



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE

JULIO CESAR VILLAGRA

A importância das estações de tratamento de esgotos da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) de Adamantina para o Saneamento Básico na UGHRI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos) Aguapeí/Peixe do Estado de São Paulo, Brasil.

Presidente Prudente - SP

2019

V713i

Villagra, Julio Cesar

A importância das estações de tratamento de esgotos da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) de Adamantina para o Saneamento Básico na UGHRI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos) Aguapeí/Peixe do Estado de São Paulo, Brasil. / Julio Cesar Villagra. -- Presidente Prudente, 2019

80 f. : il., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: Raul Borges Guimarães

1. Saneamento básico.. 2. Tratamento de esgotos.. 3. Bacia hidrográfica.. 4. Adamantina.. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

JULIO CESAR VILLAGRA

A importância das estações de tratamento de esgotos da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) de Adamantina para o Saneamento Básico na UGHRI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos) Aguapeí/Peixe do Estado de São Paulo, Brasil.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), como exigência para obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Raul Borges Guimarães.

Presidente Prudente - SP

2019

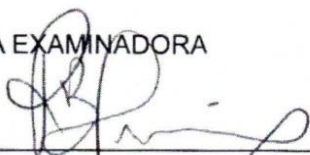
JULIO CESAR VILLAGRA

A importância das estações de tratamento de esgotos da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) de Adamantina para o Saneamento Básico na UGHRI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos) Aguapeí/Peixe do Estado de São Paulo, Brasil.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), como exigência para obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Raul Borges Guimarães.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Raul Borges Guimarães (Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP)



Prof. Dr. Antonio Cezar Leal (Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP)



Prof. Dra. Leonice Seolin Dias (Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista-ANAP)

Presidente Prudente – SP

2019

À minha esposa Neolinda, incentivadora e ajudadora; e aos meus filhos Davi e Flávia, presentes de Deus.

“No princípio Deus criou os céus e a terra..., e o Espírito de Deus se movia sobre as águas.” – **Bíblia Sagrada**, Gênesis, 1:1 e 2.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me abençoar na realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Raul Borges Guimarães, pelo incentivo e orientações.

Ao Dalton Thadeu de Melo, engenheiro sabespiano, pelo compartilhamento de informações.

Ao Sr. José Mário Tóffoli, radialista de Adamantina, pela transmissão de suas histórias de vida.

Ao João Marcos Nascimento Cardoso, Mariana Pimenta Bernardes, Anderson Akira Hirata e Cléia de Andrade dos Santos, pela colaboração expressiva nos detalhes da obra.

Aos engenheiros Antero Moreira França Júnior, Adalto Bueno de Oliveira, Nilton Pavani Naletto, Décio Dias Cesco e Fabiano Bassani pelo apoio tão necessário em distintas etapas do mestrado.

RESUMO

O presente trabalho discute a importância do Saneamento Básico a partir da implantação de estações de tratamento de esgotos no município de Adamantina, localizadas na UGRHI Aguapeí/Peixe do Estado de São Paulo, operadas pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) para melhoria das condições e padrões de lançamento de efluentes nos corpos receptores. Com base nesta análise, proporemos ações de aperfeiçoamento dos processos, bem como a disseminação das informações de benfeitorias ao meio ambiente oriundas de implantação de obras similares.

Palavras-chave: Saneamento básico. Tratamento de esgotos. Bacia hidrográfica. Adamantina.

ABSTRACT

The present work discusses the importance of basic sanitation from the implantation of sewage treatment plants in the municipality of Adamantina, located at UGRHI Aguapeí / Peixe of the State of São Paulo, operated by SABESP (Basic Sanitation Company of the State of São Paulo) to improve the conditions and patterns of effluent release in the recipient bodies. Based on this analysis we propose actions to improve the processes, as well as the dissemination of information on improvements to the environment arising from the implementation of similar works.

Key-words: Basic sanitation. Sewage treatment. Hydrographic basin. Adamantina.

