

infiltrações da água da chuva e do lençol freático (PESTANA; GANGHIS,[2009?]). O processo de tratamento é imprescindível e sequencial e com ele diversos processos estão neste contexto e devem ser analisados, estudados e verificados visando atender as necessidades sanitárias, ambientais, sociais e econômicas, conforme apresenta a Figura 13:

Figura 13: Variáveis no processo de tratamento de efluentes



O tratamento de esgotos pode ser basicamente dividido em quatro níveis principais, de acordo com os objetivos de remoção: preliminar, primário, secundário e terciário segundo (METCALF & EDDY, 2016; JORDÃO e PESSÔA, 2017; VON SPERLING, 2014). Estes níveis estão presentes direta ou indiretamente em todos os sistemas de esgotamento sanitário, com grande variação, principalmente no secundário, além disso, vale destacar que o último e terciário é facultativo a todos os sistemas, sendo pouco utilizado nas diversas configurações possíveis. A Figura 14 apresenta os níveis e breves especificações.

Figura 14: Níveis de tratamento de esgoto

Nível	Remoção
Preliminar	<ul style="list-style-type: none"> Sólidos em suspensão grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia)
Primário	<ul style="list-style-type: none"> Sólidos em suspensão sedimentáveis DBO em suspensão (associada à matéria orgânica componente dos sólidos em suspensão sedimentáveis)
Secundário	<ul style="list-style-type: none"> DBO em suspensão (caso não haja tratamento primário: DBO associada à matéria orgânica em suspensão, presente no esgoto bruto) DBO em suspensão finamente particulada (caso haja tratamento primário: DBO associada à matéria orgânica em suspensão não sedimentável, não removida no tratamento primário) DBO solúvel (associada à matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos presentes, tanto nos esgotos brutos, quanto no efluente do eventual tratamento primário, uma vez que sólidos dissolvidos não são removidos por sedimentação)
Terciário	<ul style="list-style-type: none"> Nutrientes Organismos patogênicos Compostos não biodegradáveis Metais pesados Sólidos inorgânicos dissolvidos Sólidos em suspensão remanescentes

Notas:

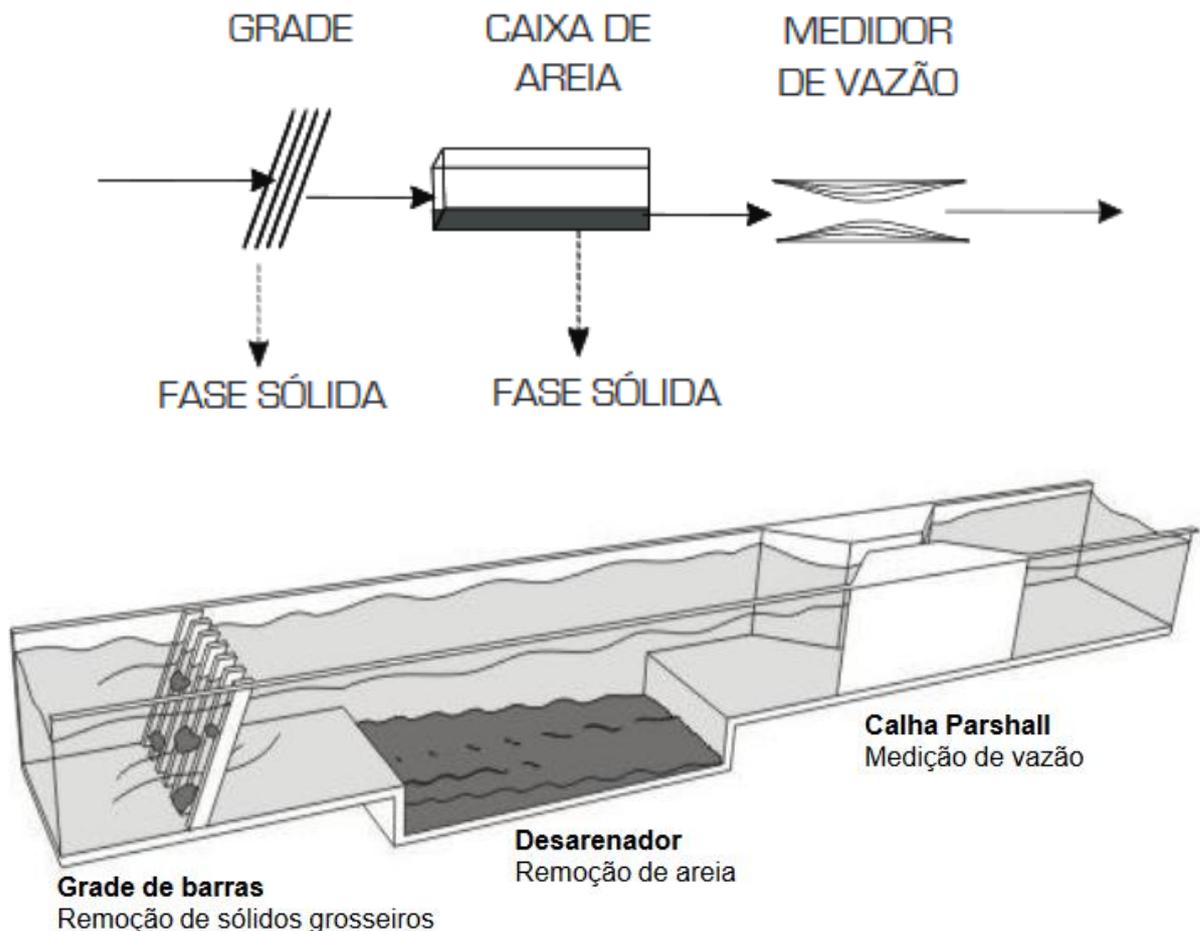
- DBO em suspensão é também denominada DBO particulada; DBO solúvel pode ser considerada como equivalente à DBO filtrada
- A remoção de nutrientes (por processos biológicos) e de organismos patogênicos pode ser considerada como integrante do tratamento secundário, dependendo do processo de tratamento adotado.

Fonte: VON SPERLING, 2014, p.262

3.2 Tratamento preliminar

O primeiro nível, denominado tratamento preliminar, serve para remoção de sólidos grosseiros e partículas de maior volume, geralmente suspensas no efluente, para proteger as demais unidades de tratamento, os dispositivos de transporte (bombas e tubulações) e os corpos receptores. Esta etapa envolve procedimentos físicos de retenção como gradeamentos, peneiras, crivos, caixas de areia e tanques de flutuação para retirada de óleos e graxas em casos de esgoto industrial com alto teor destas substâncias. Além das grades e dos desarenadores, inclui-se também uma unidade para a medição da vazão, a calha Parshall. Em com o objetivo de medir a vazão de entrada de esgoto através de sensores do nível da água. (JORDÃO e PESSÔA, 2017; VON SPERLING, 2014; BRASIL, 2008; PESTANA;GANGHIS,[2009?].). A Figura 15, apresenta o esquema exposto:

Figura 15: Estrutura da fase preliminar



Fonte: Adaptado de VON SPERLING, 2005 apud BRASIL, 2008, p.33 e SANTOS, 2013, p.18

3.3 Tratamento Primário

O segundo nível, chamado de tratamento primário, visa remover a maior parte dos sólidos suspensos e particulados de menor volume. Uma parte considerável dos sólidos em suspensão é composta por matéria orgânica que será removida em torno de 60 a 70% no tratamento primário (VON SPERLING, 2014). Associada à queda do percentual de sólidos, ocorre uma redução, em menor escala, de parte da matéria orgânica, assim o procedimento engloba basicamente métodos físicos dentre os quais destacam-se desarenadores e decantadores. Os poluentes removidos nesta etapa apresentam-se na forma de gorduras, sólidos flutuantes e sólidos sedimentáveis. As formas mais comuns são através de processos de flotação (caixa de gordura) e sedimentação (JORDÃO e PESSÔA, 2017; VON SPERLING, 2014).

Assim os sólidos em suspensão não grosseiros são removidas em unidades de sedimentação, reduzindo a matéria orgânica contida no efluente. Os sólidos sedimentáveis e flutuantes são retirados através de mecanismos físicos, via decantadores. Os materiais flutuantes como graxas e óleos, de menor densidade, são removidos na superfície. As fossas sépticas são um tipo de tratamento primário muito usado no meio rural e urbano. Os sólidos sedimentáveis se acumulam no fundo, onde permanecem tempo suficiente para sua estabilização, porém mantém os elementos patogênicos. Como a eficiência na remoção da matéria orgânica é baixa, frequentemente utiliza-se forma complementar de tratamento, como filtros anaeróbios ou sistemas de infiltração no solo (sumidouros, valas de infiltração e valas de filtração) (PESTANA;GANGHIS, [2009?]).

3.4 Tratamento Secundário

O processo de tratamento de efluentes, é sequencial, onde o tratamento preliminar e primário, segundo nível da ETE, é início do processo efetivo de remoção de sólidos grosseiros e redução de carga no sistema, e para o andamento correto do sistema é fundamental que a cadeia seja bem executada, ou seja, os dois primeiros passos do tratamento devem ser bem executados, visando garantir o bom funcionamento do terceiro nível, conhecido como tratamento secundário. Deste modo, é neste que ocorre a efetiva redução da concentração de matéria orgânica, onde temos que as inconformidades ou problemas de funcionamento nas etapas anteriores, promovem um aumento de volume de partículas que compromete a eficiência do sistema. (METCALF & EDDY, 2016; JORDÃO e PESSÔA, 2017; VON SPERLING, 2014).

Segundo Sperling (2014) o tratamento secundário tem por objetivo remover a matéria orgânica que se apresenta na forma de matéria orgânica dissolvida (DBO solúvel ou filtrada) que não é removida por processos meramente físicos como a sedimentação, e remover a matéria orgânica em suspensão (DBO suspensa ou particulada) cujos sólidos de sedimentação mais lenta continuam no líquido mesmo após grande parte ser removida no tratamento primário.

Após as fases primária e secundária a eliminação de DBO deve alcançar 90%, assim a etapa de remoção biológica dos poluentes e sua eficiência permite produzir um efluente em conformidade com o padrão de lançamento previsto na

legislação ambiental (PESTANA;GANGHIS,[2009?]). Etapa essencialmente composta por processos biológicos, cabendo destaque a lagoas, lodos ativados, filtros e reatores, a diferenciação dos processos aplicáveis ocorre pela forma de suporte dos organismos biodegradadores, aderidos a meios suportes ou livres pela massa de efluente, e seu princípio de atuação, podendo ser aeróbios ou anaeróbios. (METCALF & EDDY, 2016; JORDÃO e PESSÔA, 2017; VON SPERLING, 2014). Basicamente, são reproduzidos os fenômenos naturais de estabilização da matéria orgânica que ocorrem no corpo receptor, sendo que a diferença está na maior velocidade do processo, na necessidade de utilização de uma área menor e na evolução do tratamento em condições controladas. O desenvolvimento tecnológico no tratamento de esgotos está concentrado na etapa secundária e posteriores. Uma das tendências verificada é o aumento na dependência de equipamentos em detrimento do uso de produtos químicos para o tratamento. Os fabricantes de equipamentos para saneamento, por sua vez, vêm desenvolvendo novas tecnologias para o tratamento biológico, com ênfase no processo aeróbio. (PESTANA; GANGHIS, [2009?]).

3.5 Lagoas

O processo de tratamento por lagoas é um dos mais elementares e utilizados, podendo ser natural ou construída artificialmente, através da escavação e impermeabilização do solo. Quando construídas tem um formato superficial retangular e paredes inclinadas de maneira que a área do fundo seja menor que a superficial. Cada lagoa possui uma ou mais entradas de um dos lados e uma ou mais saídas pelo lado oposto, ocorrendo o fluxo na direção paralela ao maior comprimento. A diferenciação entre os tipos de lagoas se dá pela profundidade e pela ação cinética no processo, além da necessidade de aeradores mecânicos (VON SPERLING, 2014; BARROS e FIEDLER, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2017; METCALF & EDDY, 2016).

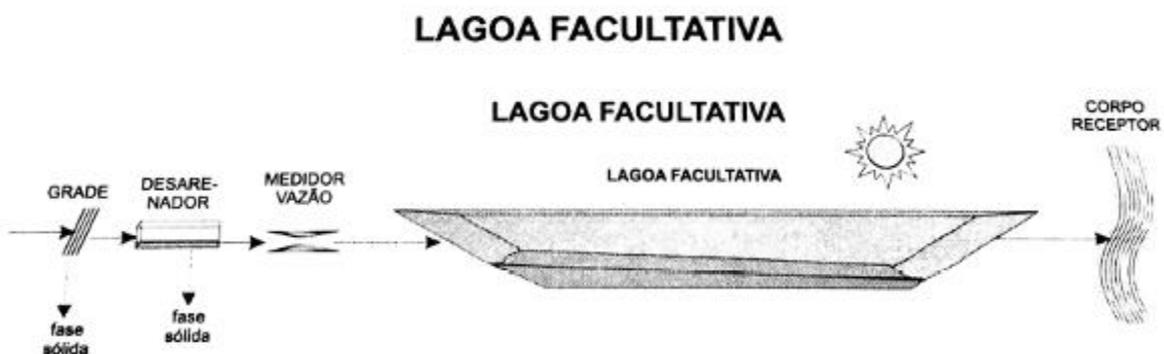
3.5.1 Lagoa facultativa

Lagoa facultativa é a mais simples das lagoas, caracterizada pela ampla área de ocupação e pela pouca profundidade. Seu funcionamento ocorre em três zonas

divergentes pela disponibilidade de oxigênio, deste modo, segundo às trocas de atmosfera e renovação de interfaces pelo fluxo, apresenta maior percentual de concentração de oxigênio dissolvido, sendo denominada aeróbio. No fundo da lagoa encontra suspenso no efluente, e esta zona recebe o nome de anaeróbia, no intermédio temos as zonas aeróbia e anaeróbia onde uma sobe durante o dia e reduz durante a noite, devido aos processos de fotossíntese e respiração realizados pelas plantas aquáticas. Na zona aeróbia predominam os biodegradadores aeróbios, enquanto na zona anaeróbia os biodegradadores anaeróbios. A zona facultativa é caracterizada pela presença de bactérias facultativas, assim chamadas por sua capacidade de efetuar, em função da disponibilidade de oxigênio, respiração ou digestão anaeróbia (VON SPERLING, 2014; BARROS e FIEDLER, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2017).

As principais vantagens da lagoa facultativa vêm da baixa necessidade de manutenção, apenas efetuando-se um monitoramento, e do lodo que, em um funcionamento normal, que deve ser drenado a cada 20 anos, já saindo estabilizado, demandando apenas de um processo de desidratação (VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017). A Figura 16 apresenta a modelagem do funcionamento:

Figura 16: Fluxograma típico de um sistema de lagoas facultativas



Fonte: VON SPERLING, 2014, p.290

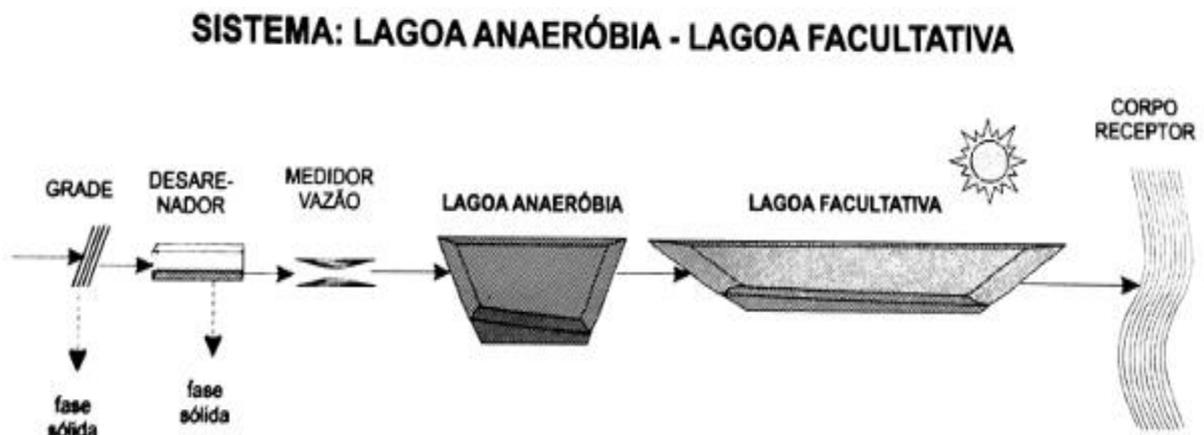
3.5.2 Lagoa anaeróbia

Lagoa anaeróbia é uma lagoa com área superficial bem menor que a facultativa, porém com profundidade maior, geralmente entre 3 e 6 metros. Seu funcionamento ocorre priorizando a zona anaeróbia, onde atuam os organismos biodegradadores anaeróbios (VON SPERLING, 2014). Este tipo de lagoa tem

capacidade para receber altas concentrações de matéria orgânica, com redução da ordem de 40 a 60%, com um tempo de detenção por volta de 5 dias, fazendo seu volume total ser bem menor que a facultativa (VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017). O dimensionamento é feito com base na taxa de aplicação de carga orgânica, semelhante à lagoa facultativa, onde a eficiência das lagoas anaeróbias é maior quando as temperaturas estão mais elevadas (VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017; METCALF & EDDY, 2016).

Além disso, temos o chamado sistema australiano, que é bastante comum a instalação de lagoa anaeróbia seguida de facultativa, com ótima capacidade de assimilação e degradação de matéria orgânica, mesmo com a ocorrência de variações e picos de concentração ou cargas de choque. O seu uso de baseia em uma mistura operacional, gerando a implantação do conjunto em área inferior a uma única lagoa facultativa e com melhor rendimento (VON SPERLING, 2009; BARROS e FIEDLER, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2017). A Figura 17, apresenta o modelo:

Figura 17: Modelo de sistema de lagoas anaeróbias seguida de facultativa

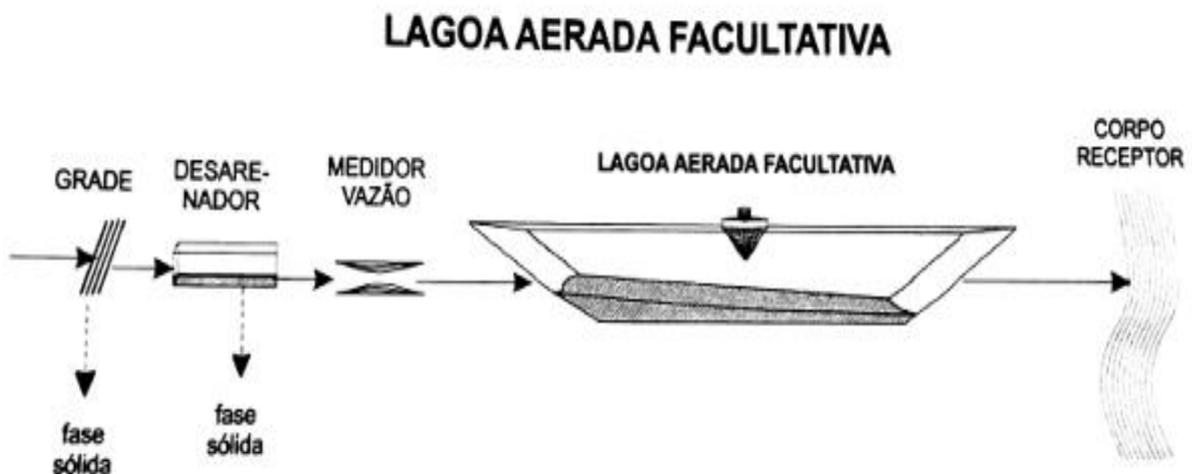


3.5.3 Lagoa aerada facultativa

Lagoa facultativa dotada de aeradores mecânicos, com potência suficiente, apenas para acelerar as trocas do oxigênio, efetuadas pela superfície, assim gera maior quantidade de oxigênio disponível para a massa líquida permitindo uma redução na área superficial. Possui funcionamento similar ao da lagoa facultativa, mas com um aumento na necessidade de acompanhamento para controle e manutenção, além da exigência de uma fonte de energia elétrica para os aeradores

(VON SPERLING, 2009; BARROS e FIEDLER, 2007). Funcionalmente, este tipo de lagoa não se tem controle dos sólidos, parte sedimentado ao longo do processo e parte saindo no efluente final, com baixa a remoção de coliformes. A idade do lodo é alta, devido à sedimentação de parte do mesmo (VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017; METCALF & EDDY, 2016). A Figura 18 expõe o funcionamento esquemático:

Figura 18: Modelo de sistema de lagoas aerada facultativa



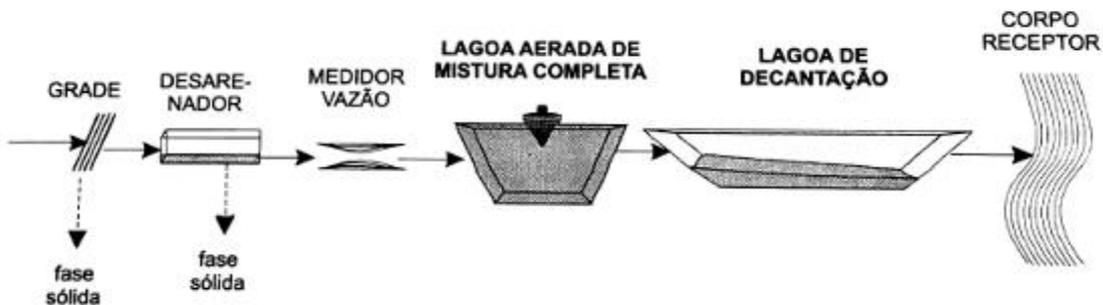
Fonte: VON SPERLING, 2014, p.293

3.5.4 Lagoa aerada de mistura completa

Pode-se entender como uma lagoa aerada dotada de aeradores mecânicos de alta potência, que servem para movimentar a massa líquida, gerando a inserção de ar e a renovação de interfaces, assim aumenta-se o oxigênio na massa líquida, reduzindo a área superficial. Seu funcionamento é semelhante ao da lagoa aerada facultativa, porém com uma necessidade de acompanhamento constante para controle e manutenção, também exigindo de uma fonte de energia elétrica para os aeradores, mas com consumo maior devido à elevada potência dos aeradores. Além disso os sólidos das lagoas aeradas de mistura completa saem junto com o efluente, sendo necessária uma etapa de separação posterior, possui baixa a remoção de coliformes e a idade do lodo é comumente inferior a 5 dias (BARROS e FIEDLER, 2007; VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017; METCALF & EDDY, 2016). A Figura 19 exemplifica o funcionamento:

Figura 19: Modelo de sistema de lagoas aerada de mistura completa, com lagoa de decantação

LAGOA AERADA DE MISTURA COMPLETA - LAGOA DE DECANTAÇÃO



Fonte: VON SPERLING, 2014, p.294

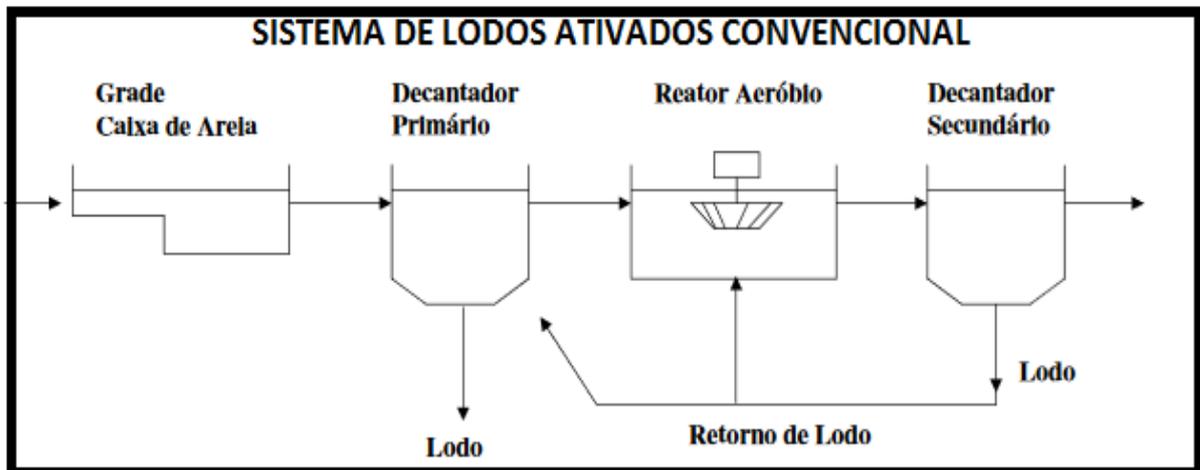
3.6 Lodo Ativado

Fundamenta-se em um processo de tratamento biológico aeróbio, iniciado na aeração artificial da massa líquida, através da qual a biomassa cresce dispersa, aglutinando-se, formando flocos e aumentando a densidade dentro do reator, assim esta massa densa de efluente com cepas de biodegradadores é atribuído o nome de lodos ativados, enquanto o reservatório que contem a massa recebe o nome de tanque de aeração (VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017; METCALF & EDDY, 2016). O tratamento de lodo ativado deve ser precedido de remoção de sólidos grosseiros e areia, assim a aeração propicia a dissolução do oxigênio no lodo e a manutenção das partículas em suspensão no meio, impedindo que se depositem no fundo. (BARROS e FIEDLER, 2007; VON SPERLING, 2016; JORDÃO e PESSÔA, 2017). Sobre este modelo temos ainda, segundo VON SPERLING, 2014; BARROS e FIEDLER, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2017 três modelos principais que serão expostos e esquematizados a seguir:

- **Lodo ativado convencional:** Processo básico com aeração mecanizada ou por ar difuso, com possibilidade de nitrificação, onde a remoção de DBO é da ordem de 85 a 95%, com um tempo de detenção hidráulica variando de 4 a 8 horas e idade do lodo oscila principalmente de 4 e 15 dias; inclui ainda um tanque de aeração juntamente a um decantador, (VON SPERLING, 2014;

BARROS e FIEDLER, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2017), conforme pode ser visto na Figura 20:

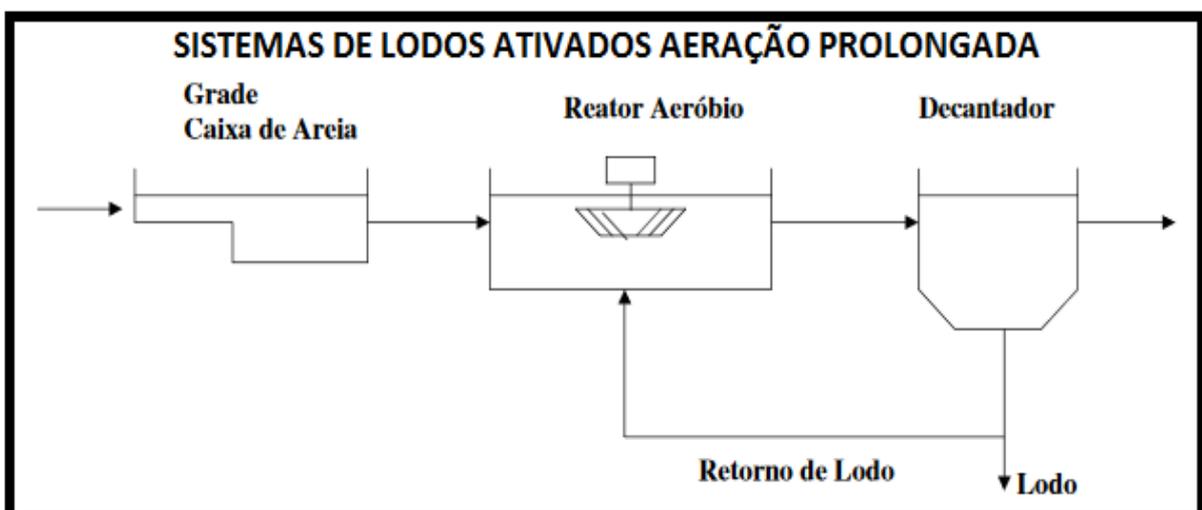
Figura 20: Sistema de Lodos Ativados Convencional