Lista de Siglas

CBH	Comitês de Bacias Hidrográficas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETEs	Estações de Tratamentos de Esgotos
FEHIDRO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GINI	Coeficiente de Gini
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
OD	Oxigênio Dissolvido
RAFA	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UNESP	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Lista de Tabela

Tabela 1 - A vida aquática.	38
Tabela 2 - Concentrações e contribuições unitárias típicas de DBO de efluentes industriais.....	40
Tabela 3 - Classificação das águas doces segundo seus usos preponderantes – Resolução CONAMA nº 20.....	45
Tabela 4 - Parâmetros Físico-Químicos para águas doces de classe 4.	46
Tabela 5 - Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes.	46
Tabela 6 - Condições e Padrões para Efluentes de sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários.	47

Lista de Figuras

Figura 1 - Estações de tratamento de esgoto de Adamantina – SP	17
Figura 2 - ETE leste de Adamantina.....	18
Figura 3 - Gradeamento de resíduos sólidos e caixas de areia e aspecto da calha “Parshall” da ETE leste de Adamantina.....	18
Figura 4- Vista da lagoa facultativa da ETE leste de Adamantina, com presença de aves aquáticas.....	19
Figura 5 - Aspecto da construção da ETE oeste de Adamantina.	20
Figura 6- ETE oeste de Adamantina em operação.....	21
Figura 7- Peneiras rotativas autolimpantes e caixa de areia para retirada de sedimentos da ETE oeste de Adamantina.....	21
Figura 8- Estação de bombeamento de esgotos com bombas helicoidais de eixo horizontal da ETE oeste de Adamantina.....	22
Figura 9 - Reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA) da ETE oeste de Adamantina.	22
Figura 10 – Ponto de coleta de esgotos para análise no R.A.F.A. da ETE oeste de Adamantina.....	23
Figura 11- Vista do filtro anaeróbio associado ao RAFA da ETE oeste de Adamantina.	23
Figura 12 – Rampa de aeração entre o RAFA e as lagoas facultativas da ETE oeste de Adamantina, aparecendo o queimador de gases do RAFA.....	24
Figura 13 – Leitos de secagem cobertos dos lodos da ETE oeste de Adamantina.	24
Figura 14 – Escada de aeração entre as lagoas facultativas da ETE oeste de Adamantina, aproveitando o desnível natural do terreno.	25
Figura 15 - Detalhe dos aeradores tipo cachoeira da ETE oeste de Adamantina.	25
Figura 16–ETE compacta do distrito da Lagoa Seca.....	26
Figura 17 – Gradeamento da ETE compacta do distrito da Lagoa Seca - Adamantina.....	27
Figura 18 – Caixa de areia da ETE compacta da Lagoa Seca - Adamantina.....	27
Figura 19 – Filtro biológico da ETE compacta da Lagoa Seca – Adamantina.	28
Figura 20 – Cloração final da ETE compacta da Lagoa Seca – Adamantina.	28
Figura 21 – Curva de consumo de Oxigênio Dissolvido.	37
Figura 22 – Curva de Oxigênio Dissolvido do Corpo Receptor.....	42

Figura 23 – Curva de reaeração do Corpo Receptor.....	43
Figura 24 – Mapa de Localização da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 20 e 21 – Aguapeí e Peixe.....	51
Figura 25–Mapa de Localização da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 20 e 21 – Aguapeí e Peixe.....	52
Figura 26–Municípios atendidos pela Sabesp no Estado de São Paulo.....	53
Figura 27 - Municípios atendidos pela Sabesp pelas regionais de Presidente Prudente e Lins.	53
Figura 28 - Municípios atendidos pela Sabesp pelas divisionais de Adamantina, Presidente Prudente, Assis e Tupã.	54
Figura 29 - Tanques descobertos que captam águas pluviais e conduzem para redes coletoras de esgotos.....	63
Figura 30 - Válvula de retenção, tipo “flap” que impede as águas pluviais de retornarem para o interior dos imóveis.....	64
Figura 31 -Teste de fumaça para detectar lançamentos de águas pluviais para as redes coletoras de esgotos.....	64
Figura 32 - Retornos de esgotos provocados por lançamento clandestino de águas pluviais nas redes coletoras de esgotos.	65
Figura 33 - Retorno de esgotos provocado por lançamento clandestino de águas pluviais nas redes coletoras de esgotos.	65
Figura 34 - Danos em móveis devido ao retorno de esgotos provocado por lançamento clandestino de águas pluviais nas redes coletoras de esgotos.	66
Figura 35 - Danos em mercadorias devido ao retorno de esgotos provocado por lançamento clandestino de águas pluviais nas redes coletoras de esgotos.....	66
Figura 36 - Lançamento indevido de águas pluviais para as redes coletoras de esgotos detectado pelo teste de fumaça.....	67
Figura 37 - Percentual de domicílios que possuem abastecimento de água e coleta de esgotos por município.....	72
Figura 38- Percentual de domicílios que são atendidos com água encanada por município.	72
Figura 39 - Percentual da população que vive em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo.....	73
Figura 40 –IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) por Município.	73
Figura 41- Coeficiente de Gini (ou Índice de Gini) por Município.....	74
Figura 42- Renda média per capita por município.	74
Figura 43- Percentual sobre o total da população extremamente pobre.	75