Fonte: Adaptado de SILVA, 2007, p. 5

- **Lodo ativado com aeração prolongada:** A variação dos lodos ativados que contempla a aeração prolongada é dotada de aeração mecanizada e por ar difuso, com ocorrência de nitrificação. A remoção de DBO é da ordem de 90 a 95%, com um tempo de detenção hidráulica variando de 16 a 36 horas. A idade do lodo oscila entre 20 e 30 dias, (VON SPERLING, 2014; BARROS e FIEDLER, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2017), a Figura 21 expõe o modelo:

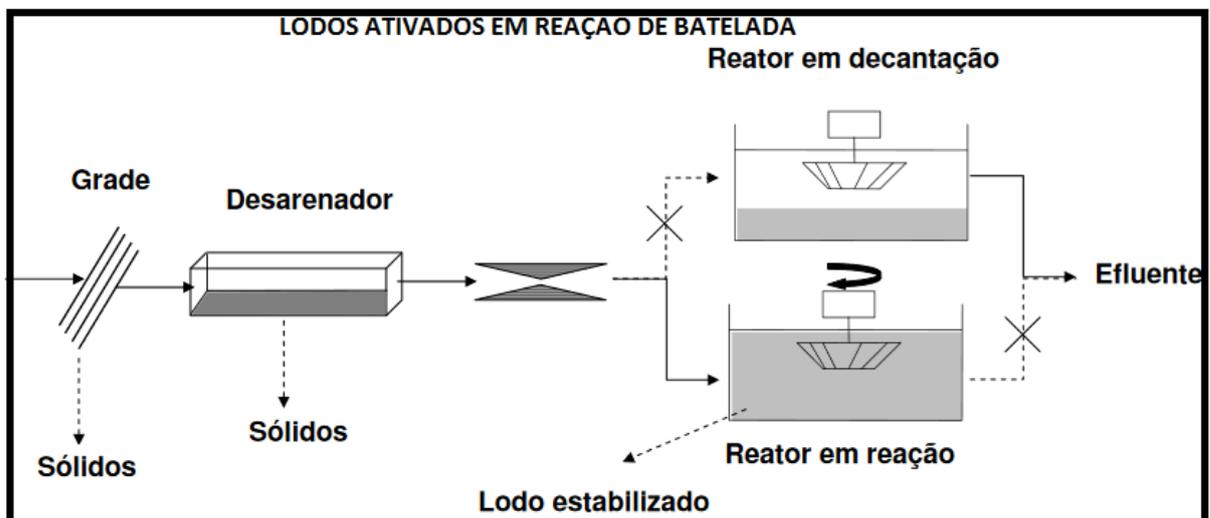
Figura 21: Sistema de lodos ativados de aeração prolongada



Fonte: Adaptado de SILVA, 2007, p. 6

- Lodo ativado por batelada:** O lodo ativado por batelada ou de fluxo intermitente diferencia-se pelo método de funcionamento, no qual a aeração e a sedimentação ocorrem de maneira alternada, em um mesmo tanque, sendo indicado para locais onde a geração não é muito grande e nem contínua. O processo ocorre em dois ou mais tanques paralelos, diferenciados pela etapa do processo em que se encontra, onde primeiramente um tanque é aberto para enchimento e assim que o tanque enche, abre-se o outro para receber o efluente enquanto o primeiro efetua o tratamento do efluente, através da degradação da matéria orgânica. Esta etapa envolve aeradores mecânicos que além de inserirem ar na massa, promovem seu revolvimento e no final do período de tratamento, há um período de repouso no qual o lodo decanta e o efluente tratado é descartado. (VON SPERLING, 2014; BARROS e FIEDLER, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2017), a Figura 22 expõe o modelo:

Figura 22: Sistema de lodos ativados em reação de batelada



Fonte: Adaptado de SILVA, 2007, p. 7

3.7 Filtro Biológico Aeróbio

Mais conhecido dos exemplos deste método, temos os reatores aeróbios de leito fixo, onde internamente preenchidos por materiais inertes, com superfície que permitam a adesão da biomassa e a passagem do efluente, bem como a entrada do ar (VON SPERLING, 2014). Normalmente é apresentado por um tanque circular de fluxo descendente, dotado de um distribuidor rotativo, com aplicação constante e uniforme do efluente sobre o leito, que é comumente composto por pedra brita 4,

seixo rolado, madeira ou pequenos objetos plásticos concebidos e distribuídos de maneira que se tenha ampla área superficial, com rugosidade própria para fixação e o desenvolvimento da biomassa, assim como, um constante fluxo de ar pelos vãos, permitindo a oxigenação de todos os biodegradadores. (VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017; METCALF & EDDY, 2016). Assim temos a Figura 23 que apresenta um filtro anaeróbio:

Figura 23: Filtro anaeróbio



Fonte: Adaptado de CBM (2013) apud BARROS, 2013, p.45

3.8 Demais Tratamentos

Os tratamentos anaeróbios de esgotos são mais comuns e adotados no mundo, e entre seus representantes, os mais conhecidos são a fossa séptica ou tanque séptico, o filtro anaeróbio e a lagoa anaeróbia. São normalmente usados a atender pequenas populações, tendo sido aplicados no tratamento de efluentes devido a suas características de suporte a grandes cargas poluidoras, mesmo que, em alguns casos, sem grande eficiência sanitária. Temos ainda que um fato bastante criticado no uso dos tratamentos anaeróbios é a maior produção de gases que liberam mau cheiro, e necessitando assim de meios alternativos de execução e

controle. (VON SPERLING,2014; BARROS e FIEDLER, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2017; METCALF & EDDY, 2016).

3.8.1 Fossa Séptica

Modelo mais conhecida e utilizada para o tratamento de pequenas vazões, normatizado (Norma Brasileira Regulamentadora- NBR 7229/93 segundo ABNT, 1993), e que vem sendo adotado nas situações em que as redes públicas ainda não atendem as residências, seu funcionamento é um mecanismo de tratamento com capacidade para receber e tratar efluentes, através de processos biológicos anaeróbios, com baixo custo e eficiência moderada, necessitando assim de outros meios auxiliares de tratamento para disposição final (filtros biológicos ou sistemas de desinfecção). (BARROS e FIEDLER, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2017). Podemos visualizar um modelo de funcionamento da fossa séptica, na Figura 24:

Figura 24: Fossa séptica modelo de instalação



Fonte: TECNOSAE, 2017, p.1

3.8.2 Filtro anaeróbio

Os filtros anaeróbios são reatores biológicos formados por um conjunto de partes imóveis de material inerte, segundo o qual os microrganismos não aeróbios crescem presos na forma de biofilme e atuam degradando a matéria orgânica presente no meio líquido. Este sistema possui ainda reatores de construção e operação simples, que podem operar com o escoamento ascendente (*upflow*) e descendente (*downflow*). Os filtros com escoamento ascendente possuem maior retenção de lodo e os maiores riscos de entupimento dos vãos, sendo indicados

para esgotos com baixa concentração de sólidos suspensos, a menos que se previna contra a colmatação e entupimento do meio suporte nas camadas inferiores (pequenos vãos). Já nos filtros de escoamento descendente, ocorre o caminho contrário do descrito. (CHERNICHARO, 2007; ANDRADE NETO; HAANDEL; MELO, 2000 apud CASTRO E SILVA, 2014). Visando compreensão e entendimento este trabalho apresentará somente o mais utilizado, o ascendente.

3.8.2.1 Reatores UASB (*Upflow anaerobic sludge blanket*)

O reator UASB, ou reator anaeróbio de fluxo ascendente ou manta de lodo é uma das principais unidades de tratamento das estações de grande porte no Brasil e de muitos outros países (BRASIL, 2008) e ainda segundo Von Sperling (2014), p.310: “Os reatores UASB constituem-se na principal tendência atual de tratamento de esgotos no Brasil, como unidades únicas, ou seguidas de alguma forma de pós tratamento”. O UASB costuma ser implantado logo após o tratamento preliminar, o que faz com que receba grande variação de carga orgânica. Por este motivo orienta-se que o dimensionamento seja feito considerando o pior caso de vazão, ou seja, a maior vazão de entrada. Fundamenta-se na sua eficiência de remoção de DBO de cerca de 65% a 70 %, associada a um tempo de detenção de 6 a 9 horas, possui custos de implantação relativamente baixos, quando comparados a outras estruturas do mesmo porte, porém é na operação que reside seu grande diferencial, devido a não precisar de sistemas aeradores. (VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017; METCALF & EDDY, 2016).

Além disso, temos:

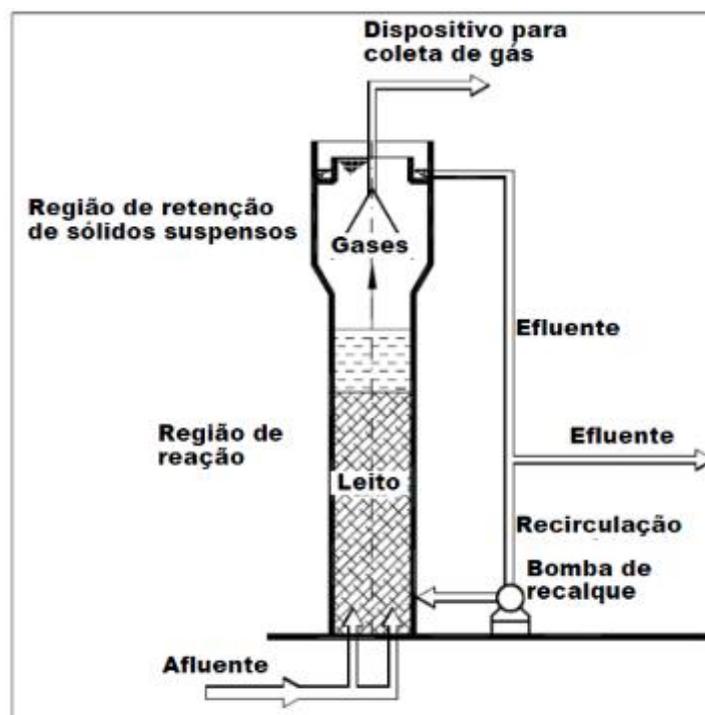
Uma das características do processo é a limitação na eficiência de remoção da DBO, a qual situa-se, em média, em torno de 70%, inferior, portanto à maioria dos outros processos. Isto não deve ser considerado uma desvantagem em si, mas uma característica do processo. Para se atingir a eficiência desejada, os reatores UASB devem ser seguidos de por alguma forma de pós-tratamento. O processo de pós tratamento pode ser qualquer dos processos secundários (aeróbios ou anaeróbios) [...], além de outros físico-químicos, como flotação a ar dissolvido. A diferença é que o sistema de pós tratamento é bem mais compacto (comparado com um que recebe esgotos brutos), já que cerca de 70% da carga orgânica foi previamente removida.(VON SPERLING, 2014, p.314-315)

Nos reatores UASB, a biomassa cresce dispersa no meio, e a concentração de biomassa no reator é elevada, o volume para os reatores anaeróbios de manta de lodo é bastante reduzido. Funcionalmente o processo dos reatores UASB baseia-

se principalmente em um fluxo ascendente de esgoto, através de um leito de lodo denso e de elevada atividade, o que causa a estabilização de grande parte da matéria orgânica pela biomassa, podendo ser observado nas Figuras 25 e 26, deste modo, passa a reter a biomassa no sistema, impedindo que ela saia com o efluente, a parte superior dos reatores de manta de lodo apresenta uma estrutura que possibilita as funções de separação e acúmulo de gás e de separação e retorno dos sólidos (conforme Figura 27), e esta estrutura é denominada separador trifásico, por separar o líquido, os sólidos e os gases (VON SPERLING, 2014). Assim temos:

Os reatores UASB dificilmente produzem efluentes que atendem aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental. Diante desse fato torna-se de grande importância o pós-tratamento dos efluentes dos reatores UASB, como uma forma de adequar o efluente tratado aos requisitos da legislação ambiental e propiciar a proteção dos cursos d'água. Praticamente todos os processos de tratamento de esgotos podem ser usados como pós-tratamento dos efluentes do reator UASB. Nesse caso, os decantadores primários (caso existentes) são substituídos pelos reatores anaeróbios, e o excesso de lodo da etapa aeróbia, se ainda não estabilizado, é bombeado de volta ao reator anaeróbio, onde sofre adensamento e digestão, juntamente com o lodo anaeróbio. A eficiência global do sistema é usualmente similar à que seria alcançada se o processo de pós-tratamento fosse aplicado ao esgoto bruto. Os requisitos de área, volume e energia, bem como a produção de lodo, são bem menores. (BRASIL, 2008, p.56-57)

Figura 25: Modelo de Reator Anaeróbio

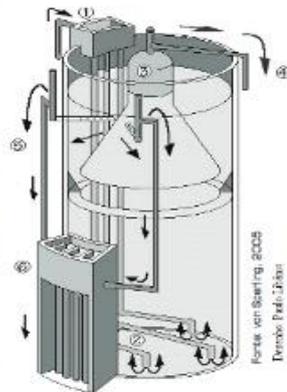


Fonte: Adaptado de REGIS NIETO DA CETESB, 2012 apud BARROS, 2013, p.48

Figura 26: Reator UASB



Reator UASB



- 1: caixa de entrada
- 2: tubulação de entrada do esgoto afluente
- 3: separador trifásico
- 4: tubulação de saída do biogás
- 5: tubulação de saída do efluente
- 6: caixa de distribuição do efluente

Representação esquemática

O gás coletado na parte superior, no compartimento de gases, pode ser retirado para reaproveitamento (energia do metano) ou queima.

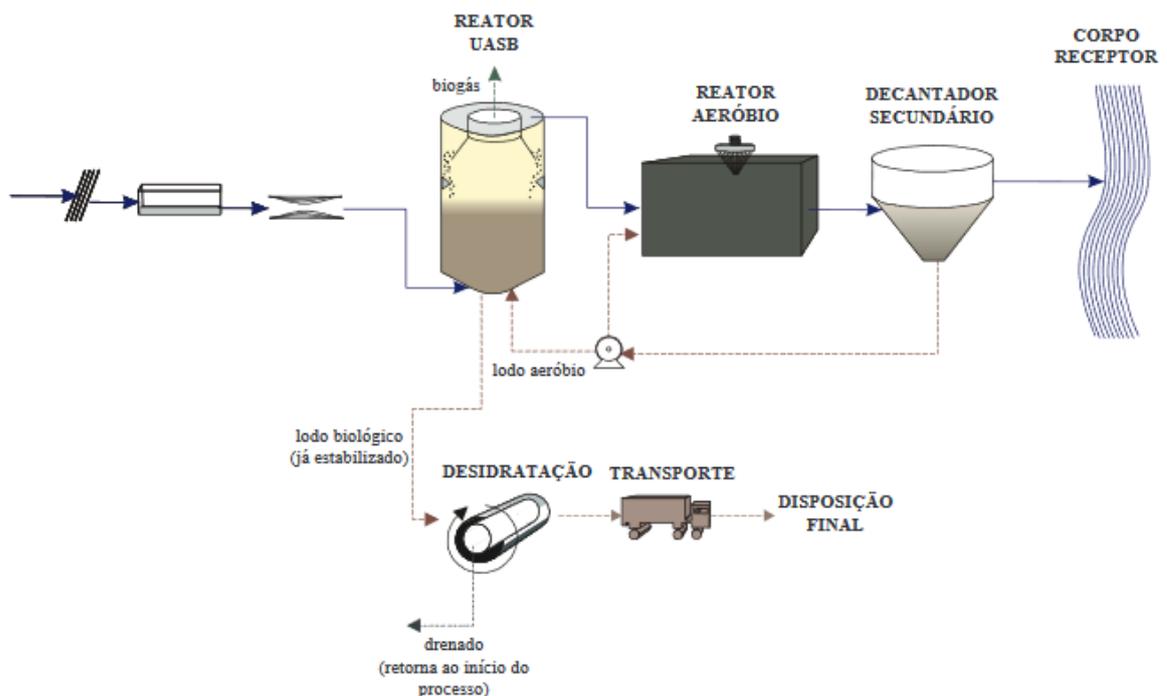


Sistema de coleta e queima de gás

Fonte: BRASIL, 2008, p.57

Concomitantemente, temos a Figura 27 que apresenta seu funcionamento dentro de um SES, segundo o modelo mais utilizado comercialmente:

Figura 27: Reator UASB em um SES



Fonte: VON SPERLING, 2005 apud BRASIL, 2008 p.59

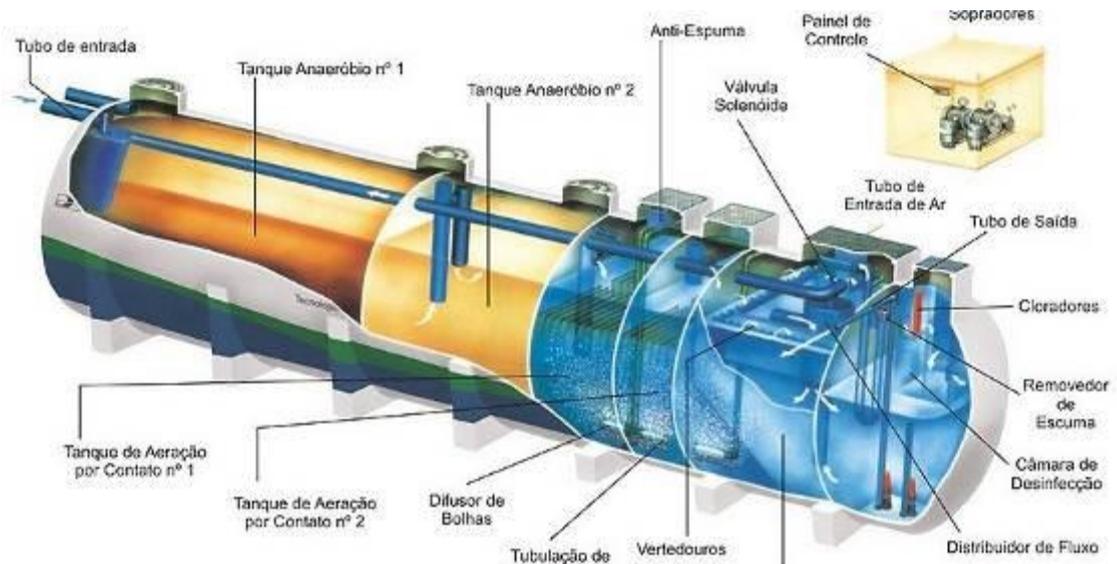
Esta etapa do SES, abordado neste trabalho trouxe apenas algumas das tecnologias e meios de tratamento existentes, aqui utilizadas para embasar a finalidade do mesmo, que é a apresentação e um projeto de SES a uma área específica. Vale destacar que existem diversas outras técnicas não abordadas e a junção das mesmas, o que permite um rol muito grande em processos, que dependem de diversos fatores de projeto para seleção.

3.9 Tratamento alternativo do esgoto e terciário

Os sistemas de tratamento alternativos ou terciários, recebem este nome por ainda não possuírem padronização de cálculo estabelecida por norma ou procedimento. Em geral estes métodos são aplicados a casos mais isolados e instalações de menor porte, ou para a remoção de poluentes específicos, no caso dos terciários (BARROS e FIEDLER, 2007; VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017). De acordo com Von Sperling, (2014) a desinfecção dos esgotos sanitários não tem por objetivo, eliminar totalmente os microrganismos (esterilização), mas eliminar seletivamente espécies de organismos presentes no esgoto, em especial os que ameaçam a saúde humana. Assim o quarto e último nível, é indicado nos casos de remoções de poluentes específicos ou melhoria das condições do efluente para atendimento a normas de descarte, tal qual cloração, cloração/descloração, lagoa de maturação, ozonização ou radiação ultravioleta. Contudo a lagoa de maturação demanda grandes áreas pois necessita pouca profundidade para permitir a penetração da radiação solar ultravioleta. Entre os processos artificiais, a cloração é o de menor custo mas pode gerar subprodutos tóxicos, como organoclorados, além de ser o mais utilizado, pela popularização e conhecimentos específicos. As Figuras 28, 29 e 30, apresentam os modelos de uso em um sistema de ETE Compacta, em módulos individuais e o esquema de funcionamento do mesmo, respectivamente.

Vale destacar que a cloração/ descloração formam compostos potencialmente nocivos, por isso faz uso da descloração, utilizados em corpos d'água classe 3 e 4 (METCALF & EDDY, 2016; JORDÃO e PESSÔA, 2017; VON SPERLING, 2014; PESTANA;GANGHIS, [2009?]). A Figura 28 exemplifica o sistema:

Figura 28: Exemplo de sistema ETE Compacta, com desinfecção por cloração



Fonte: ECO CASA, 2014, p.1

Seguidamente, devemos destacar que o sistema de cloração pode ser inserido na ETE Compacta, ou em modulo, assim temos o modelo comercial na Figura 29, visando exemplificação.

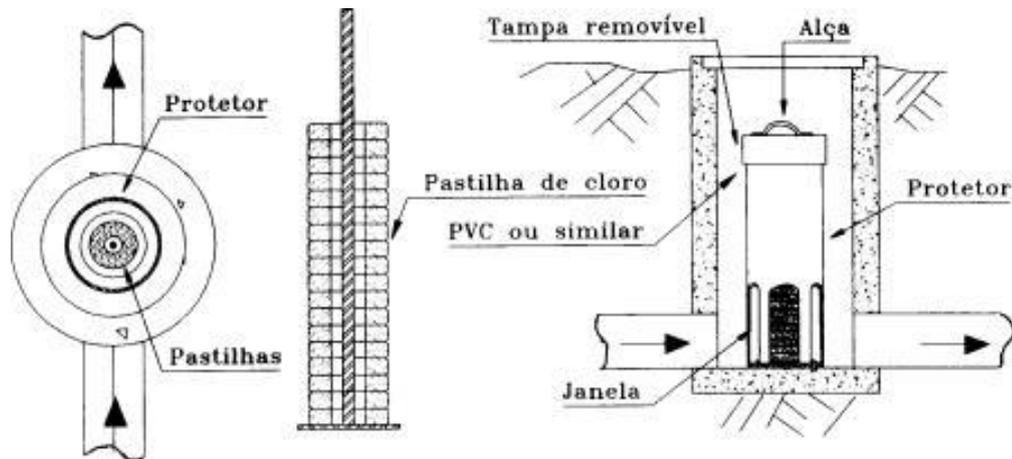
Figura 29: Exemplo de sistema desinfecção ETE Compacta.



Fonte: DELTA SANEAMENTO, 2017b, p.1

O sistema de cloração, tem por fundamento funcional a passagem do efluente por compartimento para que exista o contato e sepsia final, a Figura 30 expõe o modelo funcional:

Figura 30: Sistema de desinfecção em Sistema de Tanques Sépticos



Fonte: ABNT, 1997, p.42

A ozonização é muito dispendiosa, contudo possui ótimo impacto ambiental, mas pouco se sabe sobre subprodutos, e seu uso se justifica em ETE médias e grandes, conforme a Figura 31. (METCALF & EDDY, 2016; JORDÃO e PESSÔA, 2017; VON SPERLING, 2014; PESTANA;GANGHIS, [2009?]).

Figura 31: Exemplo de sistema com uso de desinfecção por ozônio

Como funciona a microfiltração com adição de ozônio

1 A água suja é coletada de chuveiros, tanques, máquinas de lavar roupa e até de vasos sanitários.

2 Colocada em um tanque, fica em constante movimento, para que resíduos sólidos não se acumulem no fundo.

5 A água retorna ao sistema para ser utilizada em resfriamento de máquinas, lavagem de calçadas ou para regar jardins.

4 A água sai das membranas e passa por um tubo onde é acrescentado ozônio, que desinfeta e elimina o cheiro.

3 Sugada por uma bomba, a água passa por um conjunto de membranas com furos de apenas 0,001 milímetro de diâmetro (1 micra). Elas filtram todas as impurezas sólidas e retêm muitos dos micro-organismos.

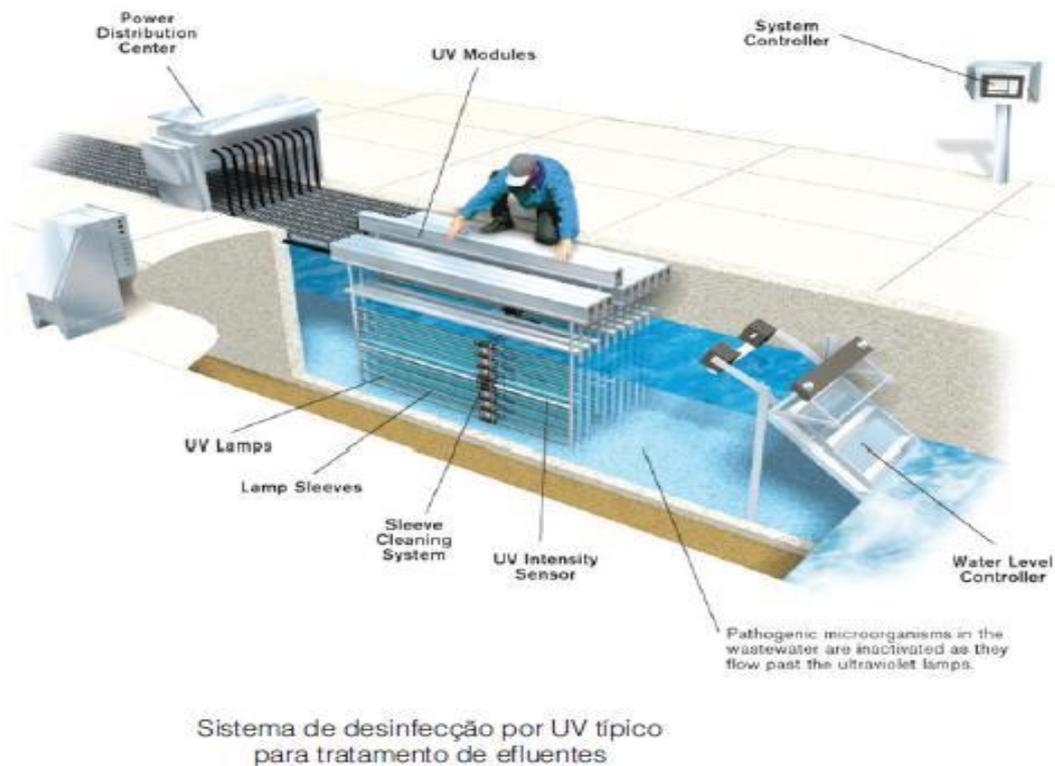
CATEGORIA CIÊNCIA

Vencedora: OZ Engenharia
Onde: Porto Alegre, RS
A ação: desenvolvimento e fabricação de sistema de microfiltração e purificação para que a água suja ganhe condições para reúso

Fonte: OZ ENGENHARIA, 2017, p.1

A radiação ultravioleta não se aplica a qualquer situação, não gera impactos ambientais, mas destrói os patógenos com alterações no DNA (Ácido Desoxirribonucleico), conforme Figura 32. (METCALF & EDDY, 2016; JORDÃO e PESSÔA, 2017; VON SPERLING, 2014; PESTANA;GANGHIS, [2009?]).

Figura 32: Modelo de sistema Ultravioleta em funcionamento



Fonte: REVISTA TAE, 2013, p.2

Segundo Von Sperling, (2014), para ETE Compacta de pequeno porte, são recomendados cloração, cloração/descloração, ultravioleta e tratamento no solo.

3.10 Subprodutos do tratamento do esgoto

O SES invariavelmente aos métodos e meios utilizados geram algum tipo de resíduo, tais como o lodo, o efluente tratado e o biogás. O lodo, é sem dúvida o maior desafio do SES, e resulta da remoção e concentração da matéria orgânica contida no esgoto, onde sua quantidade e a natureza dependem das características do esgoto e do processo de tratamento empregado, e sua geração é em média, para

cada 400 litros de esgoto são gerados 2 litros de lodo concentrado (PESTANA;GANGHIS, [2009?]).

Os SES que dependem da remoção frequente do lodo para sua manutenção, já dispõem de processamento e disposição final desse material como parte integrante da estação, como é o caso de processos com lodos ativados ou filtros biológicos. Deste modo é necessário o tratamento do lodo uma vez que o objetivo é reduzir o volume e o teor de matéria orgânica (estabilização), visando a disposição final do resíduo. Podemos citar como técnicas para processamento do lodo: armazenamento antes do processamento em decantadores ou em tanques; espessamento antes da digestão e/ou desidratação por gravidade ou flotação com ar dissolvido; condicionamento antes da desidratação via tratamento químico, estabilização por digestão anaeróbia ou aeração; desidratação por filtro a vácuo, filtros-prensa, centrifugação, leitos de secagem ou lagoas. Após este processo a disposição final do lodo pode ser feita em aterros sanitários, juntamente com o lixo urbano, em incineradores e na restauração de terras. Todavia, os lodos são ricos em matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e micronutrientes, o que gerou novas possibilidades. Existe, assim, a alternativa de seu aproveitamento agrícola - aplicação direta no solo, uso em áreas de reflorestamento e produção de composto orgânico (compostagem) (PESTANA;GANGHIS.[2009?]).

Outro resíduo gerado em grande escala é o efluente tratado que pode ser utilizado para fins não potáveis em áreas de escassez de água, ou para fins de economia de recursos naturais e econômicos ou descartado em corpos hídricos. O reuso pode ser aplicado na agricultura (irrigação de culturas sem contato direto com folhagens), na indústria (tais como construção civil), na aquicultura (alimentação de reservatórios de produção de peixes e plantas aquáticas), na irrigação de áreas verdes. Sobre o biogás existem inúmeros estudos para o seu aproveitamento racional, destacando-se sua utilização para geração de energia elétrica para a própria estação de tratamento de esgoto, além do uso como gás doméstico, industrial ou combustível para veículos. (PESTANA;GANGHIS, [2009?]).

3.11 Estações de Tratamento Esgoto Compactas – ETE Compacta

Com o desenvolvimento das tecnologias de tratamento de esgotos e consequente da produção dos mesmos, passou-se a diversificar projetos de

estações, que atendam a legislação, padrões sociais, sanitários e econômicos de municípios pequenos, principalmente. Esses sistemas descentralizados atendem aos padrões legais e suprem normalmente a pequenos bairros, vilas, órgãos públicos, empresas, podendo ou não ter água para reuso. (SILVA, 2015).

Assim para os municípios pequenos ou pequenas populações, sistemas descentralizados, são mais simples de operar, manter, possuem baixos custos de implantação, necessitam de pequenas áreas para implantação, possuem baixo custo com energia, produtos químicos além de possibilidade de sustentabilidade com reuso dos efluentes e dos lodos. Esses modelos de estações de tratamento compacta, apresentam-se como soluções economicamente viável, seja para implantação, muitas vezes sistemas prontos, sem necessidade de grandes obras ou intervenções, somado aos já citados baixos custos de operações e manutenção, uma vez que, normalmente o sistema ocorre em um único módulo (RIBEIRO, 2016; ACHAVAL, 2014).

Segundo Silva (2015) e Achaval (2014) podem existir várias configurações de estações compactas, combinando sistemas anaeróbios e sistemas anaeróbio/aeróbios, sendo possível montar com módulos de tratamentos separados no método convencional, como apresentado na Figura 33, ou em módulo único, também chamados reatores compartimentados.

Figura 33: ETE Compacta, modelo comercial de módulo separado ou convencional



Fonte: ALPHENZ, 2017 apud LOPES, 2017, p.39

Comercialmente as ETE Compactas apresentam duas configurações básicas, a seguir temos o Módulo único, exemplificado segundo na Figura 34.

Figura 34: ETE Compacta, modelo comercial de módulo único ou reator compartimentado



Fonte: TRATAMENTO DE ÁGUA, 2017 apud LOPES, 2017, p.40

Além disso, devemos destacar segundo BACHMANN, 1982 apud SILVA, 2015 que a configuração de reator compartimentado com o processo anaeróbio, e a aplicação de Reatores Compartimentados Anaeróbios (RCA) e Reatores Compartimentados Anaeróbio/Aeróbio (RCAA) tem recebido uma considerável atenção nos últimos anos, para o tratamento de esgoto de baixa ou alta carga orgânica (LIU & CHENG, 2009 apud SILVA, 2015). Este modelo de tratamento, que se baseia em reatores UASB, com tratamento anaeróbio, vem se destacando no Brasil, devido a fácil manutenção e operação somado a baixos custos de instalação e facilidade de construção, além do clima nacional ser favorável para esse tipo de tecnologia. (ACHAVAL, 2014).

3.11.1 Sistema reator UASB mais Filtro Anaeróbio (FA)

O processo de tratamento de esgotos sanitários, leva em consideração características específicas, que apresentem caráter favorável, tais como baixo custo,

operacionalidade simples, questões climáticas adequadas ao modelo, aliadas às condições ambientais nacionais, colocaram os sistemas anaeróbios de tratamento em posição de destaque, principalmente os reatores UASB (MACHADO, 1997). Além destes quesitos, temos na digestão anaeróbia ocorrida nos reatores UASB um meio eficiente para a remoção de material orgânico e de sólidos suspensos presente nos esgotos sanitários, especialmente em regiões de clima quente (MACHADO, 1997; CHAVES, 2015; MORAIS, 2011). Todavia apesar das vantagens do método, os sistemas anaeróbios têm dificuldade de gerar um efluente que se enquadre nos padrões estabelecidos pela legislação ambiental necessitando do uso de um sistema de pós tratamento. (VON SPERLING, 2014; BRASIL, 2008). Assim, dentre as alternativas para o tratamento complementar, temos: lagoas facultativas, lagoas de alta taxa, lagoas aeradas, filtro biológico, filtro lento de areia intermitente, filtro anaeróbio, lagoa de maturação, biofiltros aerados submersos e lodos ativados (MACHADO, 1997).

Assim exposto, a necessidade de um pós tratamento, a associação de processos anaeróbios vem contribuir enormemente para a redução dos custos energéticos e operacionais do tratamento. (CHERNICHARO, 1997). Deste modo, temos os filtros anaeróbios, que consistem basicamente em um leito de pedra ou material inerte que serve de suporte acumulando em sua superfície microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (LOPES, 2017), ou ainda:

O filtro anaeróbio é um reator no qual a matéria orgânica é estabilizada através da ação de microrganismos, que ficam retidos nos interstícios ou aderidos ao material suporte (biofilme). Este material suporte constitui o meio através do qual os despejos líquidos escoam. Estes filtros são usualmente operados com fluxo vertical, tanto ascendente quanto descendente, sendo o de fluxo ascendente o mais utilizado. Os filtros anaeróbios consistem, basicamente, de um leito de pedra ou de outro material inerte, que acumula em sua superfície os microrganismos responsáveis pelo processo de estabilização da matéria orgânica. (MACHADO, 1997, p.26).

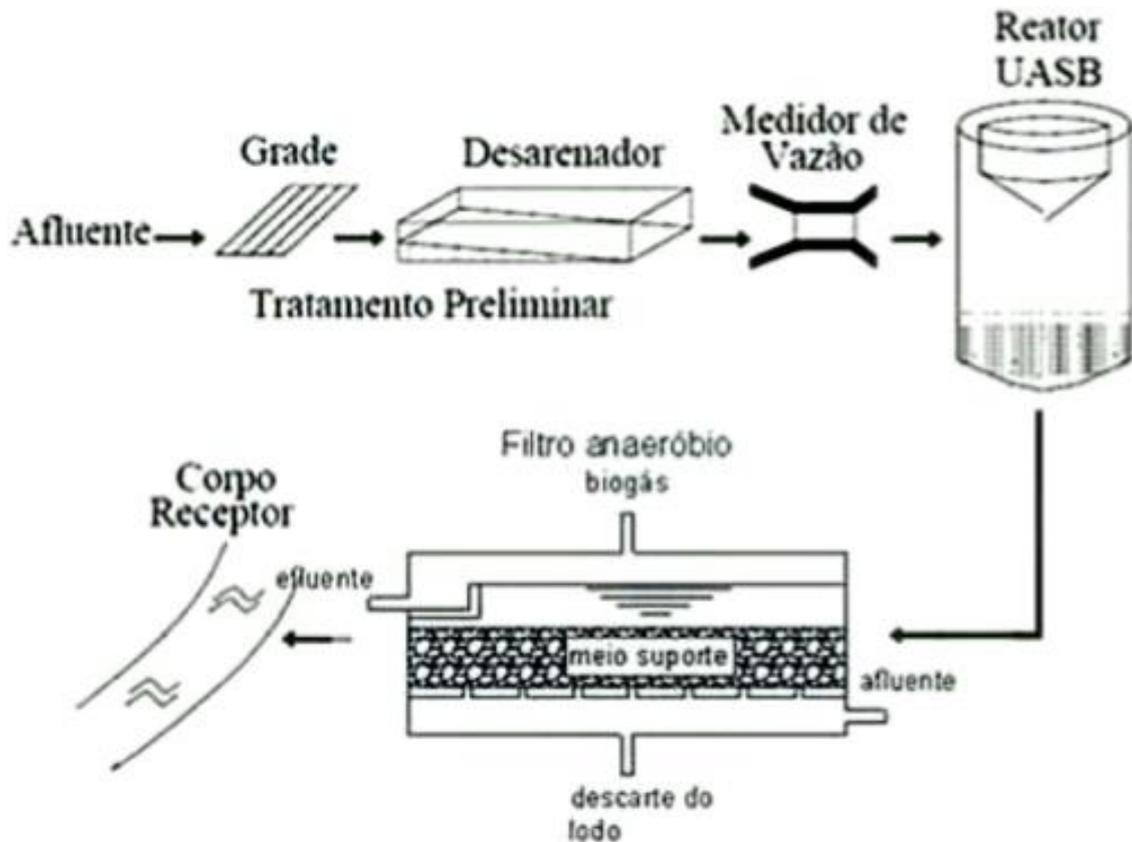
O uso de filtros anaeróbios tratando efluente de tanques sépticos tem sido bastante utilizada como um sistema de tratamento compacto de baixo custo para esgoto sanitário, sendo inclusive normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT (NBR-7229/93, segundo ABNT, 1993). As características mais importantes de um tratamento biológico são o tempo de residência de sólidos e as concentrações de microrganismos presentes no meio, assim temos que os grandes períodos de tempos médios dos sólidos nos reatores, podendo chegar até 100 dias,

juntamente aos tempos de detenção hidráulica reduzidos, dão ao filtro anaeróbio um grande potencial para a sua aplicação em tratamentos de águas de efluentes de baixa concentração. Temos algumas vantagens associadas ao uso de filtros anaeróbios são, segundo Machado (1997):

- Baixo custo operacional, uma vez que não há consumo de energia;
- Produção de material combustível (gás metano);
- Simplicidade operacional, não exigindo qualquer operação sofisticada;
- Baixo custo de manutenção;
- Baixo custo de implantação, podendo ser construídos em alvenaria comum ou armada;
- Adaptável para despejos com qualquer concentração de DQO;
- Baixa produção de sólidos biológicos (lodo);
- Possibilidade de ficar sem alimentação por longo período, sem afetar os microrganismos do processo.

A combinação de dois reatores anaeróbios no sistema UASB mais filtro anaeróbio (UASB-FA) operando em conjunto, em um sistema em série, confere ao sistema de tratamento uma capacidade de remoção complementar de matéria orgânica por duas vias, visando atingir os níveis estabelecidos pela legislação nacional. A primeira é a retenção de sólidos no filtro anaeróbio, predominantemente por meio físico através da filtração pelo meio suporte e de decantação ao longo da coluna, refletindo numa remoção de DQO particulada, e a segunda, pela formação de biofilme no meio suporte provocando a remoção da DQO solúvel remanescente. Além disso, após o processo temos que os resultados demonstraram que é possível obter um efluente final de excelentes características, mesmo quando o sistema UASB-FA foi submetido a variações da vazão afluenta, com as eficiências de remoção de DBO e DQO superiores a 80% em quase todas as situações operacionais, e em diversas ocasiões ficaram na faixa de 85 a 95%, sendo também o teor de sólidos suspensos ficando sistematicamente abaixo de 25mg/L, compatível com os mais exigentes padrões internacionais. (CHERNICHARO, 1997). Na Figura 35 é demonstrado o fluxograma típico de uma estação de tratamento composta por reator UASB-FA, que pode ser adaptado para uma estação compacta.

Figura 35: Fluxograma de estação compacta com sistema UASB e FA



Fonte: VON SPERLING, 2014 apud LOPES, 2017, p.11

3.12 Padrões de lançamento

No Brasil a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), apresenta os padrões de qualidade dos corpos receptores, e ainda os padrões para o lançamento de efluentes nos corpos d'água, para padrões de descarga ou de emissão, e posteriormente, temos a Resolução CONAMA 430/2011 complementou e alterou a Resolução 357/2005 estabelecendo outras condições para o lançamento de esgotos. No estado de São Paulo, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, órgão responsável pelo controle, fiscalização e parametrização ambiental baseia-se no Decreto Nº. 8.468, de 8/9/1976, estabelecendo métricas, regras e padrões para o descarte de fontes poluidoras e demais poluições. Assim temos:

Artigo 18 - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água, desde que obedecem às seguintes condições:

I-pH entre 5,0 (cinco inteiros) e 9,0(nove inteiros);

II-temperatura inferior a 40°C (quarenta graus Celsius);

III-materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l (um mililitro por litro) em teste de uma hora em "cone IMHOFF";

IV -substâncias solúveis em hexano até 100 mg/l (cem miligramas por litro);

V - DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro).

Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento);[...] (SÃO PAULO, 1976, p.6)

Art. 21. Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

I - Condições de lançamento de efluentes:

a) pH entre 5 e 9;

b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

d) Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

(CONAMA, 2011, p.6-7)

De acordo com Von Sperling (2014) os padrões de lançamento do esgoto tratado variam de país para país, e de estado para estado, refletindo seu nível econômico, compromisso com o meio ambiente entre outros fatores. Esses parâmetros têm status de lei e baseados nas características específicas do país, sendo em algumas situações os padrões regionais iguais ou mais restritivos que os padrões nacionais. Deste modo, segundo a legislação brasileira vigente e demais legislações estaduais, o tratamento de efluentes e despejo em corpos hídricos possuem padrões de qualidade, com medidas e regras que devem ser atendidas visando bom funcionamento dos sistemas, da gestão pública e sem problemas ao meio ambiente. Vale ressaltar que as legislações vigentes possuem diferenças e estas devem ser levadas em conta, uma vez que o órgão licenciador, no caso CETESB, faz uso dos meios protetivos específicos aos locais de gerencia e aos recursos naturais, o que eleva o nível de rigor de eficiência no processo de tratamento e despejo e devem ser atendidos prioritariamente.

4 ESBOÇO DE PROJETO PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES NO LOTEAMENTO DAS ANTAS

4.1 Águas Subterrâneas no Brasil

É sabido que o Brasil, possui recursos naturais abundantes, em especial água doce, seja subterrânea ou sobre superfície. Este recurso é imprescindível à vida, e o primeiro em particular responde por 80% do abastecimento público do estado de São Paulo (CETESB, 2017; ABAS, 2017; DRM, 2014), além disso mais da metade da população do mundo depende da água subterrânea para suprir as suas necessidades de água potável (DRM, 2014). Temos assim, conceitualmente segundo ABAS, 2017, p.1 e DRM, 2014, p.1, respectivamente:

Água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada.

A água subterrânea é a parcela da água que permanece no subsolo, onde flui lentamente até descarregar em corpos de água de superfície, ser interceptada por raízes de plantas ou ser extraída em poços. Tem papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. A água subterrânea é também responsável pelo fluxo de base dos rios, sendo responsável pela sua perenização durante os períodos de estiagem. Essa contribuição em todo o mundo é da ordem de 13.000 km³/ano (World Resources Institute, 1991 in Rebouças, 1999), quase 1/3 da descarga dos rios.

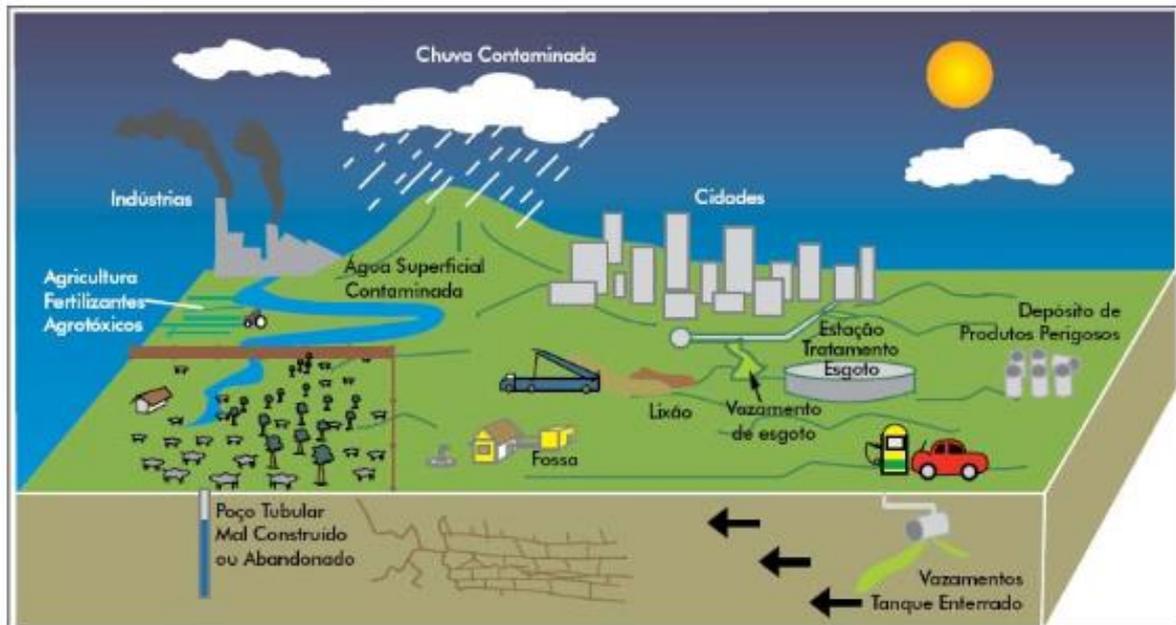
Mediante crescimento e consumo cada vez maiores dos recursos naturais, em especial dos recursos hídricos, houve como reflexo a estimativa de que existam no país pelo menos 400.000 poços (ZOBY & MATOS, 2002 apud ZOBY, 2008), com um número anual de perfurações de aproximadamente 10.000, (MMA, 2001 apud HAHN, 2007). O uso indiscriminado, desregulamentado do mais importante recurso natural, mediante perfuração de poços tubulares e das atividades antrópicas (causados principalmente pelos efluentes), acabaram, entre outros danos, contaminando os aquíferos, gerando a questão da qualidade da água subterrânea que vem se tornando cada vez mais importante para o gerenciamento do recurso hídrico no país. (ZOBY, 2008; SILVA, *et al*, 2014).

Além disso, no Brasil, o índice médio de domicílios com esgotamento sanitário é de 50,3% (TRATABRASIL, 2016a). Este déficit gera impacto não apenas sobre os

corpos hídricos, mas também diretamente sobre a qualidade da água subterrânea, especialmente nas áreas urbanas. A falta de saneamento, no que se refere aos efluentes, representam um risco às águas subterrâneas pela infiltração por fossas negras e pelo vazamento de redes de esgoto. O impacto do lançamento de esgotos sobre a qualidade das águas subterrâneas pode ser detectado através de elevadas concentrações de nitrato e do surgimento de bactérias patogênicas e vírus, onde comumente a qualidade microbiológica é verificada através de coliformes totais e fecais, e estreptococos, onde os coliformes totais são tratados apenas como indícios de contaminação. Estes patógenos estão diretamente relacionados a diversas doenças, tais como bactérias, que provocam infecções intestinais epidérmicas e endêmicas; vírus: provocam hepatites e infecções nos olhos; protozoários: responsáveis pelas amebíases e giardíases; vermes: esquistossomose e outras infestações; além disso, destaca-se que a alta concentração de nitrato na água, originária de poluição por efluentes, também pode estar ligada a carcinogênese (câncer), associado ao consumo dessa substância (LEWIS *et al.*, 1986 apud HAHN, 2007). Devido a sua importância a água subterrânea, tem que ser tratada como bem público, mediante uma regulamentação, objetivando a sua preservação em nível quantitativo e qualitativo para as gerações futuras, e em muitos casos até para as atuais. (ZOBY, 2008; SILVA, *et al.*, 2014; HAHN, 2007). Deve-se destacar que uma vez poluídas ou contaminadas, as águas subterrâneas geram um elevado gasto de recursos financeiros e humanos para sua correção, e mediante um período longo de tempo, em geral diversos anos. Assim, devem ser tomadas medidas preventivas para sua proteção, associadas ao controle de poluição como um todo, definindo-se critérios de qualidade iniciando-se pelo estabelecimento de valores orientadores, como referência (CESTEB, 2017).

Na ocorrência de aplicação de águas residuárias no solo podem acarretar em alterações nas suas características físicas e químicas e físico-químicas da solução do solo e das águas subterrâneas, podendo a aplicação ser uma forma de disposição final, tratamento ou ambas, onde parte das águas depositadas incorpora-se as plantas e ao solo, mas, a maior quantidade infiltra atingindo o lençol freático e os cursos d'água (HAHN, 2007). A Figura 36 apresenta esquema de infiltração e sua relação com as águas subterrâneas.

Figura 36: Infiltração e contaminação de águas subterrâneas por diversas fontes



Fonte: MMA, 2007 apud HAHN, 2008, p. 16

Em Lucianópolis, temos que:

“ O Município não conta com captação em manancial superficial, o abastecimento é feito através de captação subterrânea. O lançamento do efluente final tratado, da Estação de Tratamento de Esgotos é feito no Ribeirão das Antas” (LUCIANOPOLIS, 2011, p.12).

Deste modo, destaca-se ainda que a bacia existente possui disponibilidade hídrica em torno de $75\text{m}^3/\text{s}$, sendo a demanda do município na casa dos $0,0082\text{m}^3/\text{s}$, muito aquém do potencial hídrico ($1,7\text{m}^3/\text{s}$), destacando a importância e dependência deste recurso para a localidade, expondo os motivos de preservação e cuidados com efluentes.

4.2 Fossas negras

Os problemas de saneamento no país são notórios, e uso de meios inadequados de coleta e disposição de esgotos são comuns, dentre estes meios destaca-se a fossa negra, e são assim incluídas porque não funcionam como forma de evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, especialmente em áreas rurais, afastadas ou não atendidas pelo sistema público de tratamento, principalmente devido a facilidade construtiva e operação, aliada a baixo custo e em muitos casos desconhecimento de outras técnicas, sendo assim considerado um problema a ser combatido, para defesa do meio ambiente e sociedade. (COSTA e GUILHOTO, 2014; AEAM, 2012; MARTINELLI, SHIMBO; TEIXEIRA, 2007).

Destaca-se que quem tem uma fossa negra, tem cinco vezes mais chance de ter sua água contaminada, do que aquele que tem uma fossa correta (REVISTA TAE, 2011). A Tabela 2 apresenta resumo das condicionantes deste tipo de fossa e seguidamente temos a definição, onde:

Fossa negra - é uma escavação sem revestimento interno onde os dejetos caem no terreno, parte se infiltrando e parte é decomposta na superfície de fundo. Não existe nenhum deflúvio. (AEAM, 2012, p.2)

Tabela 2: Fossas negras ou rudimentar e saneamento

	FOSSA NEGRA OU RUDIMENTAR
Contaminação águas superficiais	SIM
Contaminação águas subterrâneas	SIM
Necessidade de tiras dejetos	SIM/NÃO ¹
Efluente reciclável	NÃO
Lodo de esgoto doméstico	SIM
Proliferação de vetores	SIM
Odor desagradável	SIM
Vedação hermética	NÃO

¹Depende do tipo de solo, solos arenosos o material percola e não há necessidade

Fonte: Adaptado de COSTA e GUILHOTO, 2014, p.52

Assim caracterizado o uso de meios de despejo de efluentes, sem tratamento diretamente no solo, como no caso de fossas negras ou rudimentares, somada a outros meios construídos ou geridos de modo incorreto (fossas sépticas, valas de infiltração, etc) trazem problemas ao meio ambiente e a sociedade. A execução deste modelos individuais trazem problemas, principalmente por sua execução sem parâmetros técnicos, dentre eles o tipo de solo do local e realizar estudo do lençol freático, devendo-se evitar regiões de solos arenoso ou rochosos e lençol freático de nível elevado, pois de acordo com as condições hidrogeológicas locais, especialmente em terrenos arenosos, as substâncias depositadas nas fossas podem chegar facilmente por percolação através da zona não-saturada ao aquífero e serem extraídas através dos poços. Assim, temos que o solo arenoso, de alta condutividade hidráulica, e não permite um tempo de retenção adequado para o processo completo da digestão anaeróbica, devem-se estudar alternativas mais seguras para o esgotamento sanitário dos estabelecimentos existentes (AUGE, 2004 apud SILVA, *et al*, 2009; MARTINELLI, SHIMBO; TEIXEIRA, 2007; SILVA, *et al*, 2011; COSTA, 2014; LARROZA, 2001)

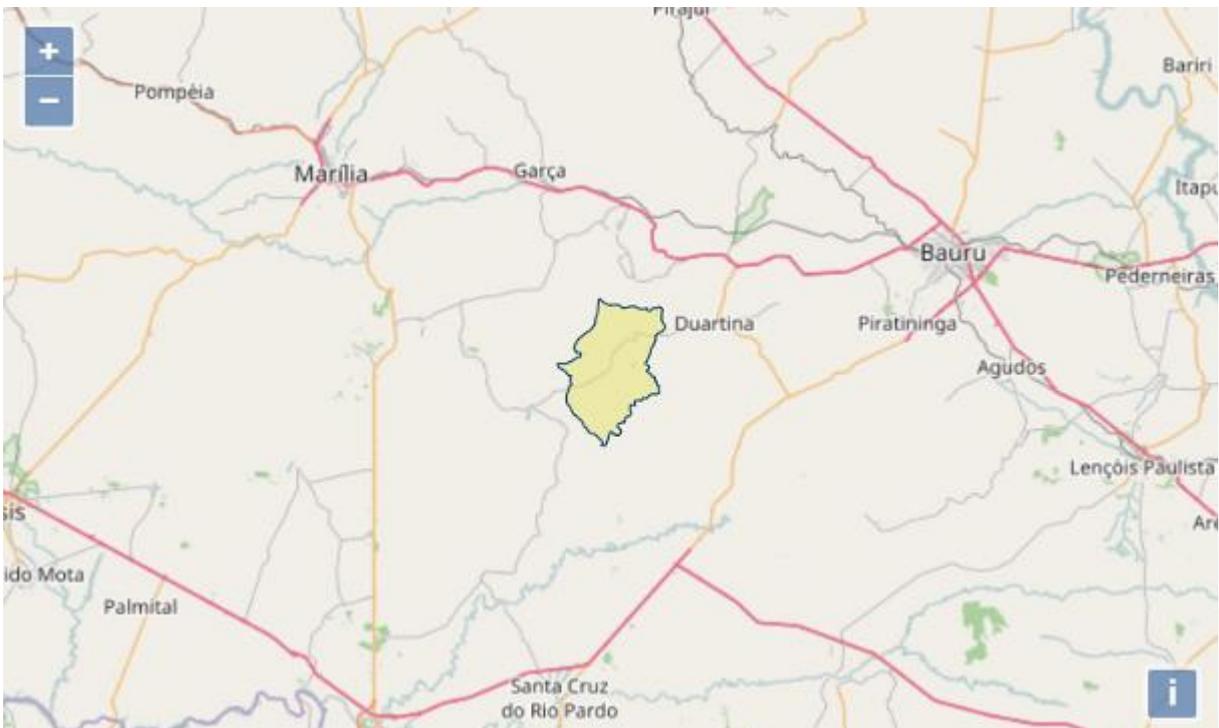
Não obstante, fundamenta-se a necessidade de buscar infraestruturas de tratamento de efluentes alternativas, que visem alternativas ao sistema tradicional adotado como solução na maioria dos casos (fossa negras por exemplo) que sejam

de fácil construção e manutenção, produção de sistemas seguros e saudáveis, baseados na redução da poluição; economia de energia e água; diminuição da pressão de consumo sobre matérias-primas naturais; aprimoramento das condições de segurança e saúde dos trabalhadores, usuários finais e comunidade em geral (MARTINELLI, SHIMBO; TEIXEIRA, 2007).