Figura 44 - Expectativa de anos de estudo da população por município.....	75
Figura 45 - ETE leste de Adamantina.....	76
Figura 46- Entrada da ETE leste de Adamantina.	76
Figura 47- Tubulações entre a lagoa anaeróbia e facultativa da ETE leste de Adamantina.....	77
Figura 48- Estrutura de saída da ETE leste de Adamantina.....	77
Figura 49- Peneiras rotativas autolimpantes e caixa de areia para retirada de sedimentos da ETE oeste de Adamantina.....	78
Figura 50 - Leitos cobertos de secagem dos lodos da ETE oeste de Adamantina.....	78
Figura 51 - Aspecto dos lodos desidratados da ETE oeste de Adamantina.	79
Figura 52- Aeradores tipo cachoeira da ETE oeste de Adamantina.	79
Figura 53- Coleta de água do corpo receptor (Córrego Boa Vista) para análise, a montante da ETE leste de Adamantina.	80
Figura 54- Coleta de esgotos para análise na saída da lagoa facultativa da ETE leste de Adamantina.....	80

Sumário

INTRODUÇÃO.....	16
CAPÍTULO 1.....	30
1 A importância do saneamento básico na preservação dos recursos hídricos	30
1.1 O uso da água pelos seres humanos	30
1.2 A poluição das águas	32
1.2.1 Principais poluentes aquáticos.....	34
1.2.2 Oxigênio dissolvido	36
1.2.3 Demanda bioquímica de oxigênio	38
1.2.4 Autodepuração.....	41
1.2.5 Padrões de lançamentos de efluentes	44
1.3 Os investimentos em saneamento	48
CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	51
2.1 Aspectos Gerais	51
2.1.2 Caracterização geral dos municípios atendidos pela SABESP	52
2.1.3 Tratamento cartográfico das informações	54
CAPÍTULO 3 - TRATAMENTOS DE ESGOTOS PELA SABESP EM ADAMANTINA..	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE 1 - Tratamento cartográfico da informação.....	72
APÊNDICE 2 – Relatório Fotográfico	76

INTRODUÇÃO

Esta dissertação é resultado de uma trajetória profissional no saneamento básico, que iniciou antes mesmo das experiências como engenheiro civil, desde a formação em técnico em agrimensura, quando foi possível desenvolver trabalhos relacionados com obras de infraestruturas da área, e entre 1985 e 1992 no DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo) e no período de 1992 até a presente data na Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), sendo marcantes os anos anteriores a 1995, quando houve a implantação do comitê da bacia hidrográfica dos rios Aguapeí e Peixe, na qual, a sua criação era um sonho dos profissionais da área de gestão dos recursos hídricos.