4.3 Lucianópolis: parâmetros fundamentais

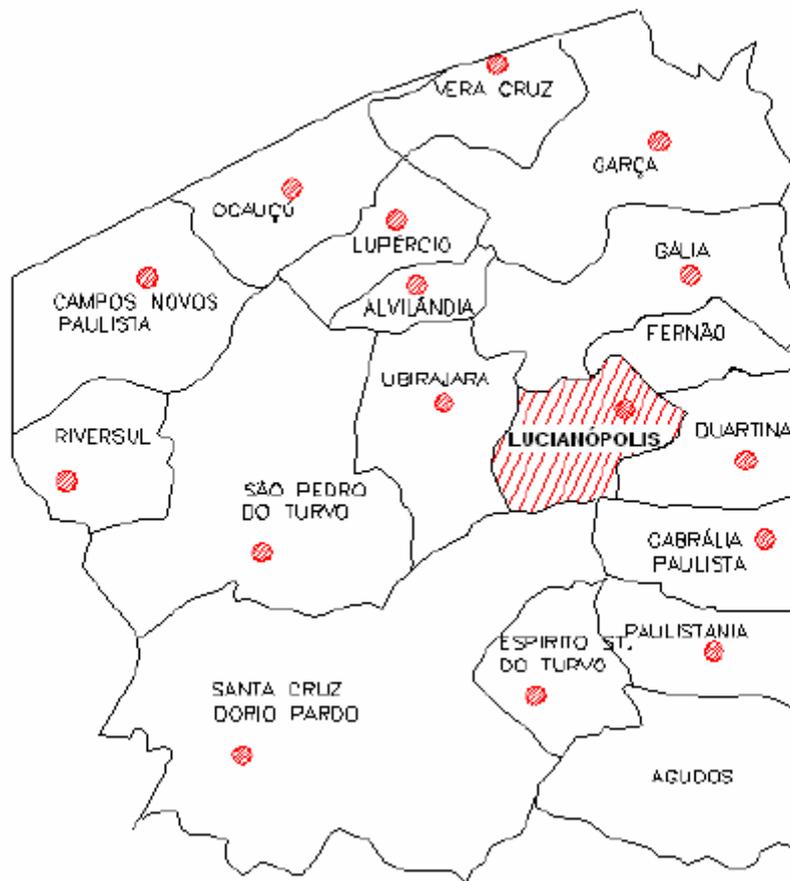
Assim exposto, temos o município de Lucianópolis, estado de São Paulo. Localizado no centro oeste paulista, a 402 km da capital paulista, Mesorregião de Bauru, Microrregião de Bauru, vizinho dos municípios de Fernão, Ubirajara e Duartina, se situa a 29 km a sul-leste de Garça a maior cidade nos arredores, estando a 486 metros de altitude, possuindo as seguintes coordenadas geográficas: latitude 22° 26' 10" Sul, longitude 49° 31' 10" oeste (SAOPAULOTUR, 2017 e CIDADE-BRASIL, 2017). As Figuras 37 e 38 apresentam a localização.

Figura 37: Mapa de Lucianópolis/SP- Localização regional



Fonte: Adaptado de IBGE, 2016a, p.1

Figura 38: Lucianópolis, limites de Município e localização



Fonte: LUCIANÓPOLIS, 2011, p.5

O município possui sistema de tratamento de esgoto e distribuição de água, em forma de concessão para a SABESP, vigente por 30 anos a partir do ano de 2012 (LUCIANÓPOLIS, 2012). Vale destacar ainda que o mesmo possui índices consideráveis de tratamento de esgotos e abastecimento de água onde:

“Os mananciais que abastecem Lucianópolis estão situados na bacia hidrográfica do Médio Paranapanema. A ocupação da bacia é 100% urbana. Os mananciais estão em boas condições e não contêm fontes significativas de poluição” (SABESP, 2012, p.1)

Economicamente, possui caráter agrícola, com economia fundamentada em citricultura, empresas madeireiras e pequenos agricultores e pecuaristas, caracteriza-se com uma população fixada em sua maioria no perímetro urbano e significativa na zona rural (em torno de 20%). A população urbana, contudo, possui grande presença na área rural, devido ao âmbito profissional, pessoal, lazer e entretenimento. A Tabela 3 apresenta os índices municipais:

Tabela 3: Índices e dados de Lucianópolis/SP

Dados Lucianópolis/SP	
População Residente – Rural (20,8%)	469 pessoas
População Residente - Urbana (79,2%)	1780 pessoas
Área da unidade territorial -2015	189,536 km ²
População residente (total) (Censo 2010)	2.249 pessoas
População estimada (total) (2016)	2372 pessoas
Densidade demográfica 2010 (hab/km ²)	11,8

Fonte: Adaptado de IBGE, 2016a, p.1

Outro ponto a se destacar está no IDH de Lucianópolis, exposta na Figura 39 em comparativo regional. Comparativamente o município possui índice caracterizado como alto desenvolvimento humano, e se encontra em patamar aceitável dentro do panorama nacional. A Tabela 4 apresenta comparativos entre os municípios brasileiros.

Figura 39: Comparativo IDH Regional

Fonte: Adaptado de IBGE, 2016c, p.1

Tabela 4: IDH Lucianópolis/SP, em relação ao panorama nacional

RANKING IDHM 2010	Município	IDHM 2010	IDHM Renda 2010	IDHM Longevidade 2010	IDHM Educação 2010
1 °	São Caetano do Sul (SP)	0,862	0,891	0,887	0,811
940 °	Lucianópolis (SP)	0,733	0,736	0,809	0,662
5565 °	Melgaço (PA)	0,418	0,454	0,776	0,207

Fonte: Adaptado de PNUD, 2010, p.1

Assim caracterizado, serão apresentados dados do sistema de saneamento de Lucianópolis, para rede de distribuição de água e de esgoto e demais itens pertinentes, segundo Tabelas 5 e 6:

Tabela 5: Dados de distribuição e tratamento de água – Lucianópolis/SP

Ano	População	Quantidade de ligações ativas de água	Extensão da rede de água km	Volume de água produzida 1000 m ³ /ano	Volume de água consumida 1000 m ³ /ano	Volume de água tratada por simples desinfecção 1000m ³ /ano
2012	1711	682	11,94	123,52	110,27	123,52
2013	1772	693	11,93	133,59	114,34	133,59
2014	1.864	758	11,93	168,88	117,23	168,88
2015	1893	771	11,99	150,22	114,63	0

Fonte: Adaptado de SNIS, 2017, p.1

A coleta de esgoto e tratamento municipal possuem índices consideráveis perto dos parâmetros nacionais, podemos verificar segundo Tabela 6:

Tabela 6: Dados de coleta e tratamento de esgoto- Lucianópolis/SP

Ano	População	Quantidade de ligações ativas de esgoto	Extensão da rede de esgoto km	Volume de esgoto coletado 1000 m ³ /ano	Índice de coleta de esgoto (%)	Índice de tratamento de esgoto (%)	Índice de esgoto tratado referido a água consumida (%)
2012	1711	658	8,55	84,75	76,86	99,99	76,85
2013	1772	669	8,56	88,61	77,50	100	77,5
2014	1.864	738	8,56	96,21	82,07	100	82,07
2015	1893	751	8,60	94,38	82,33	100	82,33

Fonte: Adaptado de SNIS, 2017, p.1

Assim exposto é visível que o município possui excelentes índices em todas áreas, prova é sua colocação e nível de IDH regional e nacional. Contudo o crescimento das áreas circundantes, mudanças nas legislações, tornaram mais rigorosos os compromissos municipais em todas as áreas de atuação. Neste contexto surge o Loteamento das Antas, área urbanizável e que não recebe os mesmos serviços de saneamento do restante do município. Esta defasagem se faz por falta de atenção de todas as esferas, uma vez que não foram propostas soluções que atendessem ao objetivo, realizar o tratamento do esgoto, dentro dos padrões necessários, com custos, prazos e meios adequados as necessidades e recursos locais.

4.4 Loteamento das Antas: contexto histórico e definições locais

Criado a partir de Certidão 05/94 e declaração da Prefeitura Municipal de Lucianópolis, de 14 de janeiro de 1993 e declarado área urbanizável segundo Lei Municipal nº 943, de 26 de março de 1993 (Anexo A), o Loteamento das Antas, localizado no Bairro Ribeirão das Antas, foi registrado em 15 de setembro de 1997 como Loteamento denominado “Chácaras de Lazer das Antas” (Anexo A), não é atendido pela coleta e tratamento de esgotos, ao contrário do restante do perímetro urbano municipal, sendo que segundo dados de IBGE, 1993, o município possuía em 1993, 2301 habitantes.

O referido local, possui aprovação dos órgãos competentes para funcionamento, segundo Certificado GRAPOHAB - Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais, sob o número 248/94, conforme pode ser visto no Anexo B deste trabalho. O local foi projetado, para uso de fossa séptica, visando atender limite de 355 pessoas, com 5 pessoas em cada um dos 71 lotes. Foram comercializados 56 lotes, com os 15 restantes em disponibilidade para vendas, o mapa completo pode ser visto no Anexo C. Apesar da ocorrência da comercialização dos lotes citados, o local possui uma quantidade inferior de construções, tendo em vista que alguns lotes foram comprados em conjunto e outros não apresentam quaisquer tipos de construções, ou não foram regularizados junto a administração municipal, sendo muito comum ações de parcelamento de solo no local, mediante contratos, mas que não geram garantias plenas de posse, a escritura do lote. Segundo LUCIANOPOLIS, 2017a (Anexo D), existem atualmente 37 construções

regulares no local, todavia mediante levantamento realizado para este trabalho em todos os lotes, foram contabilizadas 45 unidades, com participação de 37 no questionário elaborado (Apêndice A), ou 82% (100% das regularizadas), das mesmas no levantamento necessário para este trabalho. Desse total 81% utilizam como residência e moradia, os demais de modo esporádico/aluguel. As residências, segundo padrões estabelecidos na NBR 12721/2005(ABNT, 2005), (residências padrão baixo, normal/médio e alto) estão assim distribuídas em percentuais: baixo 29,73; normal/médio 56,76 e alto 13,51. Deste modo, aproximadamente 87% estão nos níveis baixos e normal/médio, o que fundamenta a escolha do nível médio para o empreendimento. A renda dos moradores, está em sua maioria, na faixa de R\$1.000,00 até R\$5.000,00, com aproximadamente 84%.

Quanto a infraestrutura o loteamento possui guias instaladas, porém sem pavimentação, não existe instalação de galerias pluviais, rede coletora de esgotos ou meios de tratamento. Segundo pesquisa elaborada pelos autores, as residências despejam o esgoto em sua maioria, aproximadamente 65% em fossas negras, as demais em fossas sépticas, contudo sem qualquer fiscalização, acompanhamento, orientação ou notificação do poder público e da empresa concessionária responsável pelo sistema de esgoto municipal. Nenhuma residência realiza o descarte correto dos resíduos da caixa de gordura, com 78% despejando diretamente os resíduos no solo e 22% na fossa existente. Vale ressaltar conforme especificado no projeto de aprovação do local, Certificado GRAPOHAB, todos os moradores, possuem em seu contrato a obrigatoriedade de construção de fossa séptica, assim como o projeto e acompanhamento do empreendedor. O empreendimento, possui em sua descrição solo arenoso, comprovado por análise táctil visual realizada pelos autores deste trabalho, um lençol freático com profundidade média de 8 metros. (LUCIANOPOLIS, 1994a)

É notório que o sistema de esgoto do local é inapropriado, causando assim danos ambientais, uma vez que o local é cercado pelo Rio das Antas e grandes áreas de alagadiços, nascentes e demais áreas de proteção ambiental (APP). Neste âmbito vale destacar que temos:

Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012, p.3).

Assim exposto, temos que nas APPs deve-se destacar, uma vez que desempenha importante papel ecológico visando de proteger e manter os recursos hídricos, com lagoas, nascentes, rios, poluição dos mesmos, atuando na diminuição e filtragem do escoamento superficial e carregamento de sedimentos aos cursos d'água, além de conservar a diversidade de espécies de plantas e animais, e de controlar a erosão do solo e os consequentes assoreamento e poluição dos cursos d'água. (REVISTA EM DISCUSSAO, 2011 e MESQUITA, *et al*, 2010)

As importâncias das APP dão dimensão da necessidade latente de controle do saneamento local, uma vez que Declaração da Vigilância Sanitária do Município de Lucianópolis (Anexo E), indicam presença de coliformes nas águas subterrâneas, com orientação aos moradores para não utilização, com notificação aos órgãos públicos e empresa concessionária. Mediante esse contexto, é de se esperar políticas públicas de saneamento em conjunto com a empresa concessionária pelo sistema de água e esgoto do município, SABESP. Contudo não houve atendimento ao local, anteriormente, baseado na assinatura do contrato de concessão vigente na época de criação do Loteamento, uma vez que o mesmo não existia, assim como a legislação ambiental da época, muito mais branda, que permitiu o mesmo nas condições atuais. Assim, com o final da concessão, as negociações entre as partes geraram um novo contrato em 2012 com vigência de 30 anos e que garante distribuição de água ao local (Anexo F), garantindo assim padrões de qualidade, mas excluiu-se a coleta e tratamento do esgoto local (Anexo G), (LUCIANOPOLIS, 2012), mantido nos moldes atuais, deixando assim o problema latente, conforme Figura 40. A Figura 41 apresenta o mapa do local, situando o Loteamento, posteriormente as Figuras 42 a 48, apresentam o local descrito.

Figura 40: Índices de Tratamento de Efluentes e excusão do Bairro em questão

2.4.1 Cobertura ⁽¹⁾ Mínima do Serviço

Ano	2010 [atual]	2015	2020	2025	2030	2035	2040 ⁽²⁾
Cobertura (%)	>84	>84	>84	>84	>84	>84	>84

(1) Exclui áreas irregulares e áreas de obrigação de fazer de terceiros

(2) Fica universalizado com >84%, pois a diferença para os 100% refere-se a comunidade Rio das Antas com 74 domicílios que após a implantação do sistema de água, continuará com o esgotamento sanitário individual, devido as grandes proporções dos terrenos dos imóveis. O índice de cobertura na sede do município será >95%.

Fonte: LUCIANOPOLIS, 2011, p.24

Figura 41: Definição perímetro urbano de Lucianópolis (em preto), Loteamento das Antas (amarelo) e Área de expansão do Loteamento (azul)



Fonte: Adaptado de GOOGLE, 2017

O Loteamento das Antas é bem próximo ao perímetro urbano de Lucianópolis, com distância de 1,5Km, conforme Figura 42.

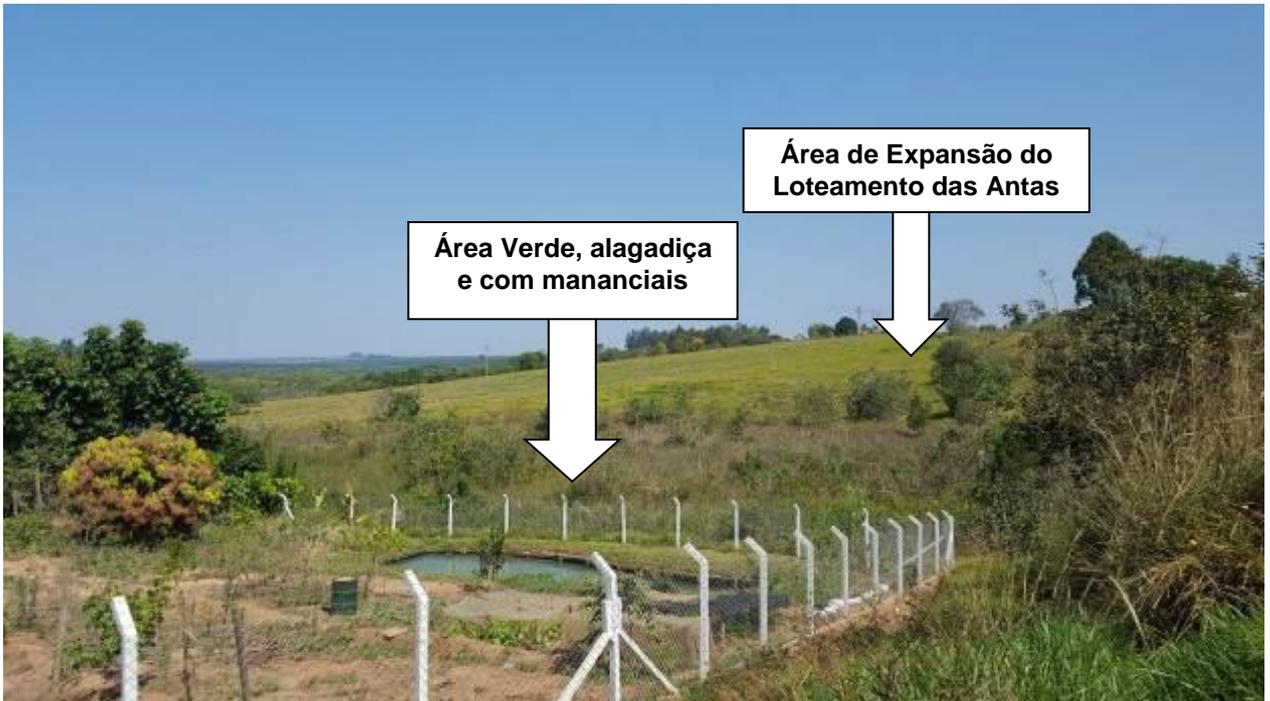
Figura 42: Vista do Loteamento (ao fundo) a partir de Bairro próximo.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

Destaca-se ainda a área de expansão, que deve ser verificada e estudada, visando não ocorrência dos mesmos danos ambientais atuais e de preservação permanente, uma vez que existem mananciais, a Figura 43 expõe o local.

Figura 43: Área Verde (com nascentes e alagadiço) e Área de Expansão



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

O referido local, possui entrada e saída segundo rodovia estadual e apenas uma placa de orientação e sinalização do local, segundo Figura 44:

Figura 44: Entrada do Loteamento das Antas, intitulado “Chácaras de Lazer”





Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

As ruas locais não possuem pavimentação, fato que reduz consideravelmente os custos de implantação das redes coletoras, o panorama pode ser visto na Figura 45:

Figura 45: Rua de acesso, sem pavimentação, galerias pluviais e fluviais, mas com guias





Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

Destaca-se que o local possui reservado uma área de ligação ao corpo hídrico circundante e de uso coletivo, sendo assim ideal para a implantação da ETE Compacta, uma vez que além disso atende a todos os parâmetros técnicos e legais pertinentes, sendo exposto na Figura 46.

Figura 46: Área institucional, reservado para infraestrutura do Loteamento





Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

A coleta e tratamento dos efluentes se faz necessária de modo coletivo em sistema de ETE Compacta, devido ao solo local, descrito no Certificado GRAPOHAB e verificado *in loco*, conforme Figura 47, como arenoso.

Figura 47: Solo arenoso do local



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

O Loteamento possui grande área alagadiça no fundo dos lotes, fato que expõe a diversidade ambiental e capacidade hídrica local. A abundância deste recurso, e os meios de tratamento atuais expõe a importância do tratamento adequado dos efluentes gerados e riscos de maiores contaminações. A Figura 48 apresenta as regiões alagadiças e de mananciais presentes nos lotes com moradia.

Figura 48: Área verde do entorno, região alagadiça e com mananciais



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

Concomitantemente destaca-se a presença do corpo hídrico circundante, presente diretamente nos lotes e com importância crucial para o projeto, uma vez que, será neste a deposição dos efluentes tratados, podendo ser visto na Figura 49.

Figura 49: Rio das Antas que circunda o Loteamento das Antas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

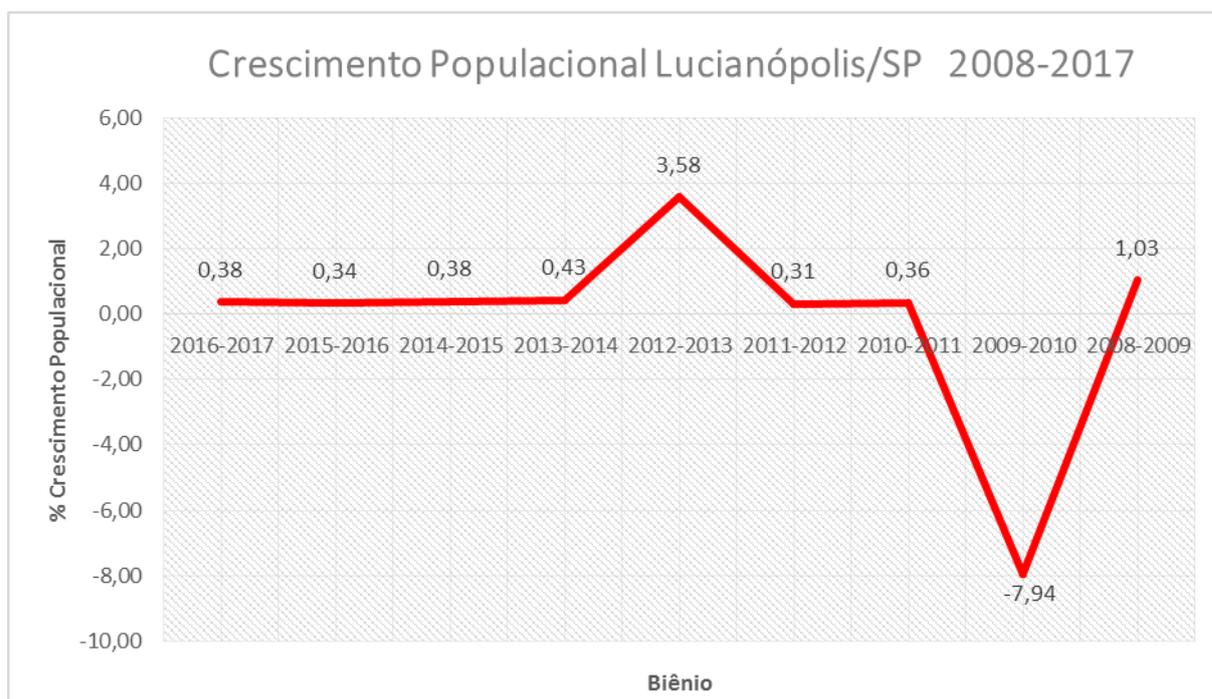
Após conhecer o contexto e dados do local, é intrínseco ao pré-dimensionamento do esboço do projeto, conhecimento da potencialidade de

crescimento populacional, tendo em vista o atendimento pleno do sistema adotado ao desenvolvimento máximo do local.

4.5 Lucianópolis/SP: desenvolvimento populacional

O desenvolvimento do pré dimensionamento do esboço de projeto de coleta e tratamento de esgotos de quaisquer local, tem que levar em conta o tamanho da população atendida, somado as taxas de crescimento e projeções futuras. Assim temos em Lucianópolis/SP, segundo Figuras 50 e 51, levantamento, com base nos últimos censos nacionais e projeções de crescimento populacional, ambos executados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o que nos permite avaliar a população local e suas tendências, visando atendimento ao projeto de pré dimensionamento proposto neste trabalho.

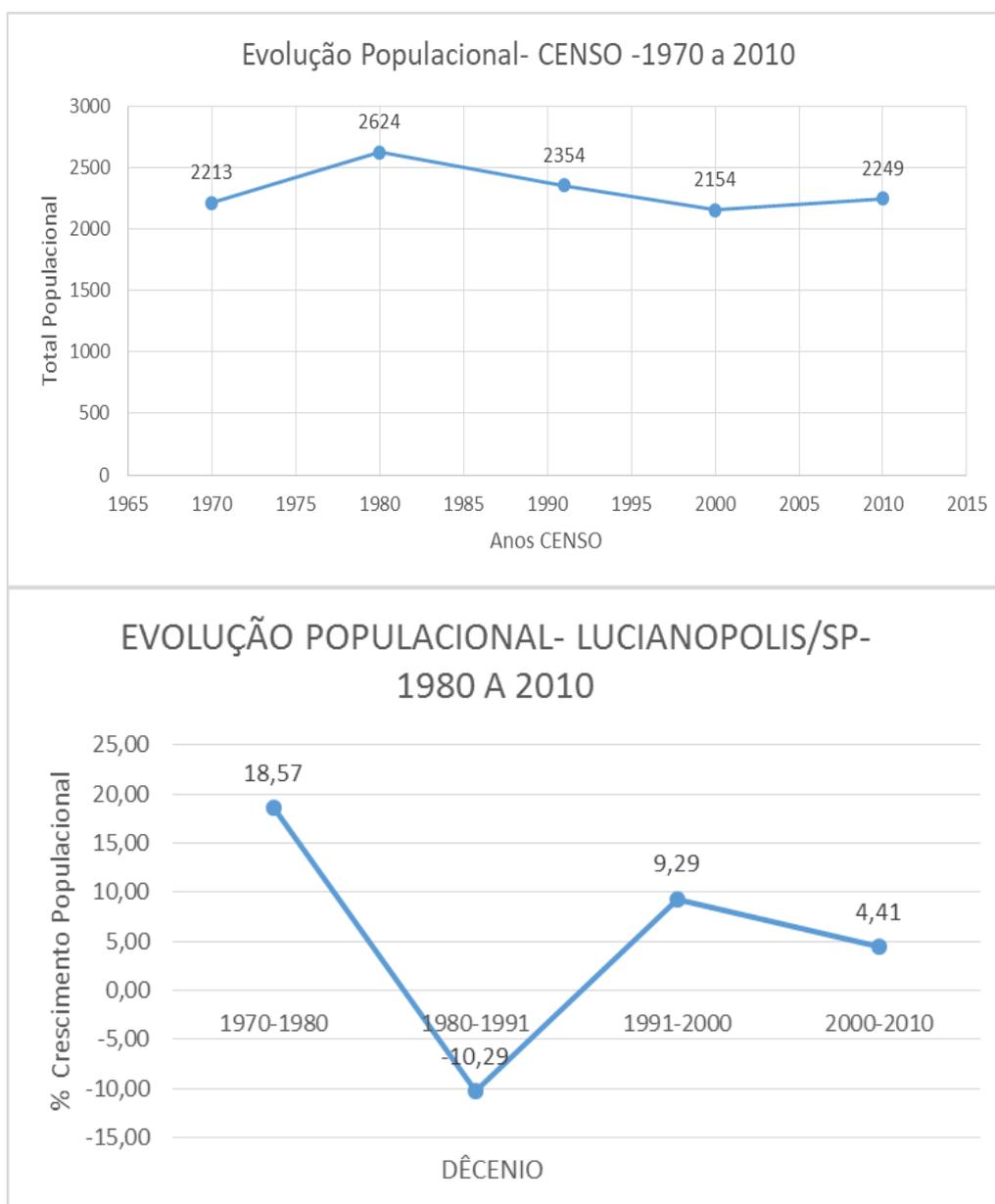
Figura 50: Crescimento Populacional Lucianópolis/SP- Projeções e dados Censo 2010.



CRESCIMENTO TOTAL (%)	-1,14
MÉDIA CRESCIMENTO (% ANUAL)	-0,11

Fonte: Adaptado de IBGE, 2017a, p.1

Figura 51: Evolução Populacional Lucianópolis/SP, segundo Censos Nacionais, em valores absolutos e percentuais.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2017a, p.1 e de IBGE, 2017b, p.1

Vale destacar que segundo Lucianópolis (2011), a projeção populacional é de crescimento, para os próximos 30 anos (2010-2030), chegando a 2617 habitantes no final do período; todavia, não expõe a realidade. É notório, que a população tem, segundo cálculos em projeção do IBGE, crescido todo ano, mesmo em taxas módicas, contudo estas previsões não se confirmam com a execução do Censo de 2010, o que evidencia uma queda populacional. A Figura 51, expõem ainda que nos últimos censos realizados a tendência populacional nos últimos 30 anos é de queda acentuada, com apenas um pequeno crescimento em uma década (4%).

Deste modo, tendo como parâmetro os dados analisados e o índice de crescimento médio, que indica a redução populacional da população nos últimos dez anos, e nos dados dos últimos cinco censos, que apresentam uma redução gradativa da população no município, a tendência do local é, assim como a do município, não possuir crescimento de seus moradores, ao contrário diminuir ou se manter estável. Assim exposto, a população estimada no projeto do Loteamento, e utilizada neste trabalho para estimativa de 355 pessoas já possui uma grande margem de segurança, visando esboço de projeto para 30 anos, tendo em vista que residem no local em torno de 150 pessoas segundo levantamento deste trabalho, com apenas 23 lotes ainda sem construções.

4.6 Loteamento das Antas: esboço de projeto e pré-dimensionamento

Assim exposto, conhecido os parâmetros necessários, mediante pesquisa de campo para verificação da situação populacional e local, requisitos do projeto, necessidades e anseios da administração pública municipal somado a questões legais e demais variáveis, estabeleceu-se as possibilidades técnicas viáveis e traçou comparativo entre elas, em modelos individuais e coletivas, para um período de 30 anos, visando atender aos quesitos abaixo descritos e analisados segundo Tabela 7.

Tabela 7: Variáveis de pré-dimensionamento

Variáveis	Parâmetros
População Atendida	400 pessoas
Padrão Residência ¹	Normal/Média
Destino do Efluente tratado (legislação CONAMA e CETESB)	Corpo hídrico, classe 3 ²
Prazo máximo (a partir da escolha do modelo) para execução da obra (incluindo infra estrutura de coleta)	6 a 12 meses
¹ Descrição segundo NBR 12721/2005 (ABNT, 2005)	
² Segundo BRASIL, 2011	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

Os parâmetros de pré-projeto estabelecidos utilizados na definição deste modelo de SES, foram estabelecidos segundo METCALF E EDDY, 2016; VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2017, levando em consideração análise e adaptação dos parâmetros presentes na Figura 52 e suas nuances visando estabelecer critérios para atendimento das necessidades/possibilidades/limitações e eficiências/custos necessários procurando atender aos itens da mesma. Posteriormente os parâmetros utilizados estão descritos e expostos na Tabela 8:

- **Econômica:** Avaliação dos custos envolvidos, mediante pré-orçamentação (verificação de custos globais e disponibilidade econômica do município) dos sistemas e meios de gestão do mesmo;
- **Técnica:** Verificação das variáveis envolvidas, na questão técnica de cada modelo e das disponibilidades do município e do local;
- **Socioambiental:** atendimento aos quesitos ambientais (proteção dos mananciais, águas subterrâneas, biomas e demais variáveis ambientais) e necessidades da população (área urbanizável, com necessidade de coleta e tratamento dos esgotos);
- **Jurídica/Administrativa:** Análise da legislação, nas questões contratuais com a concessionária, de execução e manutenção do sistema;
- **Tempo Execução/Viabilidade a curto prazo:** Viabilidade da execução e funcionamento em até seis meses (após a definição do projeto, mediante disponibilização dos recursos financeiros).
- **Infraestrutura:** Necessidade de obras/adaptações custeadas pelo poder público.

Figura 52- Aspectos importantes na seleção de sistemas de tratamento de esgotos



Fonte: VON SPERLING, 2014, p.353

A escolha do modelo de sistema de esgotamento sanitário, passou primeiramente pela definição entre o individual e o coletivo. O individual, foi descartado, apesar de nos fatores econômicos estes métodos se destacaram devido aos baixos custos; sua exclusão se deu devido a questões técnicas de implantação, tendo em vista a necessidade de realização individual, somado as dificuldades de limpeza, controle de qualidade e fiscalização, totalmente descentralizada. O modelo com vala de infiltração padeceu devido ao solo do local, arenoso, e o lençol freático em nível alto, o que potencializaria a poluição das águas subterrâneas, somado aos citados para a fossa simples.

Assim caracterizado, restaram os sistemas coletivos, ficando entre a estação elevatória e ETE Compacta. Ambos atenderam aos critérios econômicos, com valores estimados próximos com pequena vantagem a estação compacta, contudo a estação elevatória não atendeu aos critérios de execução, referente ao tempo, devido a necessidade de renegociação do contrato com a empresa concessionária, tendo em vista que no contrato de concessão exclui o tratamento e coleta do local, liberações dos órgãos ambientais (necessária travessia em área de APP) e Departamento de Estradas e Rodagem- DER (travessia em rodovia estadual), determinação e regularização de áreas de servidão, o que ocasionaria uma grande morosidade ao projeto.

Deste modo como o fator econômico se tornou bem similar entre os modelos, o parâmetro onde a pequena diferença econômica estabelecida, não justificaria o não atendimento do prazo estipulado, juntamente com a continuação dos danos ambientais durante o período de obtenção das licenças, dentro deste processo onde a falta de tratamento continuaria a ocorrer.

Partindo das análises realizadas, foi possível definir assim que o sistema que melhor atendeu aos parâmetros propostos, foi o da ETE Compacta. Mediante esta definição permite-se estabelecer as principais definições de pré-dimensionamento e esboço de projeto, para sua verificação e execução. Assim caracterizado, será feito os cálculos de pré-dimensionamento do sistema coletor coletivo, definição da ETE Compacta a ser adquirida e orçamentação dos materiais necessários para a execução dos trabalhos, sendo excluída, devido a disponibilidade do Município em mão de obra própria, de custos destes. A Tabela 8, expõe o comparativo descrito.

Tabela 8: Comparativo entre Sistemas de Esgotamento Sanitários (SES) e Tomada de Decisão

Sistemas esgotamentos Sanitários (SES)		ANÁLISE DE VIABILIDADE					Justificativa/Considerações	Resultado Final	
		Econômica	Técnica	Sócio-Ambiental	Jurídica/Administrativa	Tempo Execução/Viabilidade a curto prazo			Infraestrutura
SES INDIVIDUAL	Fossa séptica	VIÁVEL	VIÁVEL	INVIÁVEL	INVIÁVEL	VIÁVEL	NÃO	Necessidade de limpeza, controle e manutenção individual e aquisição de veículo apropriado	INVIÁVEL
	Fossa com vala de infiltração	VIÁVEL	INVIÁVEL	INVIÁVEL	INVIÁVEL	VIÁVEL	NÃO	Solo do local impede/impossibilita, alto risco de poluição as águas subterrâneas, não atende a legislação ambiental	INVIÁVEL
SES COLETIVO	Estação elevatória	VIÁVEL	VIÁVEL	VIÁVEL	INVIÁVEL	INVIÁVEL	SIM	Necessita alteração contratual com a empresa concessionária, demanda prazo mais longo para execução (licenças ambientais, atendimento as diretrizes de projeto e execução da concessionaria)	INVIÁVEL
	ETE Compacta	VIÁVEL	VIÁVEL	VIÁVEL	VIÁVEL	VIÁVEL	SIM	Pleno atendimento as necessidades	VIÁVEL

VIÁVEL  INVIÁVEL 

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017

A infraestrutura exposta no comparativo, trata-se das redes coletoras de esgoto que destinariam os mesmos até os modelos coletivos. Assim exposto, mediante as análises acima apresentadas e visando atender as necessidades e peculiaridades do esboço de projeto proposto, a ETE Compacta foi escolhida e serão determinadas as necessidades de adaptações do local, seguido de pré-dimensionamento da mesma e orçamentação dos modelos que se adequem aos parâmetros propostos.

4.7 Sistema de Esgotamento Sanitário coletivo: Pré-dimensionamento e infraestrutura necessária

Uma vez conhecido os parâmetros locais, e realizados os estudos, pesquisas e análises pertinentes, será estabelecido, dentro das necessidades locais e urgência de resolução do problema sócio-econômico-ambiental, um esboço e pré-dimensionamento que devem ser executados de 6 a 12 meses da aprovação pelo Município (obtenção dos recursos e procedimentos licitatórios pertinentes, estimados em 2 meses) e liberação das licenças, que neste caso não demandam muito tempo, devido ao modelo e atendimento a legislação. Vale destacar que as adequações das residências, tais como implantação da caixa de gorduras e ligação a rede coletora serão responsabilidades exclusivas dos moradores, com fiscalização dos órgãos competentes municipais, principalmente a primeira uma vez que a longo prazo ocasiona danos a rede coletora e ao SES. Destaca-se que vários itens de grande representatividade foram desconsiderados neste cálculo, tais como fundações, infraestrutura proteção para ETE Compacta.

Assim mediante o dimensionamento dos componentes principais para funcionamento, apresentado no decorrer deste estudo, elaborou-se um orçamento prévio, com quantidades estimadas, no qual são apresentados apenas os itens de maior representatividade no custo total da obra. As quantidades exatas, juntamente com um orçamento completo de todas as unidades, só seriam possíveis com a elaboração de todos os projetos complementares necessários à execução da ETE. Assim, segundo este e outros pré-requisitos, que serão expostos, este trabalho apresentará, após análise e verificação um modelo de SES e a infraestrutura necessária para o mesmo, com previsão orçamentaria e meios de execução.

4.7.1 Infraestrutura de implantação de sistema coletivo: esboço e previa de custos

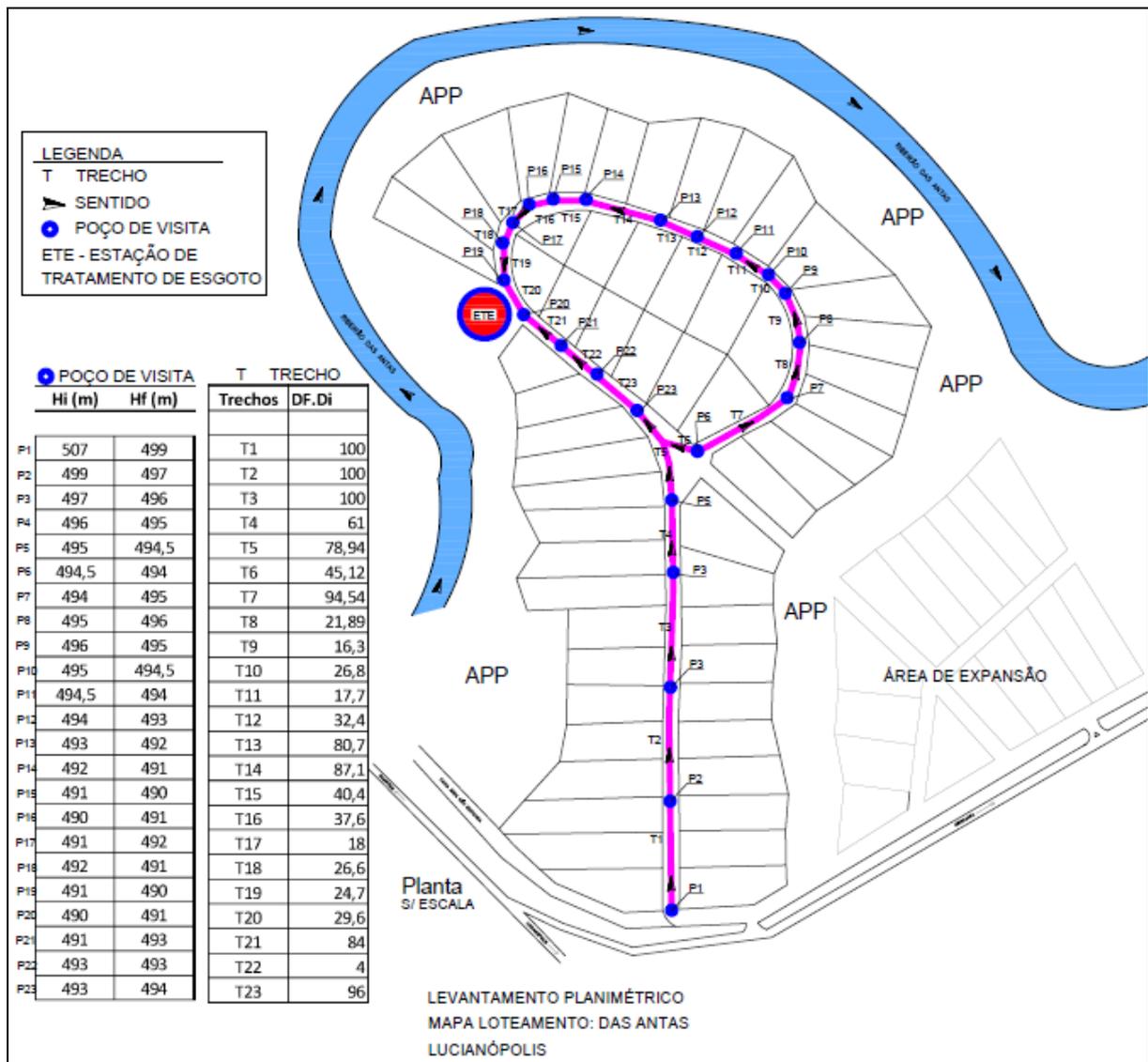
Visando atender a coleta coletiva dos esgotos gerados no Loteamento das Antas, este trabalho, mediante NBR 9649/1986 (ABNT, 1986), NBR 8160/1999 (ABNT, 1999), Norma Técnica da SABESP- NTS 25/2006 (SABESP, 2006) e demais padrões de VON SPERLING, 2014 e NAKAYAMA, [1998?], somado ao programa Google Earth Pro®, que apesar de não possuir precisão idêntica aos métodos em campo, pode ser usado para atividades gerais e estudos preliminares (FELIPE,

2015 e PEREIRA; PAMBOUKIAN, 2015), tais como nesta etapa do esboço do projeto que permitiu obter valores aproximados de medidas, desníveis e comprimentos utilizados para o pré-dimensionamento deste. Destaca-se neste ponto que para execução deste esboço de projeto um levantamento topográfico detalhado deve ser realizado, visando refazer os cálculos, apesar da relativa confiabilidade do programa em fases como esta. Foram verificados os cálculos e parâmetros das normas citadas, com uso das tabelas e índices constantes nos autores citados, onde parte dos parâmetros iniciais podem ser vistos no Apêndice B. Por se tratar de um volume pequeno, em terreno com bom desnível para redes de esgoto, todos os parâmetros exigidos pela norma, foram facilmente atendidos (velocidades mínimas e máxima, declividade, diâmetros mínimos, velocidade crítica maior que a velocidades, etc). Vale ressaltar que se necessário, poderão ser feitas intervenções para regularizar o local (que possui ruas sem pavimentação), diminuindo desníveis, visando alteração em alguns índices, mas que não influenciam no atendimento a obra, somente para questão de execução, na profundidade estabelecida, neste caso 1,7 metros, para o mínimo de 1,5m, que necessitaria somente de adequação (correção do terreno) em um pequeno trecho. Neste esboço de projeto, devido ao formato do local, elipsoide, foram necessários muitos poços de visita (nas mudanças de direção da tubulação e trechos acima de 100m), totalizando 22 em 1240 metros de rede.

Vale ressaltar que a área de expansão, não foi inserida nesta etapa, tendo em vista a indisponibilidade de execução para o período do esboço de projeto, mas a mesma foi contabilizada para o sistema de esgotamento sanitário escolhido. O local ainda não conta com moradores e está em estágio embrionário de venda, sem ruas, ou quaisquer outras infraestruturas, onde seu dimensionamento dependerá ainda de licenças ambientais para passagem da rede em área de APP existente, deste modo a liberação para sua execução será mais lenta. Assim caracterizado temos a Figura 53, (pode ser vista no Apêndice C, em maiores dimensões) apresenta o esboço da rede contendo as informações necessárias, para visualização e compreensão do mesmo somente com a área de expansão, a Figura 54 (Apêndice C), com a de expansão. Destaca-se que a área de expansão não possui cotas de altimetria, pois o local ainda carece de obras de movimentação de terra, criação das ruas (tais como o esboço do projeto) e demais obras básicas de infraestrutura, podendo assim sofrer

alterações, não sendo possível verificar a profundidade da rede coletora (mínimo 1,5m), contudo uma breve análise do relevo indica que não haverá problema. Posteriormente este trabalho executou a orçamentação, realizada nos meses de agosto e setembro de 2017, dos materiais necessários para execução, seguindo as normas da companhia concessionária, possibilitando padronização da mesma aos utilizados no município e evitando possíveis problemas com a mesma em caso de possível cessão a esta. A Tabela 9, apresenta os itens e custos, desconsiderando mão de obra, uma vez que o município possui equipamentos, mão de obra e engenheiro civil, aptos a executar o serviço, e a Tabela 10 a projeção da área de expansão, sendo que esta requer estudos próprios e específicos, tendo em vista a topografia do local e presença de uma APP no caminho da rede coletora:

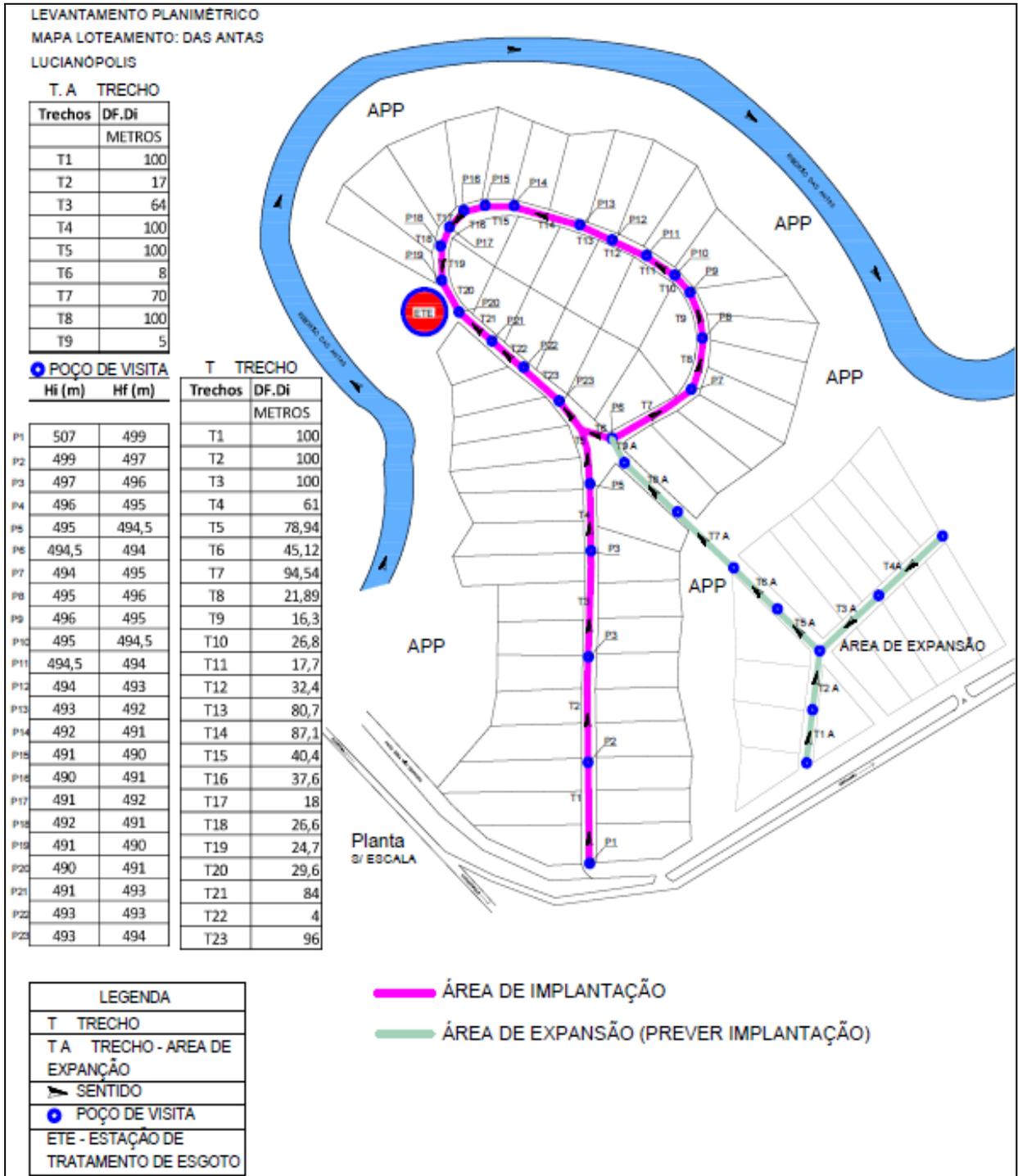
Figura 53: Esboço do Projeto da rede coletora Coletiva-Área com moradores



Fonte: Elaborada pelos autores, 2017

A Figura 54, expõe o mapa local com a inclusão da área de expansão, para fins ilustrativos, tendo em vista a necessidade de estudos e licenças pertinentes.

Figura 54: Esboço do Projeto da rede coletora coletiva-Área expansão e com moradores



Fonte: Elaborada pelos autores, 2017

Tabela 9: Quantificação previas dos materiais rede de esgoto coletivo-Área com ocupação residencial

ITENS	UNID	QTD	CUSTO UNITARIO	CUSTO TOTAL
Tubulação esgoto 150 mm	barras 6m	205	R\$ 133,87	R\$27.442,67
Tubulação esgoto 100mm	barras 6m	538	R\$ 51,73	R\$27.832,53
Selim com trava 150 x 100	unid.	45	R\$ 21,95	R\$987,75
CAP 100mm	unid.	45	R\$ 6,75	R\$303,60
Tampão de ferro fundido - esgoto	unid.	22	R\$ 323,33	R\$7.113,33
Poços de Visita (1,7 m)	unid.	22	R\$ 906,52	R\$19.943,37
Caixa inspeção	unid.	22	R\$ 196,93	R\$11.028,27
Curva 45°	unid.	45	R\$ 44,98	R\$2.024,25
TOTAL GERAL				R\$96.675,77
TOTAL Sem Caixa de Inspeção				R\$85.647,50

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017

Tabela 10: Quantificação previas dos materiais rede de esgoto coletivo-Área sem ocupação residencial

ITENS	UNID	QTD	CUSTO UNITARIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
Tubulação esgoto 150 mm	barras 6m	93	R\$ 133,87	R\$ 12.449,60
Tubulação esgoto 100mm	barras 6m	12	R\$ 51,73	R\$ 620,80
Selim com trava 150 x 100	unid.	15	R\$ 21,95	R\$ 329,25
CAP 100mm	unid.	15	R\$ 6,75	R\$ 101,20
Tampão de ferro fundido - esgoto	unid.	9	R\$ 323,33	R\$ 2.910,00
Poços de Visita (1,7 m)	unid.	9	R\$ 906,52	R\$ 8.158,65
Caixa inspeção	unid.	15	R\$ 196,93	R\$ 2.954,00
Curva 45°	unid.	15	R\$ 44,98	R\$ 674,75
TOTAL GERAL				R\$ 28.198,25
TOTAL Sem Caixa de Inspeção				R\$ 25.244,25

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017

Assim caracterizado, é evidente que os custos com infraestrutura representam grande parte do esboço de projeto, mas deve-se destacar que para quaisquer modelos de esgoto coletivo, este deverá ser executado, portanto é algo indispensável. Destaca-se ainda que o serviço será executado sem custos com mão de obra, para viabilizar a execução, contudo caso o município opte por terceirização, os custos aumentarão significativamente, não sendo aconselhado.