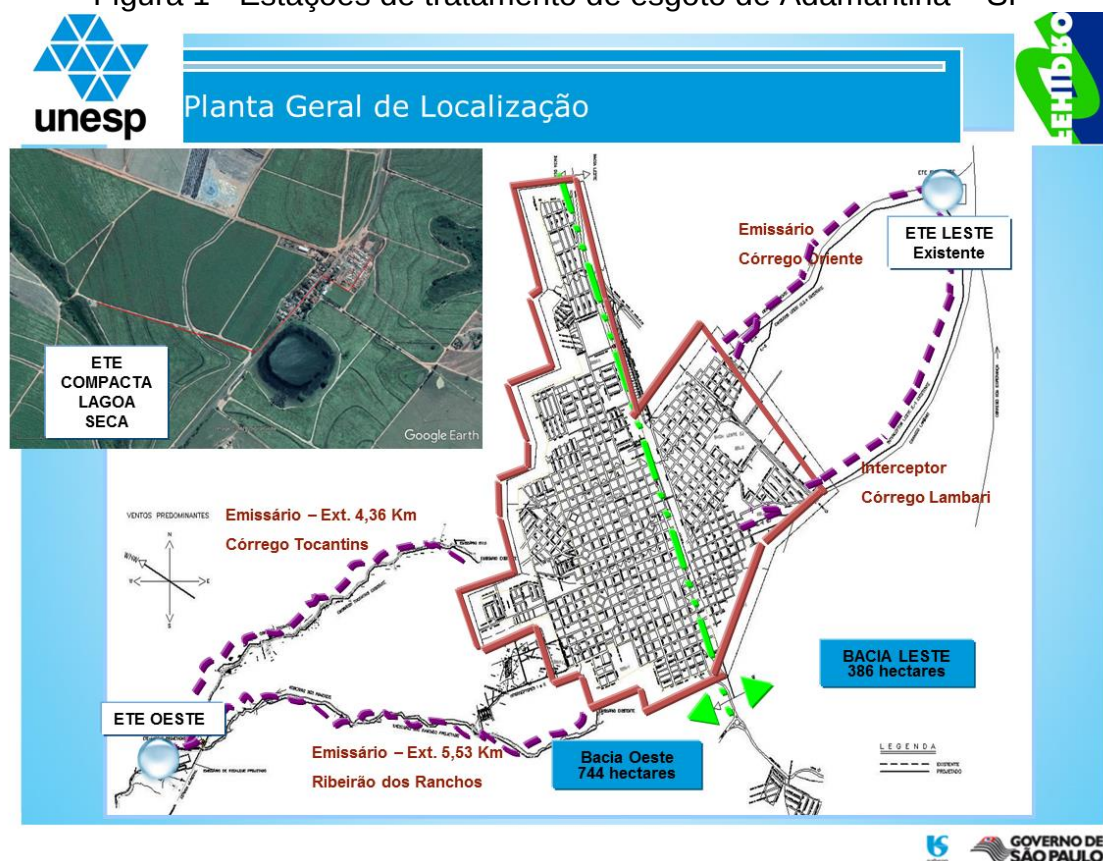
As experiências foram as mais variáveis possíveis, e muitas delas com algumas peculiaridades que sequer estão descritas em livros de engenharia, como, por exemplo, da lagoa de tratamento de esgotos da região de Presidente Prudente - SP que na ocasião de seu primeiro enchimento a água simplesmente desaparecia e o enchimento não ocorria, onde o conselho de engenheiros da área de projetos da Sabesp de Presidente Prudente Addo Del Grossi buscou solucionar o problema, onde foi feito e localizado um “olho” de formigueiro, por onde escoava todo líquido da lagoa para um buraco oculto muito maior, o qual teve que ser tratado.

Neste sentido, não poderíamos deixar de citar a experiência da busca de jazidas de argila num raio de 30 quilômetros desde a estação de tratamento de esgotos oeste de Adamantina, pois o uso de argila nas cerâmicas de tijolos e telhas esgotou as jazidas da região, sendo a solução a substituição dos fundos e laterais das lagoas por geomantas de polietileno de alta densidade com custos superiores e necessidade de adaptações juntos as tubulações de ferro fundido de entradas e saídas das lagoas.

A oportunidade de participar do mestrado profissional da Unesp de Presidente Prudente na área da geografia com ênfase em recursos hídricos e a convicção que, após uma trajetória profissional de mais de 30 anos como engenheiro civil, é possível transmitir a uma nova geração os conhecimentos adquiridos, nos motivaram a escrever a presente dissertação.