4.7.2 ETE compacta: pré-dimensionamento e parâmetros necessários

O local para implantação da estação, possui ampla área, com aproximadamente 4.500 metros quadrados, onde o local escolhido encontra-se em torno de 80 metros da margem do Rio das Antas, este com 6 metros de largura, e profundidade média de 60 cm. Os dados do Rio, constam em Lucianópolis, 1993, e foram conferidos pelo grupo, com ressalva somente a profundidade, em média 50 cm no trecho circundante ao Loteamento. A localização da estação está de acordo com a legislação ambiental, o que permite estabelecer certeza de licenciamento ambiental, uma vez que para rios de até 10m de largura a distância de proteção mínima em APP, é de 30 m, conforme, BRASIL, 2012, p.2:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

Assim caracterizado, mediante escolha do modelo de sistema de esgotamento sanitário, foram estabelecidas as métricas que o mesmo deve atender, conforme Tabela 11 abaixo:

Tabela 11: Parâmetros para sistema de esgotamento sanitário

TABELA DE PARAMETROS PARA SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITARIO	
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITARIO: ETE COMPACTA	
LOCAL: LOTEAMENTO DAS ANTAS- LUCIANOPOLIS/SP	
PARAMETROS:	
População atendida	355 pessoas
Tipo de esgoto	Domestico
Sistema de ETE Compacta	Estação que receba o esgoto, realizando as quatro fases de tratamento: preliminar, primário, secundário e terciário, com estação elevatória, se necessário para inserção do esgoto no sistema.
Caixa de gordura nas residências	Sim, obrigatoriamente, com descarte correto dos resíduos após limpeza
Padrão das residências	Médio/normal
Disposição dos resíduos pós tratamento	Resíduo tratado para ser despejado em corpo hídrico
Tipo resíduos/corpo hídrico	Classe 3 ¹
Atendimento a legislação ambiental	Normas CONAMA ² e principalmente CETESB ³
Custo de manutenção acessível	Custos viáveis para manutenção, facilidade de consertos e de reposição de peças
Infraestrutura para instalação	Pequenas adaptações ao local, sem grandes intervenções
Operação do sistema	Fácil, sem necessidade e profissionais especializados
Custos	Valores acessíveis ao poder de compra do município
Prazo entrega	Até 120 dias
Dimensões da ETE e de implantação	Adequada ao tamanho da área disponível e legislação segundo BRASIL, 2012
Material ETE	Adequado para projeto de 30 anos.
¹ BRASIL, 2005	
² BRASIL, 2011	
³ SÃO PAULO, 1976	
PRÉ DIMENSIONAMENTO DA ETE COMPACTA ⁴- 355 PESSOAS	
VOLUME ESTIMADO GERADO	46150 l/dia
VOLUME UTIL DO TANQUE SÉPTICO	24169 l/s ou 24,17 m ³ /s
VAZAO MEDIA (Q) (L/S)	0,03
VAZAO MAXIMA (Q MAX) (L/S)	0,06
PRÉ DIMENSIONAMENTO DA ETE COMPACTA ⁴- 400 PESSOAS	
VOLUME ESTIMADO GERADO	52000 l/dia
VOLUME UTIL DO TANQUE SÉPTICO	27094 l/s ou 27,09 m ³ /s
VAZAO MEDIA (Q) (L/S)	0,04
VAZAO MAXIMA (Q MAX) (L/S)	0,07
⁴ NBR 7229/1993(ABNT, 1993)	

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017

Deste modo, com as métricas definidas, foram orçados com empresas especializadas, nos meses de agosto e setembro de 2017, somado aos volumes dimensionados. Neste ponto vale ressaltar a necessidade de adaptação aos modelos comerciais, uma vez que das quinze empresas aos quais foram solicitados orçamentos nenhuma pode atender, com os modelos existentes, ao valor exato populacional, pois todas possuíam produtos com capacidade inferior ou superior ao estabelecido (355 pessoas), sendo o mais comum para 400 pessoas.

Vale ressaltar que cada empresa produz, trabalha e comercializa um tipo de ETE, com sistema de tratamento composto por meios simples ou compostos, mas visando atender aos parâmetros exigidos no esboço do projeto. Quanto ao sistema de desinfecção, cada sistema possui um que se adapta ao modelo comercial da empresa, os que não possuem, já realizam a desinfecção dentro do próprio sistema de tratamento (não possui sistema complementar). Assim temos, a Tabela 12, com modelos de ETE selecionados que atenderam aos parâmetros exigidos, expondo sistema utilizado, população atendida e custos:

Tabela 12: Seleção e Comparativo de ETE Compacta

EMPRESA	SISTEMA	POPULAÇÃO ATENDIDA (HAB)	VALOR (R\$)
EMPRESA 1	Reator UASB + Filtro Biológico Anaeróbio + Clorador	400	84.650,00 ¹
EMPRESA 2	Reator UASB + Tanque de Aeração + Decantador + Clorador	400	140.079,00
EMPRESA 3	Reator UASB + Tanque de Aeração + Decantador+ Clorador	400	142.599,00
EMPRESA 4	Biodisco com decantador lamelar	400	84.352,00
EMPRESA 5	<i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR)	400	298.081,32
EMPRESA 6	Reator Lodo Ativado +Decantador Secundário+ Clorador	400	128.810,00
EMPRESA 7	Reator UASB + Biofiltro Anaeróbio Submerso (alta Taxa)	400	94.000,00

¹ Possibilidade de não uso da Estação Elevatória, neste caso valor será R\$ 72.750,00, as demais não permitem separação ou não utilizam

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017

Vale ressaltar que algumas empresas não atendiam a prazos, padrões de legislação da CETESB para descarte, sistemas com vida útil inferior a 30 anos, sistemas com necessidades de manutenção onerosas ou profissionais especializados e infraestruturas e dimensões de instalações foras do escopo

necessário. Deste modo, foram descartadas da comparação, uma vez que não seriam escolhidas em um processo de aquisição.

Assim exposto, analisando, a escolha ficaria entre as empresas 1 e 4, com vantagem para a primeira, pelo uso de um sistema mais comum, não uso da estação elevatória (visando baratear), uma vez que empresa 4 possui menor preço global, mas com sistema patenteado exclusivo, o que dificultaria manutenção e demais processos diários do serviço público. Deste modo, a empresa 1 reuniu as melhores opções para implantação, com o modelo que possui, com medidas em metros: comprimento: 6,90; altura: 2,85 e diâmetro dos tanques principais: 3,5 e peso de 1800 kg.

Concomitante a escolha do modelo, temos ainda na parte de infraestrutura posterior ao sistema de coleta dos esgotos, pequenas adequações no local de implantação da ETE Compacta. O mesmo é plano, com formato pentagonal, conforme a Figura 55, com área aproximada de 1480 m², não necessita de serviços de nivelamento do solo, além disso a proposta deste trabalho é de uma ETE Compacta que esteja sobre o solo, visando reduzir custos de execução. Neste modelo, seria necessário somente uma fundação, como a área da estação é de aproximadamente 25 m², e com locais de trabalho e manutenção, uma área de 70 m² (retangular com 7x10m) seria suficiente.

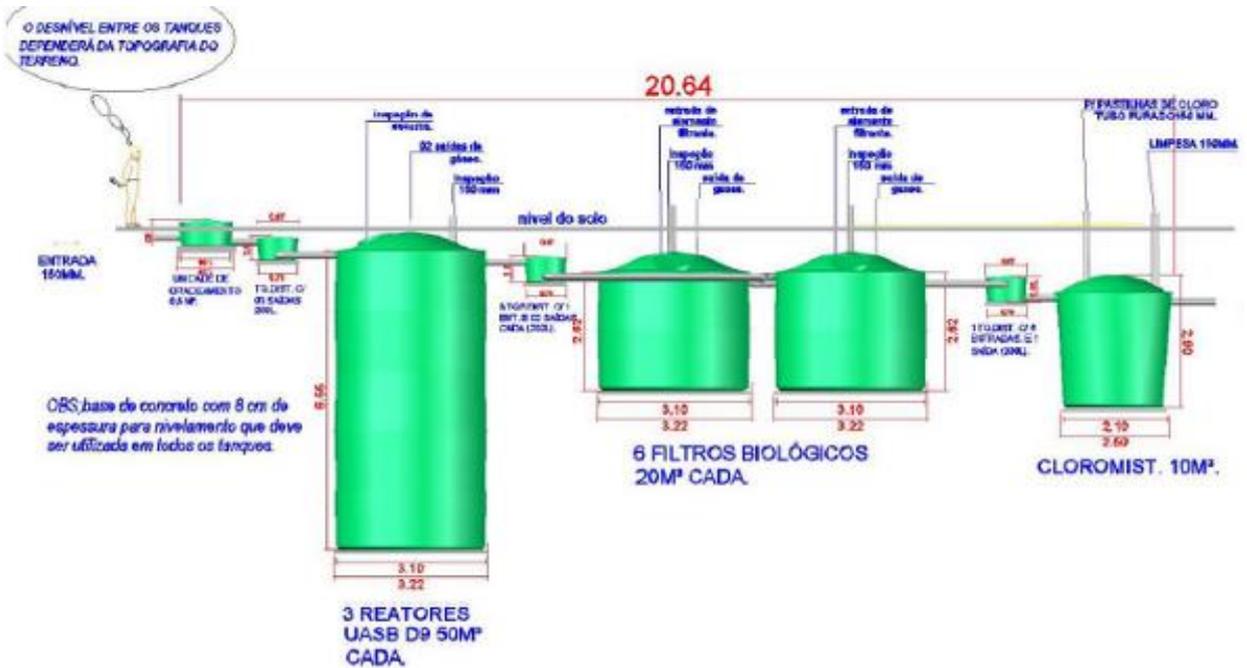
As fundações em solo arenoso, receberão uma carga total prédimensionada (peso da estação, concreto da laje, atribuída 0,15 cm, carga acidental de 3kN/m², mais peso do efluente segundo capacidade de tratamento), em aproximadamente 25kN/m². Visando boas práticas de engenharia e atendimento as normas, este trabalho não realizará orçamento deste item uma vez que não possui comprovações confiáveis da resistência do solo local, assim, na finalização dos custos este item estará sem valores estabelecidos. Vale destacar que existe a possibilidade de usar os tanques sob o solo, contudo foi analisado as dificuldades em manutenção do mesmo, sendo assim excluída a possibilidade. A Figura 56 apresenta exemplo do sistema a ser implantado, só em menores dimensões.

Figura 55: Área Institucional e local de instalação da ETE Compacta (com círculo)



Fonte: Adaptado de GOOGLE, 2017

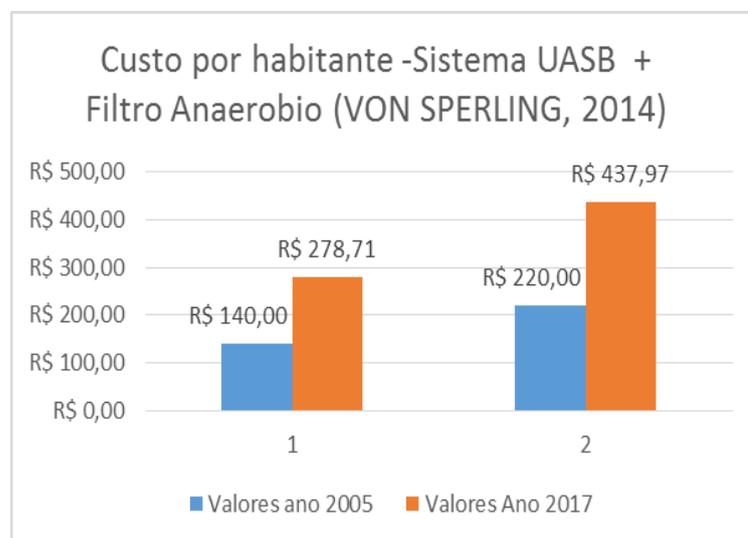
Figura 56: Exemplo de Sistema anaeróbio



Fonte: DELTA SANEAMENTO, 2017a, p.5

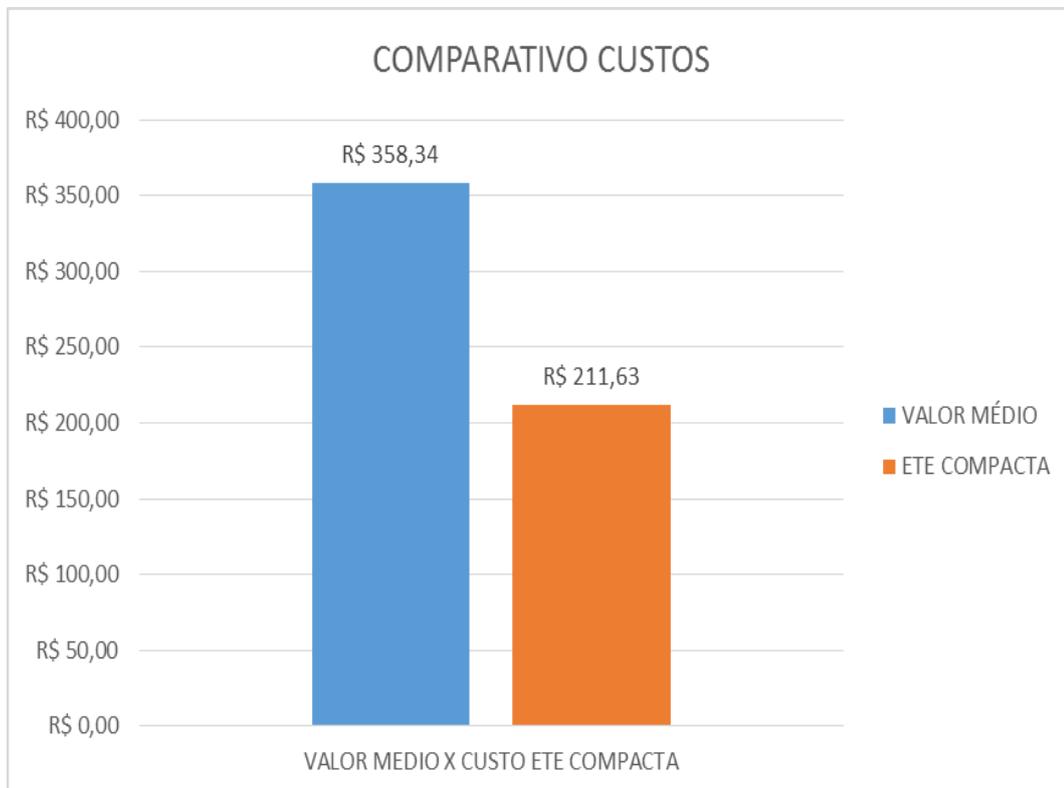
O custo por habitante obtido neste trabalho é de R\$ 211,62, traçando um comparativo segundo dados de Von Sperling, 2014, os valores médios variam de R\$ 140 a 220, por habitante, com valores de 2005. Para permitir uma comparação os valores foram corrigidos, segundo índice IPCA-E, medido pelo IBGE, por ser considerado o índice oficial de inflação (BRASIL, 2017), referente ao mês de junho de 2017, sendo estabelecidos em (R\$): 278,71 – 437,97, com valor médio de R\$ 358,34. As Figuras 57 e 58 expõem graficamente os valores.

Figura 57: Comparativo de custos, primários (2005) e corrigidos (2017)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

Figura 58: Comparativos de custos médios (valores corrigidos (VON SPERLING, 2014) x valores ETE Compacta (2017)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

Assim caracterizado o valor obtido ficou extremamente fora da média e do valor mínimo, com sobrepreços respectivos de 24,07% e 51,68% (valores mínimo e máximo) e 40,94% do preço médio, mas com a mesma magnitude. Este sobrepreço é contudo extremamente favorável, tendo em vista que significa uma economia nos valores presentes na literatura, o que demonstra que podemos entender a discrepância devido ao período de análise do autor, com mais de uma década e juntamente ao barateamento dos modelos de ETE Compacta, dos materiais utilizados, juntamente com o desenvolvimento de novas tecnologias e maior uso dos sistemas compactos em caráter industrial e condominal, concomitante as legislações pertinentes mais exigentes. Deste modo, mediante a análise do modelo proposto de ETE Compacta, custos com infraestrutura, permite-se estabelecer valores globais prévios deste esboço de projeto, com variações de composição, sendo exposto no conforme Tabela 13, permitindo a escolha e os exposição dos parâmetros do mesmo.

Tabela 13: Pré-orçamento da SES do Loteamento das Antas área com população residente, em Lucianópolis/SP

Descrição itens	Custos (R\$)
Sistema Esgotamento Coletivo- Infraestrutura de rede coletora-Área com ocupação	85.647,50
Sistema Esgotamento Coletivo- Infraestrutura de rede coletora-Área sem ocupação	25.244,25
ETE compacta, sem estação elevatória	72.750,00
ETE compacta, com estação elevatória	84.650,00
1-Total, desconsiderando serviços de proteção lateral, fundações e demais adequações (com e sem ocupação, com estação elevatória)	195.541,75
2-Total, desconsiderando serviços de proteção lateral, fundações e demais adequações (somente com ocupação, implantação imediata, com estação elevatória)	170.297,50
3-Total, desconsiderando serviços de proteção lateral, fundações e demais adequações (com e sem ocupação, sem estação elevatória)	183.641,75
4- Total, desconsiderando serviços de proteção lateral, fundações e demais adequações (somente com ocupação, implantação imediata, sem estação elevatória)	158.397,50

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017

Os custos globais expostos, foram demonstrados para estabelecer a escolha do escopo preliminar do pré-projeto. Para atender as necessidades, o mais viável financeiramente, é o total 4, aproximadamente R\$ 159 mil, uma vez que deixa a área de expansão sem infraestrutura e tratamento, destacando que em uma próxima etapa da obra, somente a infraestrutura será necessária, pois a ETE Compacta, possui capacidade para atendimento. Destaca-se ainda que a ETE representa 45,9% do custo, com o restante para a infraestrutura. O uso da estação elevatória no esboço de projeto, pode ser fundamentada pelos pequenos desníveis locais, contudo, seu uso foi descartado, uma vez que após verificação do local, constatou-se que pequenos serviços de movimentação de solo, podem corrigir o problema, sob a orientação e supervisão do engenheiro do Município, com equipamentos e funcionários do setor de obras municipais.

Temos ainda que verificar os custos de manutenção e operação do sistema escolhido, sem custos com pessoal, tendo em vista o uso de funcionários já existentes da administração pública municipal, onde segundo dados do fabricante de consumo dos equipamentos (energia e pastilhas de cloro) o custo médio é de

R\$34,25 Hab.ano. Vale ressaltar que com relação a limpeza, com retirada do lodo a cada 6 meses, poderá ser depositada em aterro, com produção de lodos, estimados segundo GAVIÃO PEIXOTO, 2015; MEDEIROS FILHO, 2009b, de 2 a 4,8 Kg.dia, valores para a capacidade máxima, para a população atual em torno de 160 pessoas, os valores são 0,90 e 2,16 Kg.dia. Este resíduo, classificado como Classe II-A (NOZELA, 2014), pode ser descartado em aterro ao custo estimado pelos autores, por semestre de, para o valor médio de 1,53 Kg.dia, R\$30,00. Deste modo, o custo total anual, caso não seja reaproveitado os lodos, visando educação ambiental (compostagem por exemplo), de aproximadamente R\$35,00 Hab.ano. A mão de obra não foi computada, uma vez que será realizada por funcionários já existentes o quadro de funcionários do Município. Assim exposto os valores poderão ser facilmente supridos pelo Município, e se for necessário poderá ser inserido nos valores do Imposto Territorial e Predial Urbano- IPTU, que neste município é extremamente baixo.

A fonte de recursos para implantação do sistema, poderá ser obtida, mediante diversos fundos, tais como (LUCIANOPOLIS, 2011):

- Apresentação de Projeto ao Fundo Nacional de Saneamento (FUNASA);
- Apresentação de Projeto ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos-FEHIDRO, do Governo do Estado de São Paulo;
- Solicitação de Recursos ao Governo Estadual (parcerias/empréstimos ou fundo perdido);
- Solicitação de Recursos ao Governo Federal (parcerias/ empréstimos ou fundo perdido);
- Parcerias Público Privadas (PPP);
- Emendas Parlamentares;
- Recursos Próprios Municipais (total ou em parceria);

A sugestão deste trabalho é uma procura em dois pontos principais, a primeira na obtenção de recursos mediante os meios citados para a infraestrutura da rede de coleta (sem recursos próprios), devido as obrigações legais das esferas estadual e federal e outra com recursos próprios ou emendas parlamentares a aquisição do sistema de esgotamento sanitário. Destaca-se que o prazo estabelecido, será contado a partir do procedimento licitatório finalizado, visando o início das obras. Para os meios citados, vale destacar que o município possui Plano

Municipal de Saneamento, aprovado no ano de 2012, um princípio para recebimento de investimento de recursos federais (TRATABRASIL, 2017b). Todavia, a adesão a programas da FUNASA e FEHIDRO, costumam ser morosos e não atenderiam ao prazo estabelecido. Assim temos como meios de financiamento principais: primeiramente recurso próprios ou empréstimos subsidiados nas esferas estaduais e federais ou em fundo perdido (CAIXA, Banco Nacional do Desenvolvimento-BNDES, etc), além de emendas parlamentares, algo que costuma ser ágil e não depende de fatores técnicos de engenharia e sim aspectos políticos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Indubitavelmente o saneamento básico é um direito da população, muitos dos quais não são cumpridos e causam diversos malefícios a sociedade, neste caso aliado a saúde pública e ao meio ambiente. A solução para os efluentes gerados no Loteamento das Antas em Lucianópolis/SP, passa por décadas de obtusidade dos poderes públicos e dos órgãos fiscalizadores. Quanto ao local, sua regularidade junto aos órgãos só ocorreu devida a legislação da época, mais branda, uma vez que a localização e projeto original existente do empreendimento nos dias atuais, dificilmente teria aprovação, já que possui grande área de APP, corpo hídrico, áreas de mananciais, somado a uma grande quantidade de águas subterrâneas, concomitante aos meios de saneamento presentes sem sepsia, gerando o problema cerne deste trabalho.

Os estudos realizados, somados aos dados coletados e demais variáveis do esboço de projeto, levaram a um SES extremamente viável a realidade do local, com atendimento pleno as necessidades da população na tríade socioambiental e saúde pública, que somada a água potável da rede concessionária, em obra a ser executada segundo contrato de concessão, permitirá cumprimento dos direitos básicos. O SES escolhido, uma ETE Compacta, atendeu a todos os quesitos estabelecidos (técnico, econômico, socioambiental, jurídica administrativa e tempo de execução/viabilidade a curto prazo). Quanto a parte mais onerosa, a infraestrutura da rede coletora, deve-se destacar que esta não é exclusiva ao SES coletivo escolhido, uma vez que teria que ocorrer para qualquer modelo coletivo. Deste modo as obras de infraestrutura permitirão, em parceria com a SES, a curto prazo, zerar a inserção de contaminação diária, com disposição do resíduo sem riscos ambientais ao corpo hídrico do local e permitirá proteção a área e consequentemente aos recursos naturais disponíveis. Quanto ao pré-dimensionamento das redes coletoras e do SES, todos atenderam as normas e legislações vigentes e se mostraram viáveis, principalmente pelo uso da mão de obra e máquinas municipais, barateando os custos globais, e somado aos meios de financiamento, que se mostram viáveis para a realidade deste município, conhecido pela austeridade e administração competente. A SES, possui um custo de manutenção baixo, uma vez que a mão de obra também será da equipe existente,

facilmente absorvido pelo município, contudo, se houver necessidade futura, pequenas correções nos impostos serão suficientes.

Assim caracterizado, para a execução deste esboço de projeto, mediante sua viabilidade econômica, passa pelo empenho da administração pública, em realizar os estudos técnicos pertinentes, visando confirmar os realizados pelo trabalho (levantamento topográfico e análise solo do local de implantação) e principalmente, o gestor público estabelecer critérios orçamentários para obtenção dos recursos, conforme proposto neste trabalho ou por outros meios cabíveis.

Como trabalho futuro, ficam alguns pontos, tais como: verificação de acionamento judicial contra a empresa concessionária, visando apoio na gestão da SES ou ressarcimento parcial ou total pela obra; estudo técnico detalhado para implantação da rede coletora na área de expansão do Loteamento tendo em vista a necessidade de travessia em APP; possibilidade de reaproveitamento dos lodos, através da produção de agregados leves e cimento, em fabricação de tijolos e cerâmicas, mediante execução de recuperação de solos degradados, e compostagem, pois, apesar da pequena quantidade gerada, estes estudos visam educação ambiental, sustentabilidade e estabelecimento de um modelo e política ambiental ao município, (visando por exemplo o Programa Município Verde Azul, com obtenção de recursos posteriores) além de pequena economia de recursos com envio a aterros e posterior reuso/revitalização em áreas verdes locais ou do município, com materiais e paisagismo, conforme FERNANDES; SILVA,1999; CANZIANI *et.al*, 1999 REVISTA RURAL, 2005; PAREDES FILHO,2011; CORREA; FONSECA; CORREA, 2007; GODOY, 2013; MARQUES, 2014 e MENDONÇA, 2016.

REFERÊNCIAS

ABAS- Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Educação**. 2017. Disponível em: < <http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em 27 ago.2017.

ABNT-Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 9649. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. 1986. Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/61140925/NBR-9649-Projeto-de-Redes-Coletoras-de-Esgoto>>. Acesso em 27 ago. 2017.

ABNT-Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 7229. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. 1993. Disponível em: < https://acguasana.com.br/legislacao/nbr_7229.pdf>. Acesso em 01 set. 2017.

ABNT-Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 13969. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. 1997. Disponível em: < https://acguasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf>. Acesso em 09 set. 2017.

ABNT-Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 8160.Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução**. 1999. Disponível em: < http://fauufrjatelierintegrado1.weebly.com/uploads/1/2/5/9/12591367/nbr_8160.pdf>. Acesso em 27 ago. 2017.

ABNT-Associação Brasileira de Normas técnicas. **NBR 12721- Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios**. 2005. Disponível em: < <https://central3.to.gov.br/arquivo/176706/>>. Acesso em 27 ago. 2017.

ACHAVAL, L. S. **Desenvolvimento e avaliação de um protótipo de estação compacta para tratamento de esgotos em unidades residenciais unifamiliares**.2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Disponível em:< <http://repositorio.unb.br/handle/10482/16826>>. Acesso em 27 ago.2017.

AEAM- Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Maringá. **CREA alerta sobre Construções Irregulares de Fossas Domésticas**. 2012. Disponível em:<<http://www.aeam.eng.br/noticia/id/38>>. Acesso em: 01 set. 2017.

BARROS, H. B. de; FIEDLER, R. A. **Análise e seleção de sistemas compactos de tratamento de esgoto doméstico**. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em:< <http://pessoal.utfpr.edu.br/nagalli/arquivos/TCEDatualizadoerevisado.pdf>>. Acesso em 23 ago.2017.

BARROS, H. B. de. **Sistema auxiliar a projetos de estações de tratamento de esgotos compactas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2013. Disponível em <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/587/1/CT_PPGECC_M_Barros%2C%20H%C3%A9lio%20Botto%20de_2013.pdf>. Acesso em 20 ago. 2017.

BARROS, R. **A história do saneamento básico no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.aegea.com.br/portfolios/a-historia-do-saneamento-basico-no-brasil/>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

BRAGA, B. *et.al.* **Introdução à engenharia ambiental: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 11 jun. 2017.

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 11 jun. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA. **Resolução Nº357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Processos de tratamento de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 1 / Ministério das Cidades**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008. Disponível em: <<http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/07/ES-PTE.1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida**

Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.2012. Disponível em:<
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 06 set. 2017.

BRASIL. **Sistema nacional de informações sobre saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos.** 2014. Brasília: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental–SNSA, 2016. Disponível em: <
http://www.epsjv.fiocruz.br/upload/Diagnostico_AE2014.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

BRASIL. Portal Brasil. **Coleta de esgoto cresce 30% no Brasil em uma década.** 2016. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/02/rede-de-coleta-de-esgoto-cresceu-30-no-brasil-em-dez-anos>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

BRASIL. Portal Brasil. **Inflação oficial atinge o menor valor em 12 meses desde 1999.** 2017. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/08/inflacao-oficial-atinge-o-menor-valor-em-12-meses-desde-1999>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

BORTOLUZZI, O.R.DOS.S. **A poluição dos solos e águas pelos resíduos de óleo de cozinha.** 2011. Dissertação (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Goiás. Disponível em:<http://bdm.unb.br/bitstream/10483/1754/1/2011_OdeteRoselidosSantosBortoluzzi.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2017.

CANZIANI, J. R. F. *et.al.* **Análise Econômica para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto da ETE-Belém.** SANARE. Curitiba/PR, 1999, v. 11. Disponível em:<
http://www.sanepar.com.br/sanepar/gecip/revistas_periodicos/lodo_esgoto/economicidade_sanare_canziani.pdf>. Acesso em: 05 out.2017.

CASTRO E SILVA, P. **Desempenho de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente como unidade de tratamento para efluente da suinocultura.** Dissertação(Mestrado em Gestão de Resíduos e Efluentes) Lavras/MG. UFLA, 2014. Disponível em: <
http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4492/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Desempenho%20de%20um%20filtro%20anaer%C3%B3bio%20de%20fluxo%20ascendente%20como%20unidade%20de%20tratamento%20para.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2017.

CESAN. **CESAN alerta sobre descarte correto de dejetos para evitar retorno de esgoto.** 2016. Disponível em:< <https://www.cesan.com.br/noticias/cesan-alerta-sobre-descarte-correto-de-dejetos-para-evitar-retorno-de-esgoto/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

CHAVES, S. R. M. **Influência da temperatura e do tempo de permanência sobre o desempenho de reatores UASB tratando esgoto sanitário** 2015. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil e Ambiental.). Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande- PB. Disponível em:<

http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_517.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2017.

CHERNICHARO, C. A. de L. **Princípios do tratamento biológico de águas Residuárias**. Belo Horizonte: v.5. DESA/UFMG, 1997.

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Poluição das águas subterrâneas**.2017.Disponível em:
<<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/poluicao-das-aguas-subterraneas/>>. Acesso em:01 set. 2017.

CIDADE-BRASIL. **Município de Lucianópolis**. 2017. Disponível em:
<<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-lucianopolis.html> >. Acesso em: 23 fev. 2017.

CORRÊA, R.S; FONSECA, Y. M. F.; CORRÊA, A. S. Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola. Ambiental**. vol.11 nº.4 Campina Grande/PB. Julho/Agosto. 2007. Disponível em :<
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000400012>. Acesso em: 05 set. 2017

COSTA, A.P. **Estudo de tecnologias sociais visando o tratamento do esgoto doméstico de unidade unifamiliar- Assentamento Nova São Carlos- São Carlos/SP**. Dissertação (Graduação em Engenharia Ambiental). USP/São Carlos. 2014. Disponível em:< <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-10032015-100121/?&lang=br> >. Acesso em: 01 set. 2017.

COSTA, C. C. da; GUILHOTO, J. J.M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestor.2014. **Revista Eng. Sanit. Ambient**. Edição Especial - 2014. p. 51-60. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/esa/v19nspe/1413-4152-esa-19-spe-0051.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2017

DIEESE. **Visão geral dos serviços de água e esgotamento sanitário no Brasil**. 2016. Disponível em: <
<http://www.dieese.org.br/estudosepesquisas/2016/estPesq82Saneamento.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

DELTA SANEAMENTO. **Estações Compactas de Tratamento de Esgoto -ECTE**. 2017a. Disponível em:
<<http://www.deltasaneamento.com.br/media/file/ETE-Estacao-de-Tratamento-de-Esgoto.pdf>>.Acesso em: 05 out.2017.

DELTA SANEAMENTO. **Desinfecção-Tanques de Cloração**. 2017b. Disponível em: < <http://www.deltasaneamento.com.br/pagina/desinfeccao-tanque-de-cloracao>>.Acesso em: 05 out.2017.

DRM- Departamento de Recursos Minerais. **Águas subterrâneas**. 2014. Disponível em:<<http://www.drm.rj.gov.br/index.php/areas-de-atuacao/3-aguassubterraneas>>. Acesso em: 01 set. 2017.

DUARTINA. **Serviço Registral da Comarca de Duartina- Ofício 16/97- Registro do Loteamento “Chácara de Lazer das Antas”**. 1997. Duartina/SP.

ECO CASA. **Efluentes industriais**. 2014. Disponível em :<
<http://www.ecocasa.com.br/efluentes-industriais>>. Acesso em: 24 set. 2017.

FEITOSA N. B.; MEDEIROS FILHO, C.F. **Abastecimento de água no meio rural- quantidade de água necessária**. 2009. Disponível em: <
<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/A5.html>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

FELIPE, A.L. da S. **Topografia convencional na aferição de áreas obtidas por georreferenciamento e Google Earth**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UNESP/Botucatu/SP. 2015. Disponível em:<
<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/132115/000853186.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y>>. Acesso em 05 set. 2017.

FERNANDES. F.; SILVA, S.M.C.P.da. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. UEL (Universidade de Londrina). Londrina/PR.1999. PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Disponível em :<
https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf>. Acesso em: 05 set. 2017.

FLORIANOPOLIS. **Resíduos de caixa de gordura**. 2017. Disponível em:<
<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php?cms=residuos+de+caixa+de+gordura&menu=5>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

GALBIATI, A.F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2009. Disponível em:
<<https://sistemas.ufms.br/sigpos/portal/trabalhos/download/319/cursold:33>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

GASPERI, R.DE L. P.DE. **Caracterização de resíduos de caixas de gordura e avaliação da flotação como alternativa para o pré-tratamento**. 2012.Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa de Engenharia Hidráulica e Saneamento). USP/São Carlos. Disponível em:<www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-12062013-145456/publico/Renata_Degasperi_2012.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2017.

GAVIÃO PEIXOTO. **Memorial descritivo e de cálculo- Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário Município de Gavião Peixoto -SP**. 2015. Disponível em:<www.gaviaopeixoto.sp.gov.br/files/licitacoes/149_12804.pdf>. Acesso em: 05 out.2017.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GODOY, L.C. A Logística na destinação do lodo de esgoto. **Revista Científica Online Tecnologia – Gestão – Humanismo**. v.2; n1. 2013. Disponível

em:<<http://www.fatecguaratingueta.edu.br/revista/index.php/RCO-TGH/article/download/43/26>>. Acesso em: 05 out.2017.

GOMES, *et al.* **A questão do descarte de óleos e gorduras vegetais hidrogenadas residuais em indústrias alimentícias.** XXXIII Encontro nacional de engenharia de produção. Salvador/BA. 2013. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_185_056_22083.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2017.

GOOGLE. Google Earth. Versão 7.3.0.3852. 2017.**Lucianópolis.** Disponível em: <<https://www.google.com/earth/download/thanks.html>>. Acesso em: 05 ago. 2017.

HAHN, C. B. **Verificação do grau de comprometimento do lençol freático causado pelo lançamento de efluentes provenientes de um sistema de tratamento de águas negras.** Dissertação (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). 2007. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC/SC. Florianópolis/SC. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124426/136.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 01 set. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas populacionais-1993.** 1993. Disponível em:<ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_1993/estimativa_populacao_1993.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2017

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse Censo 2010.** 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=11&uf=00>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios. Banco de dados agregados (PNAD).** 2011. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/pnadpb.asp?o=3&i=P>. Acesso em: 11 jun. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades- Lucianópolis.** 2016a. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3527504>>. Acesso em: 28 fev. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2016.** 2016b. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/9497-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-em-2016.html>>. Acesso em:13 ago. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Cidades- Sínteses de Informações.** 2016c. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&order=dado&dir=desc>>. Acesso em 13 ago. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de população- Anos 2008 a 2017**. 2017a. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm>. Acesso em: 31 ago. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População e demografia**. 2017b. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=CD91>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

JORDÃO, E. P.e PESSÔA, C. A., **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 8ª edição, Editora ABES. Rio de Janeiro, 2017.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LARROZA, S.F. **Proteção da água subterrânea freática na área urbana rural de NEU Halbstadt (Chaco-Paraguai)**. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia). USP/São Paulo. 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-22102015-135113/pt-br.php>>. Acesso em: 01 set. 2017.

LEITE, F. **Metade da população brasileira não tem coleta de esgoto**. 2016. Jornal O Estado de São Paulo - Edição online. Disponível em: <<http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,metade-da-populacao-nao-tem-coleta-de-esgoto,10000021434>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

LOPES, E.M. **Dimensionamento de uma estação compacta de tratamento de esgoto para o município de Santo Cristo (RS)**. 2017. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil). UNIJUI/RS. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4476/Edivandro%20Moreira%20Lopes.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

LUCIANOPOLIS. **Declaração do PML 52/91. Aprova implantação do Loteamento das Antas**. 1993a. Lucianópolis/SP.

LUCIANOPOLIS. **Lei Nº 943 de 26 de março de 1993. Declara Zona Urbanizável a área que especifica, para implantação de chácaras de Recreio**. 1993b. Lucianópolis/SP.

LUCIANOPOLIS. **Mapa Loteamento das Antas. Mapa do Processo GRAPOHAB/ 1993- Certificado 248/1994**. 1993c. Lucianópolis/SP.

LUCIANOPOLIS. **PML 52/91. Aprova implantação do Loteamento das Antas- GRAPOHAB**. 1994a. Lucianópolis/SP.

LUCIANOPOLIS. **Certidão 05/1994. Certifica a autorização do Empreendimento Loteamento das Antas e que se encontra em zona urbanizável**. 1994b. Lucianópolis/SP.

LUCIANOPOLIS. **Plano Municipal de Saneamento- Município: Lucianópolis/SP.** 2011. Lucianópolis/SP.

LUCIANOPOLIS. **Convênio de cooperação que celebram o estado de São Paulo, por intermédio da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, e o município de Lucianópolis, visando à gestão associada dos serviços de saneamento básico, com a delegação, ao estado, das competências municipais de regulação, inclusive tarifária, e de fiscalização dos serviços, e autorizando a sua execução pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, por intermédio de contrato de programa.** 2012. Lucianópolis/SP.

LUCIANOPOLIS. **Requerimento 1387/2017. Solicitação da quantidade de residências regularmente registradas no Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP.** 2017a. Lucianópolis/SP.

LUCIANOPOLIS. **Solicitação de Esclarecimentos- Questionário sobre qualidade das águas consumidas nas residências do Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP.** 2017b. Lucianópolis/SP.

MACHADO, R. M. G. **Estudo da associação em série de reator UASB e filtros anaeróbios para o tratamento de esgotos sanitários.** 1997. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte/MG. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/610M.PDF>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

MARQUES, A.C.F. Viabilidade de microrganismos patogênicos no processo de compostagem do lodo de esgoto doméstico. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais.** v. 2, n. 2 (2014). Disponível em :<<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/12796>>. Acesso em: 05 set. 2017.

MARTINETTI, T.H; SHIMBO, I ; TEIXEIRA, B.A.N. **Análise de alternativas mais sustentáveis para Tratamento local de efluentes sanitários Residenciais.** 2007. Anais- IV Encontro Nacional e II Encontro Latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Disponível em: < http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_019.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2017.

MEDEIROS FILHO, C.F. **Evolução dos Sistemas de Esgotamento.** 2009a. Disponível em: < <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Historia.html> >. Acesso em: 26 fev. 2017.

MEDEIROS FILHO, C. F. de. **Reatores " U A S B "** .2009b - Disponível em:<<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/UASB01.html>>. Acesso em: 05 out.2017.

MENDONÇA, S.R. **Sistemas Sustentáveis de esgotos: orientações técnicas para projeto e dimensionamento de redes coletoras, emissários, canais, estações elevatórias, tratamento e reuso na agricultura.** São Paulo: Blucher. 2016.

MESQUITA, R.A.S. *et al.* **A importância das áreas de preservação permanente (APP's)**. 2010. Disponível em: < http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2010-1/3-periodo/A_importancia_das_areas_de_preservacao_permanete.pdf>. Acesso em: 06 set. 2017.

METCALF, E & EDDY. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MORAIS, J.C. **Avaliação da eficiência e dos problemas operacionais de uma estação de tratamento de esgotos ao longo de 13 anos de monitoramento**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil.). Universidade Federal de Pernambuco – Recife/PB. Disponível em: < http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5330/arquivo2436_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y >. Acesso em: 28 ago. 2017

MUTTI, P.R. **Avaliação dos princípios da adoção de sistemas de Esgotamento sanitário do tipo separador absoluto ou unitário em áreas urbanas de clima tropical**. Dissertação (Graduação em Engenharia Ambiental). UFRJ/RJ. 2015. Disponível em: < <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014914.pdf> > Acesso em: 19 ago. 2017.

NAKAYAMA, P. T. **Dimensionamento de Redes de Esgoto**. [1998?]. Faculdade de Engenharia de São Paulo- FESP. Disponível em: < <https://docgo.org/dimensionamento-da-rede-esgotos-pdf>> Acesso em: 04 set. 2017.

NORO, E.A. **Sistema combinado de esgotamento sanitário: Alternativa viabilizadora de sistemas de Esgotos**. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) UFRGS/RS. 2012. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/63204/000861997.pdf?sequence=1>> Acesso em: 19 ago. 2017.

NOZELA, W.C. **Caracterização do lodo de esgoto, após desaguamento e secagem térmica, da Estação de Tratamento de Esgoto de Araraquara/SP**. Dissertação (Mestrado em Química). UNESP/Araraquara/SP. 2014. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/124485/000820011.pdf?sequence=1>>. Acesso: em 05 out.2017.

OLIVEIRA, S. V. W. B. de. **Modelo para tomada de decisão na escolha de sistema de tratamento de esgoto sanitário**. Dissertação (Tese Doutorado em Administração) USP/SP. 2004. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-19092006-125541/pt-br.php>> Acesso em: 26 fev. 2017.

ONU- Organização das Nações Unidas. **O direito a água e saneamento**. 2015. Disponível em: < http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf> Acesso em: 10 jun. 2017.

OZ ENGENHARIA. **OZ Engenharia Vence Projeto Sustentabilidade ISTOÉ** . 2013. Disponível em :<<http://www.ozengenharia.com.br/blog/tag/tratamento-de-efluentes/>>. Acesso em: 24 set. 2017.

PAREDES FILHO, M. V. **Compostagem de lodo de esgoto para uso agrícola**. Revista Agroambiental – v.3, p.73-80. Edição- Dezembro/2011. Disponível em :<<https://doi.org/10.18406/2316-1817v3n32011364>>. Acesso em: 05 set. 2017.

PEREIRA, L. da S.; PAMBOUKIAN, S. V. D. **Utilização de ferramentas e serviços Google para o desenvolvimento de projetos de engenharia, arquitetura e urbanismo**. 2015. (Trabalho de Iniciação Científica). Universidade Mackenzie/SP. Disponível em: <http://labgeo.mackenzie.br/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/2015/Utilizacao_de_ferramentas_e_servicos_Google_para_o_desenvolvimento_de_projetos_de_Engenharia_Arquitetura_e_Urbanismo.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

PESTANA, M.;GANGHIS, D. **Tratamento de efluentes**. [2009.?]. Disponível em: <www.ifba.edu.br/professores/diogenesgaghis/TE_Tratamento%20de%20Efluentes/Apostila%20Tratamento%20de%20Efluentes.doc>. Acesso em: 20 ago. 2017.

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Ranking IDHM Municípios 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>> Acesso em 01 mar. de 2017.

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Ranking IDH Global 2014**. 2015. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idh-global.html>> Acesso em: 27 fev. 2017.

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Desenvolvimento humano e IDH** .2017. Disponível em:<<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0.html>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

PAULI, D. R. **O saneamento no Brasil**. 2011. Disponível em: <http://proclima.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/28/2014/11/1sabesp_saneamento_brasil_abes2011.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2017.

REVISTA EM DISCUSSÃO. Importância das áreas de preservação permanente. **Revista de audiência públicas do Senado Federal**. Ano 2. Nº 9. Dezembro de 2011. Disponível em:<<https://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/codigo-florestal/areas-de-preservacao-permanente/importancia-das-areas-de-preservacao-permanente.aspx>>. Acesso em: 06 set. 2017.

REVISTA RURAL. **Compostagem - O adubo que vem do esgoto**. 2005. Revista Rural- *On line*. Disponível em :< <http://www.revistarural.com.br/edicoes/item/5471-compostagem-o-adubo-que-vem-do-esgoto>>. Acesso em: 05 set. 2017.

REVISTA TAE. **Fossa séptica protege o solo e a água da contaminação**.2011. Disponível em:<<http://www.revistatae.com.br/2779-noticias>>. Acesso em: 01 set. 2017.

REVISTA TAE. **Desinfecção de água e efluentes com raios ultravioleta**. 2013. Disponível em :< <http://www.revistatae.com.br/6102-noticias>>. Acesso em: 24 set. 2017.

RIBEIRO, J. C. **Avaliação de uma estação compacta de tratamento de esgoto sanitário composta por reator UASB - biofiltro aerado submerso**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Faculdade de Engenharia de Bauru. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Disponível em:< https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143798/ribeiro_jc_me_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em 27 ago.2017.

SABESP. **Norma Técnica SABESP- NTS 025**.2006.Disponível em:< www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts025.pdf>. Acesso em: 04 set.2017.

SABESP. **Relatório anual de qualidade das águas 2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/calandraweb/toq/2012/Lucianopolis.pdf>> . Acesso em: 25 fev. 2017.

SABESP. **Norma Técnica SABESP- NTS 217**.2015.Disponível em:<<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/Nts217.pdf>>. Acesso em: 29 ago.2017.

SABESP. **Caixa retentora de gordura**. 2016. Disponível em:< <http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaold=65&id=7188>>. Acesso em: 29 ago.2017.

SANTIAGO, A.da F. **Sistema condominal de coleta de esgoto e tratamento em decanto-digestor seguido de alagados construídos. Estudo de caso: município de Nova Redenção-BA**. Dissertação(mestrado em Engenharia Hidráulica e de Saneamento). USP/São Carlos. São Carlos/SP. 2008. Disponível em: < www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-27022009-154750/publico/SANTIAGO_2008.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2017.

SANTOS, A. S.P. **A Importância do Tratamento dos Esgotos**.2013. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2013/06/A-Import%C3%A2ncia-do-Tratamento-de-Esgotos.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

SÃO PAULO. **Decreto Nº 8.468, de 08 de setembro de 1976. Regulamento da lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente**. 1976. Disponível em: < http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/decretos/1976_Dec_Est_8468.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2017.

SÃO PAULO. Secretaria de Habitação. **Pesquisa de Protocolos GRAPOHAB**. 2017. Disponível em:<
<http://www.habitacao.sp.gov.br/graprohab/PesquisaProtocoloGraprohab.aspx>> .
 Acesso em: 05 set.2017.

SÃO PAULOTUR. **Lucianópolis**. 2017. Disponível em: <
<http://www.saopaulo.tur.br/lucianopolis>>. Acesso em: 23 fev. 2017.

SEGUNDO, J. F. B.; BIZERRA, A. M. C.. **Minimizando impactos ambientais: reaproveitamento de óleos e gorduras residuais transformando-os em fonte de limpeza**. 2013. IX congresso de Iniciação Científica IFRN. Disponível em:<
<http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/1360/240>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

SILVA; C.E da. **Sistema de lodos ativados**. 2007. Disponível em: <
<http://jararaca.ufsm.br/websites/ces/download/A4.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

SILVA, A.C. *et al.* Impacto físico-químico da deposição de esgotos em fossas sobre as águas de aquífero freático em Ji-Paraná- RO. **REA - Revista de estudos ambientais (Online)**. v.11, n. 2, p. 101-112, jul./dez. 2009
 Disponível em:< <http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rea/article/viewFile/1569/1202>
 >. Acesso em: 01 set.

SILVA, A. P. da *et al.* **Investigação da ocorrência de elevado número de intoxicação de origem não esclarecida no município de Porto Seguro, Bahia**. Cad. Saúde Colet..2011.Rio de Janeiro/RJ. Disponível em:<http://iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_4/artigos/csc_v19n4_493-497.pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

SILVA; D. F. da; MOREJON, C.F.M.; LESS, F.R. Prospecção do panorama do saneamento rural e urbano no Brasil. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient. E** - ISSN 1517-1256, V. Especial, maio, 2014. Disponível em: <
<https://www.seer.furg.br/remea/article/view/4449/2800>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

SILVA, D.D. da, *et al.* Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Revista Eng Sanit Ambient** . v.19 n.1. jan/mar 2014; p. 43-52. Disponível em:<
<http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n1/1413-4152-esa-19-01-00043.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2017.

SILVA, J. A. **Nova configuração de um reator anaeróbio/aeróbio compartimentado para o tratamento de esgoto sanitário de baixa carga**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Faculdade de Engenharia de Bauru. 2015. Disponível em:<
<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/124065/000829007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 27 ago.2017.

SNIS- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-. **SNIS- Série Histórica- Lucianópolis/SP**. 2017. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em 26 fev. de 2017

SOUSA, F. S. de. **O saneamento básico na história da humanidade**. 2009. Disponível em: <http://www.senado.leg.br/comissoes/ci/ap/AP20091130_FranciscodeAssisSalviano deSousa.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2017.

SOUZA, M.S.de. **Meio ambiente urbano e saneamento básico**. 2002. Mercator – Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002 Disponível em <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewFile/194/160>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

TECNOSAE. **Fossa Séptica**. 2017. Disponível em: <<http://www.tecnosane.com.br/?product=fossa-septica>>. Acesso em: 26 ago. 2017

TRATABRASIL. **Situação saneamento no Brasil**. 2016a. disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

TRATABRASIL. **Óleo de cozinha é o vilão dos entupimentos hidráulicos em casas, bares e restaurantes**. 2016b. Disponível em:< <http://tratabrasil.org.br/oleo-de-cozinha-e-o-vilao-dos-entupimentos-hidraulicos-em-casas-bares-e-restaurantes>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

TRATABRASIL. **Situação saneamento no Brasil-bakup**. 2017a. disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil-bakup>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

TRATABRASIL. **Diagnóstico da situação dos Planos Municipais de Saneamento Básico e da Regulação dos Serviços nas 100 maiores cidades brasileiras**. 2017b. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/diagnostico-da-situacao-dos-planos-municipais-de-saneamento-basico-e-da-regulacao-dos-servicos-nas-100-maiores-cidades-brasileiras-3>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **The united nations world water development report 2016 – water and jobs**. 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002439/243938e.pdf> > Acesso em: 10 jun. 2017.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol.1. 3. ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG,1998.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

ZOBY, J. L. G. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. 2008. Anais *on line* XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

Disponível em:<
<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23802/15867>
>. Acesso em: 02 set. 2017.

APENDICES



FACULDADES INTEGRADAS DE BAURU CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Apêndice A- Questionário aplicado no Loteamento das Antas/Lucianópolis/SP

DADOS DO ENTREVISTADO
() Não encontrado ___/___/_____ () Não quis responder
Nome:
Proprietário: () sim () não (especificar) _____
Endereço:
Prezado(a) entrevistado(a),
As questões abaixo se referem a uma pesquisa de campo para a composição do trabalho de conclusão de curso –TCC, do curso de GRADUAÇÃO em ENGENHARIA CIVIL DAS FACULDADES INTEGRADAS DE BAURU-FIB , cujo objetivo é conhecer o Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP, no que se refere a concepção de coleta, tratamento e despejo dos esgotos domésticos produzidos, visando estabelecer parâmetros que possibilitem definir meios de construção de projeto para solução do problema local. O trabalho é intitulado “SANEAMENTO BÁSICO: CONCEPÇÃO DE PRÉ DIMENSIONAMENTO E ESBOÇO DE PROJETO PARA COLETA E SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO LOTEAMENTO DAS ANTAS- LUCIANÓPOLIS/SP” . As informações abaixo cedidas serão utilizadas APENAS e EXCLUSIVAMENTE para fins acadêmicos, visando trabalho vinculados a esta Instituição de Ensino Superior, <u>COM TOTAL ANONIMATO DOS MEMBROS (ENTREVISTADOS)</u> .
Entrevistadores:
Alunos do 5º Ano do Curso de Engenharia Civil, das Faculdades Integradas de Bauru (FIB), no ano de 2017.
() Bruno Fernando de Almeida R.A.: 25.703
() Pedro Henrique Marana Bim R.A: 5808
() Ricardo Augusto Sanches de Toledo Mota R.A.: 27.570

QUESTIONÁRIO

- 1- **Você é o primeiro proprietário do local?** () Sim (citar tempo que reside) _____
() Não (citar quanto tempo reside no local) _____

- 2- **Qual o tipo de fossa existente no local?**
() fossa negra () fossa séptica () outros (citar qual) _____

- 3- **Qual o motivo de escolha deste tipo de fossa?**
() custo () meio ambiente () outras (citar) _____

- 4- **Com que frequência é realizada a limpeza da fossa? (Dragagem)**
() 6 meses () 1 ano () 5 anos () nunca foi feita () outros _____

- 5- **Casa possui caixa de gordura ou todo o esgoto vai para o mesmo local?**
() Sim, possui caixa de gordura

() Não, tudo vai para a fossa

() Não sei

() Outros _____

6- Quantas residências (casas) possuem no local? _____

7- Quantas pessoas por residência? (Especificar)

Casa 1 _____ Tipo: () baixo () médio(normal) () alto

Casa 2 _____ Tipo: () baixo () médio(normal) () alto

Casa 3 _____ Tipo: () baixo () médio(normal) () alto

Casa 4 _____ Tipo: () baixo () médio(normal) () alto

Casa 5 _____ Tipo: () baixo () médio(normal) () alto

Casa 6 _____ Tipo: () baixo () médio(normal) () alto

Tipo: Segundo NBR 12721/2005

Qual a renda familiar estimada por residência?

(a) até R\$1000,00 (b) mil a dois mil reais (c) dois a cinco mil (d) acima de cinco

Casa 1: _____ Casa2: _____ Casa3: _____ Casa4: _____ Casa5: _____ Casa 6: _____

8- O local é utilizado como:

() residência e domicilio () aluguel () uso esporádico familiar/social

() Outros (especificar) _____

9- Se utilizado para aluguel ou uso esporádico familiar/social, qual a média mensal de uso (quantas vezes no mês ou por ano) e estimativa de pessoas por período (mês ou ano):

Média de uso _____

Estimativa de pessoas por uso _____

Eu, _____

_____, aceito livremente participar do estudo intitulado “**SANEAMENTO BÁSICO: CONCEPÇÃO DE PRÉ DIMENSIONAMENTO E ESBOÇO DE PROJETO PARA COLETA E SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO LOTEAMENTO DAS ANTAS- LUCIANÓPOLIS/SP**” desenvolvidos pelos pesquisadores Bruno Fernando de Almeida, Pedro Henrique Marana Bim e Ricardo Augusto Sanches de Toledo Mota, alunos e os Prof^o. Msc. Andrea de Oliveira Bonini e Prof^o Dr. Luiz Vitor Crepaldi Sanches orientador e coorientador, respectivamente, desta pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Bauru- FIB, com total anonimato de minha identidade e de minha residência e demais respostas contidas neste questionário.

Lucianópolis, _____ de _____ de 2017.

Assinatura

Informações: (14) 996396022 - (14) 99714 9173 - (14) 32861156 - (14) 2109 6200(FIB)

E-mail: pedrohmbim@yahoo.com.br brunoiacanga2013@gmail.com



**FACULDADES INTEGRADAS DE BAURU
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

COMPROVANTE DE PARTICIPAÇÃO

Entrevistadores:
Alunos do 5º Ano do Curso de Engenharia Civil, das Faculdades Integradas de Bauru (FIB), no ano de 2017.
() Bruno Fernando de Almeida R.A.: 25.703
() Pedro Henrique Marana Bim R.A: 5808
() Ricardo Augusto Sanches de Toledo Mota R.A.: 27.570

Eu, _____				
_____, aceito livremente participar do estudo intitulado “SANEAMENTO BÁSICO: CONCEPÇÃO DE ESBOÇO DE PROJETO PARA COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO NO LOTEAMENTO DAS ANTAS- LUCIANÓPOLIS/SP ” desenvolvidos pelos pesquisadores Bruno Fernando de Almeida, Pedro Henrique Marana Bim e Ricardo Augusto Sanches de Toledo Mota, alunos e os Profº. Msc. Andrea de Oliveira Bonini e Profº Dr. Luiz Vitor Crepaldi Sanches orientador e coorientador, respectivamente, desta pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Bauru- FIB, com total anonimato de minha identidade e de minha residência e demais respostas contidas neste questionário.				
Lucianópolis, _____ de _____ de 2017.				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">_____</td> <td style="width: 50%; border: none;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;">ENTREVISTADOR</td> <td style="text-align: center; border: none;">ENTREVISTADO</td> </tr> </table>	_____	_____	ENTREVISTADOR	ENTREVISTADO
_____	_____			
ENTREVISTADOR	ENTREVISTADO			
Informações: (14) 996396022 - (14) 99714 9173 - (14) 32861156 (14) 32861156 (14) 2109 6200(FIB) Email: pedrohmbim@yahoo.com.br brunoiacanga2013@gmail.com				

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017

Apêndice B- Parâmetros para Pré Dimensionamento da Rede Coletora.