O presente estudo tem como objeto demonstrar a importância de obras de saneamento básico, como as três Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) operadas pela Sabesp, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, no município de Adamantina: a ETE Leste inaugurada em 1998, a ETE Oeste em 2012 e a ETE compacta do distrito da Lagoa Seca em 2014, para a melhoria da preservação dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica.

Figura 1 - Estações de tratamento de esgoto de Adamantina – SP



Fonte: SABESP, 2018

A ETE Leste foi construída com o tratamento conhecido como sistema australiano, que é a associação de uma lagoa anaeróbia em série com uma lagoa facultativa. Inaugurada em 29 de agosto de 1998, em uma bacia com 386 hectares, com 3.909 domicílios atendidos do total de 14.584 domicílios de Adamantina, ou 9.388 habitantes do total de 35.023 (IBGE, 2018), seus efluentes tratados são lançados no Córrego Boa Esperança, enquadrado como Classe 4, que faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Aguapeí.

As placas de concreto que revestem suas margens foram os fatores que mais custaram na composição do orçamento da construção. Sua implantação possibilitou uma recuperação ambiental do Córrego Boa Esperança, com constatação e depoimentos de moradores locais de retorno de peixes e aves ao curso de água.

Figura 2 - ETE leste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 3 - Gradeamento de resíduos sólidos e caixas de areia e aspecto da calha “Parshall” da ETE leste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2006.

Figura 4- Vista da lagoa facultativa da ETE leste de Adamantina, com presença de aves aquáticas.



Fonte: Julio C. Villagra, 2006.

A ETE Oeste está localizada na Estrada Vicinal José Bocardi sentido Mariápolis a uma distância de aproximadamente 4 km de Adamantina, sendo composta de um pré-tratamento, com gradeamento de materiais grosseiros (plásticos, madeiras, vidros, etc.), e duas peneiras rotativas autolimpantes em série para retirada de sedimentos retidos, caixa de areia com coletor horizontal dos sedimentos finos (areias, pó de café, etc.), com operação totalmente automatizadas, de uma estação de bombeamento de esgotos, de um tratamento primário em um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA), de um tratamento secundário com quatro lagoas facultativas em série, com possibilidade de implantação de tratamento terciário através da construção de lagoa de fitofiltração (uso de plantas para filtração), em área já reservada, e também de leitos de secagem dos lodos oriundos do filtro biológico do RAFA. Esta ETE foi inaugurada em novembro de 2012, mas já operava desde 27 de agosto de 2010, em uma bacia com 744 hectares, com 10.674 domicílios atendidos do total de 14.584 domicílios de Adamantina, ou 25.634 habitantes do total de 35.023 (IBGE, 2018), sendo que seus efluentes tratados são lançados no Córrego dos Ranchos enquadrado como Classe 4, que faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe.

A quarta lagoa facultativa já operou com 4 (quatro) aeradores superficiais, tipo cachoeira, com baixo consumo de energia elétrica, baixa potência e alto rendimento de incorporação de oxigênio na massa líquida da lagoa anaeróbia, objetivando eliminar os

maus odores do local, aumentar a eficiência do tratamento e obter maior capacidade do mesmo. Contudo, devido a furtos dos cabos de energia elétrica, desde 2017 não está operando como uma lagoa aerada.

A ausência de jazidas de argila numa distância de 30 km da obra obrigou a adoção de uso de mantas geotêxtis com emendas por termofusão para o revestimento das laterais e fundos das quatro lagoas facultativas. Houve um alto custo para implantação desse tratamento, sendo a maior participação a construção do RAFA que é todo em concreto armado, porém contribui com cerca de 75% da remoção total da carga orgânica.

Outros aspectos de melhorias tecnológicas foram a adoção de bombas horizontais de eixo helicoidal para o bombeamento dos esgotos do pré-tratamento até o RAFA, pois apresentam alto rendimento com baixos custos e com manutenção muito mais simples do que as bombas submersíveis, a implantação de cobertura dos leitos de secagem dos lodos com telhas isofitálicas transparentes que impedem que chuvas hidratem novamente os lodos secos e, através da estufa que se forma, possibilita uma melhor secagem e mais rápida, e também a implantação das duas peneiras rotativas autolimpantes automatizadas para retirada de sedimentos, em vez dos gradeamentos e caixas de areias de uso convencional.

Figura 5 - Aspecto da construção da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2011.

Figura 6- ETE oeste de Adamantina em operação.



Fonte: Julio C. Villagra, 2012.

Figura 7- Peneiras rotativas autolimpantes e caixa de areia para retirada de sedimentos da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 8- Estação de bombeamento de esgotos com bombas helicoidais de eixo horizontal da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 9 - Reator anaeróbico de fluxo ascendente (RAFA) da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 10 – Ponto de coleta de esgotos para análise no R.A.F.A. da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 11- Vista do filtro anaeróbio associado ao RAFA da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 12 – Rampa de aeração entre o RAFA e as lagoas facultativas da ETE oeste de Adamantina, aparecendo o queimador de gases do RAFA.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 13 – Leitos de secagem cobertos dos lodos da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2015.

Figura 14 – Escada de aeração entre as lagoas facultativas da ETE oeste de Adamantina, aproveitando o desnível natural do terreno.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 15 - Detalhe dos aeradores tipo cachoeira da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2014.

A ETE compacta do distrito da Lagoa Seca é composta da associação de um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA) com um filtro biológico e uma desinfecção posterior em série. Em operação desde 2014, atende 118 domicílios ou cerca de 472 habitantes do total de 35.023 (IBGE, 2018), seus efluentes tratados são lançados no Córrego Japi enquadrado como Classe 2, que faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe.

A totalidade de seus esgotos são coletados e tratados, ou seja, todos os 118 domicílios do distrito são atendidos com saneamento sanitário. Considerando o baixo número de imóveis e seu isolamento, pois dista cerca de 25 km da sede do município, na divisa com a cidade de Valparaíso, é que esse módulo compacto foi adotado, apresentando bons resultados dos parâmetros de tratamento de esgotos.

Figura 16–ETE compacta do distrito da Lagoa Seca



Fonte: Décio D. Cesco, 2018.

Figura 17 – Gradeamento da ETE compacta do distrito da Lagoa Seca - Adamantina.



Fonte: Décio Cesco, 2018.

Figura 18 – Caixa de areia da ETE compacta da Lagoa Seca - Adamantina.



Fonte: Décio Cesco, 2018.

Figura 19 – Filtro biológico da ETE compacta da Lagoa Seca – Adamantina.



Fonte: Décio Cesco, 2018.

Figura 20 – Cloração final da ETE compacta da Lagoa Seca – Adamantina.



Fonte: Décio Cesco, 2018.

Tendo como objeto de análise essas estações de tratamento de esgoto, a presente dissertação de mestrado tem como objetivo apresentar os sistemas de tratamentos de esgotos operados pela Sabesp no município de Adamantina, visando demonstrar a importância do Saneamento Básico para a melhoria da qualidade das águas. Pretende-se também relatar os efeitos prejudiciais do lançamento de águas pluviais nos sistemas de esgotamento sanitário e promover discussões de suas vantagens técnicas e viabilidade de adoção em municípios não operados pela Sabesp na UGHRI em pauta.

Assim, pretende-se sensibilizar dirigentes dos diversos setores que aí convivem a celebrarem termos de cooperação entre si e assim disseminar o conhecimento adquirido pela Sabesp ao longo dos últimos quarenta anos na área do saneamento básico.

Para alcançar tais objetivos, o trabalho foi desenvolvido, considerando-se as seguintes etapas: revisão de literatura e caracterização socioambiental da área de estudo. Para tanto foram consideradas principais obras de referência da área de engenharia de saneamento básico, além de documentos elaborados por comitês de bacias, com ênfase no diagnóstico ambiental. No que se refere à caracterização da microrregião de Adamantina, foi elaborada uma coleção de mapas temáticos, assim como um acervo fotográfico com aspectos construtivos relevantes das estações de tratamento de esgoto de Adamantina.