LOTEAMENTO DAS ANTAS -SISTEMA COLETOR DE ESGOTO			
POPULAÇÃO DO INICIO DO PLANO	Pi (hab)	5	
POPULAÇÃO DO FINAL DO PLANO	Pf (hab)	355	Varia por Trecho
EXTENSAO DA REDE COLETORA NO INICIO DO PLANO	Li (m)	1	
EXTENSAO DA REDE COLETORA NO FINAL DO PLANO	Lf (m)	1300	
Consumo per capita	q(l/hab.dia)	160	(VON SPERLING, 2014)
Coeficiente do dia de maior consumo	K1	1,2	
Coeficiente da hora de maior consumo	K2	1,5	
Taxa de infiltração	TI (l/s x Km)	0,1	(valor acima do lençol freático)
Diâmetro Mínimo	Dmin (mm)	150	
Coeficiente de retorno	C	0,8	
Menor vazão para qualquer trecho	L/s	1,5	NTS 025/NBR 9649/1986
PROFUNDIDADE MINIMA DOS COLETORES (NTS 25) 1,5M		1,7 m	
trechos	Dist.i	Dist.f	tamanho (m)

DADOS COLETADOS NO LOCAL (GOOGLE, 2017)			
TRECHOS	DISTANCIA INICIAL (M)	DISTANCIA FINAL (M)	DISTANCIA REDE (M)
T1	0	100	100
T2	100	200	100
T3	200	300	100
T4	300	361	61
T5	361	414,3	53,3
T6	414,3	493,24	78,94
T7	493,24	538,36	45,12
T8	538,36	632,9	94,54
T9	632,9	654,79	21,89
T10	654,79	671,09	16,3
T11	671,09	697,89	26,8
T12	697,89	715,59	17,7
T13	715,59	747,99	32,4
T14	747,99	828,69	80,7
T15	828,69	915,79	87,1
T16	915,79	956,19	40,4
T17	956,19	993,79	37,6
T18	993,79	1011,79	18
T19	1011,79	1038,39	26,6
T20	1038,39	1063,09	24,7
T21	1063,09	1092,69	29,6
T22	1092,69	1180,69	88
T23	1180,69	1276,99	96,3

TRECHOS	COTAS	
	Hi (m)	Hf (m)
T1	507	499
T2	499	497
T3	497	496
T4	496	495
T5	495	494,5
T6	494,5	494
T7	494	495
T8	495	496
T9	496	495
T10	495	494,5
T11	494,5	494
T12	494	493
T13	493	492
T14	492	491
T15	491	490
T16	490	491
T17	491	492
T18	492	491
T19	491	490
T20	490	491
T21	491	493
T22	493	494
T23	494	495

Fonte: Adaptado pelos Autores de NAKAYAMA, [1998?]

**Apêndice C- Esboço do Projeto da Rede Coletora- Modelagem inicial, com
e sem rede coletora em área de expansão.**

ANEXOS

Anexo A- Protocolo e Certificado GRAPROHAB do Loteamento das Antas, primeiramente denominado Chácaras de Lazer das Antas

Pesquisa de Protocolos Graprohab

estou no momento em: [Início](#) > [Programas Habitacionais](#) > [Política Habitacional](#) > [Outros Programas Habitacionais](#) > [Graprohab](#) > Pesquisa de Protocolos - Graprohab

Resultado - Protocolo GRAPROHAB

Número:	834	Certificado:	248/1994
Interessado:	OLIVAL BIM E OUTRO	Situação:	APROVADO
Empreendimento:	CHACARAS DE LAZER DAS ANTAS	Tipo Empreendimento:	LOTEAMENTO
Município:	LUCIANÓPOLIS	Nro Unidades / Lotes:	71
Data Entrada:	15/06/1993		
Data da Última Reunião Prevista:	29/11/1994	Data da Última Reunião Realizada:	29/11/1994
Assunto da Reunião:	PRIMEIRA ANÁLISE	Voto da Reunião:	APR.(PROCURADOR,SEC. MEIO AMBIENTE,DAEE,CETESB,CPFL,SABESP)

 E.T.: Exigência Técnica
IND.: Indeferido
APR.: Aprovado
PRAZO: Prazo para análise

Fonte: SÃO PAULO, 2017

Anexo B- Declaração e Certidão de autorização e Lei que torna zona urbanizável o Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP



Prefeitura Municipal de Lucianópolis

C.G.C.M.F. 44.518.504/0001-73

Rua Maurício Roque Tosca, 510 - Fone: (0142) 46-1209 - Fax (0142) 46-1172 - CEP 17475-000 - Lucianópolis - SP
 Data: 24/09/1994 - Município: 30/12/1953

DECLARAÇÃO

REQUERENTE: OLIVAL SIH
 REQUERIDA: PREFEITURA MUNICIPAL DE LUCIANÓPOLIS
 OBJETO: LOTEAMENTO RIO DAS ANTAS
 PROCESSO: PML nº 52/91

Tendo em vista os pareceres técnicos examinados nos autos do processo PML nº 52/91, Declaro, para fazer prova junto aos órgãos federais e estaduais competentes, que esta municipalidade nada tem a opor, aprovando a implantação do LOTEAMENTO RIO DAS ANTAS.

Lucianópolis, 14 de Janeiro de 1.993.

NILTO CEPA RASCADO
 Prefeito Municipal

44518504/0001-73

PREFEITURA MUNICIPAL DE
 LUCIANÓPOLIS

RUA MAURÍCIO ROQUE TOSCA, 510
 CENTRO - CEP 17475-000
 LUCIANÓPOLIS - SP



Prefeitura Municipal de Lucianópolis

C.G.C.M.F. 44.518.504/0001-73

Rua Maurício Roque Torres, 510 - Fone: (0142) 46-1200 - Fax: (0142) 46-1172 - CEP 17475-000 - Lucianópolis - SP
 Distrito: 3409/1924 - Município: 30/12/1969

CERTIDÃO Nº. 005/94

NILTO CEPA RASCADO, Prefeito Municipal de Lucianópolis, Estado de São Paulo, usando de suas atribuições legais:-

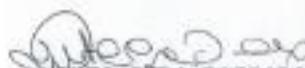
C E R T I F I C A.....

que a pedido de pessoa interessada, e revendo os arquivos de cadastros imobiliários desta municipalidade, verificou constar que foi autorizado a implantação de sistema de lazer constituído por chacarás de recreio, denominado "Loteamento das Antas", que consta a pertencer a "Olival Bis e Outros" com "Endereço: Rodovia Quartina-Ubirajara; trevo de Lucianópolis, com área de 361.351 (trezentos e sessenta e um mil, trezentos e cinquenta e um) metros quadrados, confrontando ao norte: Rodovia Quartina-Ubirajara; Sul: Ribeirão das Antas e Oeste Anézio Justino, objeto do processo PML-08793.

Certifica ainda que, a área se encontra em zona urbanizável, na forma da Lei nº. 943, que a coleta de lixo será efetuada dentro da Programação de coleta da Prefeitura, conforme necessidade da demanda com depósito no aterro da Prefeitura, que o local a ser loteado nunca foi utilizado para depósito de lixo tóxico que poderia trazer riscos a saúde dos futuros proprietários e que a Prefeitura está de acordo com o sistema viário proposto.

O referido é verdade e dou fé.

Lucianópolis, 08 de fevereiro de 1.994.


NILTO CEPA RASCADO
PREFEITO MUNICIPAL



Prefeitura Municipal de Lucianópolis

C.G.C.M.F. 44.518.504/0001-73

Rua Maurílio Roque Toassa, 510 - Fone: (0142) 46-1209 - Fax (0142) 46-1172 - CEP 17475-000 - Lucianópolis - SP
 Distrito: 24/09/1924 - Município: 30/12/1953

LEI Nº. 943 DE 26 DE MARÇO DE 1.993

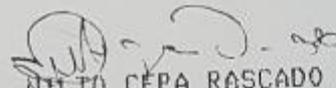
"Declara Zona Urbanizável a área que especifica, para implantação de chacarás de Recreio".

NILTO CEPA RASCADO, Prefeito Municipal de Lucianópolis, Estado de São Paulo, faz saber que a Câmara Municipal aprovou e ele sanciona e promulga a seguinte Lei:-

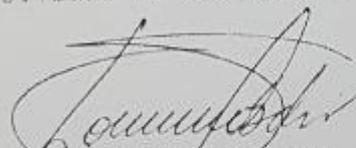
Artigo 1º.- Para implantação de sistema de lazer constituída por chacarás de Recreio, fica considerado, zona urbanizável, a gleba de terra com área de 361.351 m² (trezentos e sessenta e um mil, trezentos e cinquenta e um metros quadrados), localizada na Rodovia Duartina-Ubirajara, trevo de Lucianópolis, Bairro Ribeirão das Antas, confrontando ao norte com a Rodovia Duartina-Ubirajara, ao Sul Ribeirão das Antas, ao Leste Ribeirão das Antas e ao Oeste Anézio Justino, distante a 1200 metros do Centro de Lucianópolis, tendo acessos através da Rodovia Duartina-Ubirajara.

Artigo 2º.- Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Prefeitura Municipal de Lucianópolis, 26 de março de 1.993.


NILTO CEPA RASCADO
 PREFEITO MUNICIPAL

Registrado e publicado no Gabinete do Prefeito, na data supra.


LOURIVAL SABADIN
 CHEFE DE GABINETE

= SERVIÇO REGISTRAL DA COMARCA DE DUARTINA =

Of: nº 16/97

Em 15 de setembro de 1997

Senhor Prefeito:

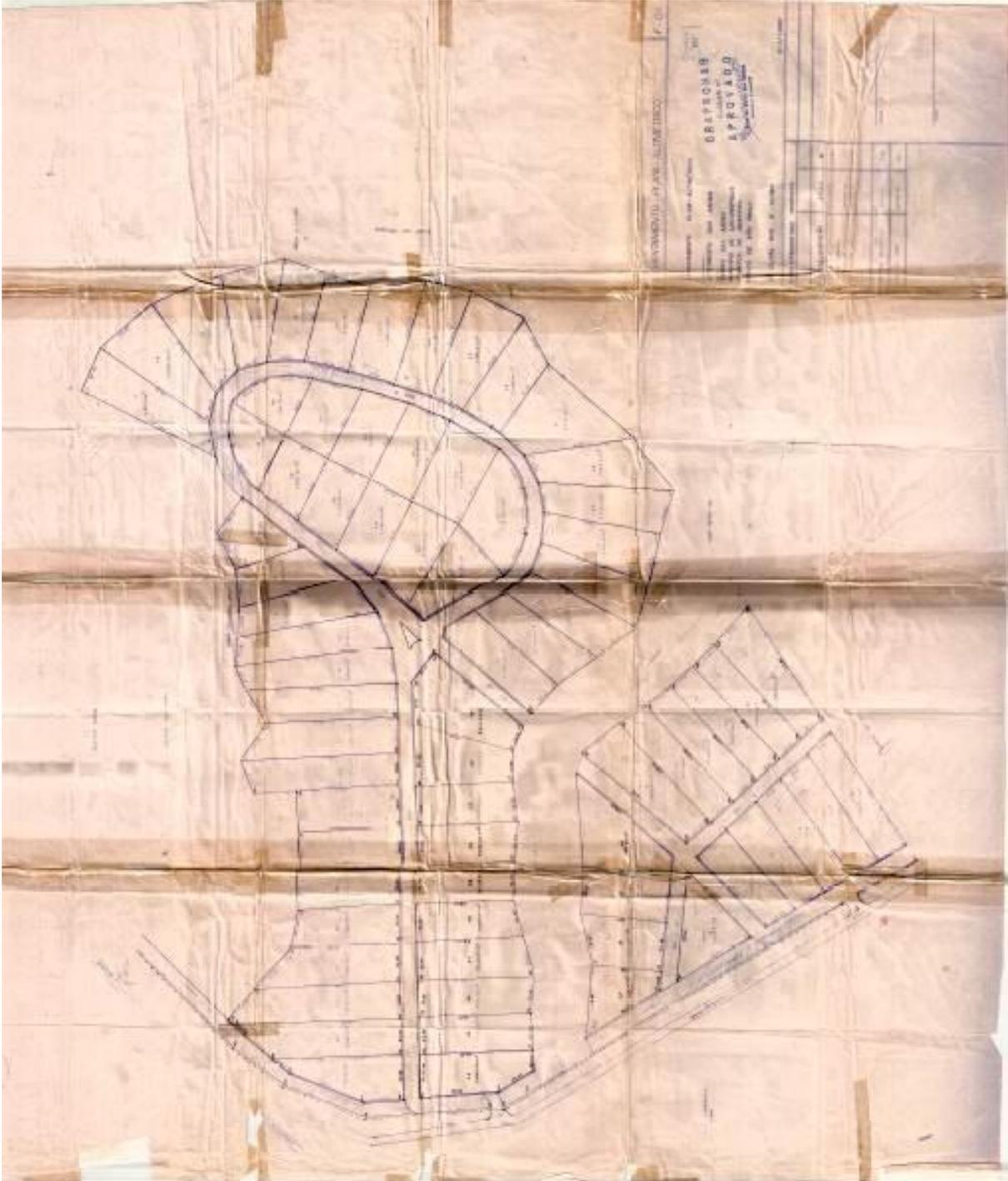
Tenho a honra de comunicar a -
Vossa Senhoria, que neste data foi procedido o regis-
tro de loteamento denominado " CHACARAS DE LAZER DAS =
ANTAS ", de propriedade de GLIVAL SIM & IRMÃOS LYDA.

Valho-me da oportunidade para -
reiterar a Vossa Senhoria minhas cordiais saudações:

= ARNALDO RODRIGUES FERNANDES =
Delegado do Serviço Registral.

A SUA SENHORIA O SENHOR
DOUTOR LUIZ CARLOS SABADIM
DO PREFEITO MUNICIPAL
LUCIANOPOLIS

Anexo C- Planta original do Loteamento das Antas, em Lucianópolis/SP



Fonte: LUCIANOPOLIS,1993c

Anexo D- Requerimento 1387/2017- Solicita a quantidade de Residências regulamente matriculadas do Loteamento das Antas em Lucianópolis/SP.

Protocolo nº	1387/2017
Entrada	01/09/2017
Saida	1/1

Humberto Z. Maldonado
Prefeito Municipal

ILMO SR. PREFEITO MUNICIPAL DE LUCIANÓPOLIS-SP.

Alto Henrique Morano Bini

RG: 424424265, CPF: 333.215.958-50, Est Civil solteiro

Residente e domiciliado a Rua São Maria Laureano

Nº 335, em Lucianópolis, Estado de São Paulo, vem mui

Respeitosamente a presença de Vossa Senhoria, solicitar-se digne conceder-lhe

Quantidade de residências regulamente matriculadas
no loteamento, Bairro das Antas neste município.

Termos em que
P. Deferimento 04 de setembro de 2017
Lucianópolis,

ASS: [Assinatura]

TELEFONE: 14 996396022



MUNICÍPIO DE LUCIANÓPOLIS

CNPJ 44.518.504/0001-73

Rua Maurílio Roque Toessa, nº 510 - CEP 17.475-000.

Distrito: 24/09/1924 - Município: 30/12/1953.

Fone: (14) 3286 1209/ 11 77 Fax: (14) 3286 1172

prefeitura@lucianopolis.sp.gov.br gabinete@lucianopolis.sp.gov.br



RESPOSTA AO REQUERIMENTO Nº 1387/2017

Venho através deste, responder ao requerimento nº 1387/2017, do Senhor Pedro Henrique Marana Bim, no que tange, a quantidade de residências regulamente cadastradas no município de Lucianópolis, referentes ao Loteamento das Antas, denominado "Chácaras de Lazer", localizado na Rodovia Lucianópolis-Ubirajara, trevo de Lucianópolis, bairro Ribeirão das Antas. Assim exposto, informo que até a presente data, existem 37 (trinta e sete) residências regularmente cadastradas, no município, nesta localidade citada.

Lucianópolis, 04 de setembro de 2017



Nilo Gimenes Pereira
R.G.: 6.050.608-8
Lançador

Anexo E- Solicitação de esclarecimentos- Qualidade das Águas consumidas nas residências do Loteamento das Antas em Lucianópolis/SP.

SOLICITAÇÃO DE ESCLARECIMENTOS

Local: Chácaras de Lazer (Loteamento), Bairro das Agua das Antas, em Lucianópolis/SP.

Objetivo: Qualidade das águas consumidas nas residências do local.

Sobre o local citado:

- 1- Qual o tipo de abastecimento existente? (Público ou individual)
- 2- Existe documentação técnica sobre a qualidade das águas do local (citar data de execução)? A vigilância realiza acompanhamento? (Caso existam laudos ou demais documentações que sejam possíveis divulgação por favor anexar)
- 3- Qual a situação das amostras existentes no local? Existe risco à saúde pública? Quais?
- 4- Existem dados sobre o potencial hídrico da reserva subterrânea do local?
- 5- Quais os possíveis motivos da qualidade das amostras? (Em caso de contaminação)? Quais as medidas tomadas pelo órgão? (Orientação à população, notificação aos órgãos públicos municipais, etc)

Lucianópolis, 01 de setembro de 2017



Pedro Henrique Marana Bim

R.G.: 42.442.426-5



Sidineis Ribeiro da Silva
Diretor de Vigilância Sanitária
RG - 25.372.209-1
Lucianópolis - SP



**DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE SAÚDE**

R. Dona Maria Faustina, 280 – (14) 3286-1190 – 17475-000 – LUCIANÓPOLIS/SP
saude@lucianopolis.sp.gov.br

VIGILÂNCIA SANITÁRIA**Resposta as solicitações do Sr. Pedro Henrique Marana Bim****Quesito 1- Individual**

Quesito2- Não faz acompanhamento. Somente quando solicitado pelos moradores/proprietários

Quesito 3- Algumas amostras pelo o que pudemos observar deram resultado positivo para coliformes no ano de 2.013. Porém todas foram somente simples. Não podendo esclarecer o grau de contaminação. Os residentes no local foram orientados a não consumirem a água em tratamento. Sim existe risco a saúde se consumirem a água sem tratamento para torna-la potável.

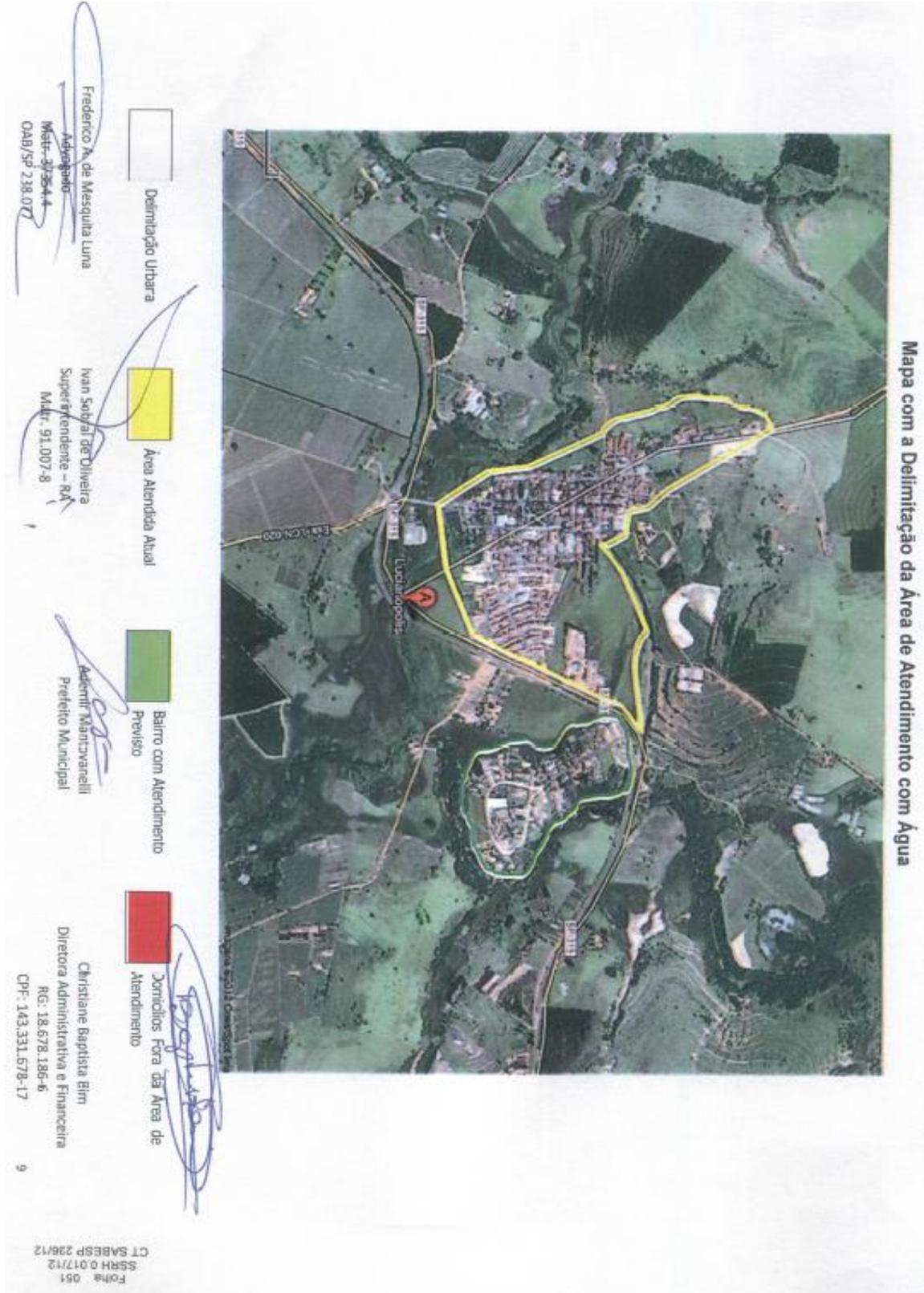
Quesito 4- Desconhecemos sobre a reserva do local

Quesito 5- Geralmente o poço é caipira, e mesmo quando do tipo semi-artesiano, o mesmo é raso, o que oferece alto risco de contaminação. A orientação a população é a de que evite o uso dessa água sem o possível tratamento. Foi notificado a Companhia Sabesp para instalação de ligações de água tratada neste local, já que é um compromisso assumido pela mesma, junto a administração municipal.

Lucianópolis, 04 de setembro de 2.017.

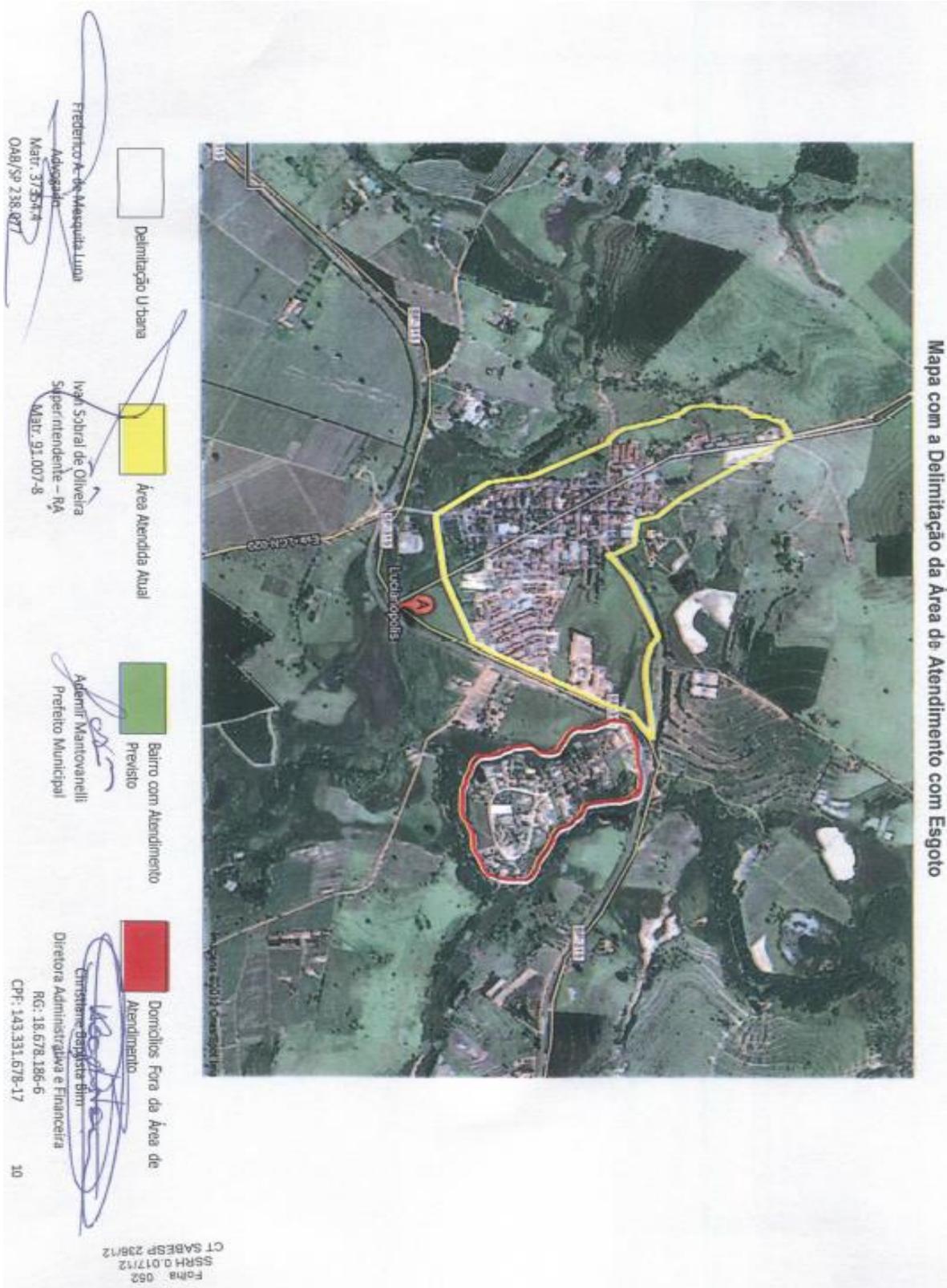
SIDINEIS RIBEIRO DA SILVA
DIRETOR DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA

**Anexo F – Contrato de Concessão com o Município de Lucianópolis/SP,
inclusão do fornecimento de água potável do sistema da SABESP ao
Loteamento das Antas.**



Fonte: LUCIANOPOLIS, 2012

Anexo G – Contrato Concessão com o município de Lucianópolis/SP, exclusão da coleta e tratamento de esgotos no Loteamento das Antas.



Fonte: LUCIANOPOLIS, 2012