Com base nos resultados alcançados, a dissertação de mestrado foi dividida em 3 capítulos. No capítulo 1, “A importância do saneamento básico na preservação dos recursos hídricos”, apresentamos a revisão de literatura a respeito do tema da pesquisa, destacando-se os principais parâmetros utilizados para atender a legislação ambiental no que refere ao uso dos recursos hídricos. No capítulo 2, “Caracterização da área de estudo”, são apresentados os principais aspectos da região, com base no material cartográfico e iconográfico. Por fim, no capítulo 3, “Os tratamentos de esgotos em Adamantina”, discorre sobre os tratamentos de esgoto da Sabesp em Adamantina.

CAPÍTULO 1

1 A importância do saneamento básico na preservação dos recursos hídricos

1.1 O uso da água pelos seres humanos

Dentre os recursos naturais fundamentais, a água é o que possui maior destaque, pois sua disponibilidade é necessária a todo tipo de vida no planeta, bem como para a maioria dos meios de produção (SARDINHA et al., 2008).

Para Sardinha et al. (2008), a disponibilidade de água significa que ela estará presente não somente em quantidade, mas também que sua qualidade seja satisfatória para suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos.

Segundo Zanini et al. (2010), o crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são frequentemente acompanhados de aumentos na demanda por água, cuja quantidade e qualidade são de fundamental importância para a saúde e o desenvolvimento de qualquer comunidade.

O uso da água pelo ser humano para diversas finalidades resulta na deterioração da sua qualidade, limitando geralmente seu potencial de uso (MEYBECK et al., 1996 apud SARDINHA et al., 2008). A expressão corrente "qualidade da água" não se refere a um grau de pureza absoluto ou mesmo próximo do absoluto, mas sim a um padrão tão próximo quanto possível da "natural", isto é, como a água se encontra nos rios e nascentes, antes do contato com o homem, explica Silveira (1999) apud Sardinha et al. (2008).

Segundo BRITTO (2004), "Um rio é uma coisa além de um simples acidente geográfico, ou uma linha no mapa; ou uma parte do terreno que não pode ser descrito de maneira adequada em um simples termo de topografia, e geologia; um rio é uma coisa viva, algo que possui energia, movimento, e que se transforma (Phelps)".

De acordo com Mancuso; Santos (2003), corpos d'água superficiais constituem parte fundamental nos processos de disposição dos resíduos gerados pela atividade humana, sendo de grande importância o conhecimento antecipado dos tipos e da magnitude dos danos que o despejo de cargas poluidoras pode causar nos ambientes aquáticos. Tais lançamentos podem ocorrer de forma controlada ou descontrolada.

A crise atual da água tem muitos componentes de origem social, econômica e ambiental: usos excessivos da água, aumento de demanda, gerenciamento setorial e

muito focado em quantidade. Contaminação da água, eutrofização e alterações no ciclo hidrológico em razão das mudanças globais são outros componentes (TUNDISI, 2008).

Mesmo sabendo da incomensurável importância para nossas vidas e do risco eminente da falta da mesma, muitos ainda continuam poluindo rios e reservatórios com uma carga maior do que a capacidade de autodepuração dos rios (SARDINHA et al., 2008).

Ao mesmo tempo em que a cidade admira e precisa dos seus rios, nestes lança cargas poluidoras ou contaminantes, prejudicando-os, sendo que muitas vezes inviabiliza demais usos da água a jusante, sobretudo o abastecimento público (GIANANTE, 1996).

Tundisi (2008) destaca que, no amplo contexto social, econômico e ambiental do século XXI, os seguintes principais problemas e processos são as causas mais relevantes da "crise da água":

- Intensa urbanização, aumentando a demanda pela água para abastecimento e desenvolvimento econômico e social, ampliando a descarga de recursos hídricos contaminados.
- Estresse e escassez de água em muitas regiões do planeta em razão das alterações na disponibilidade e aumento de demanda, e também de mudanças globais, com eventos hidrológicos extremos, aumentando a vulnerabilidade da população humana e comprometendo a segurança alimentar (chuvas intensas e períodos intensos de seca).
- Infraestrutura pobre e em estado crítico, em muitas áreas urbanas com até 30% de perdas na rede após o tratamento das águas.
- Problemas na falta de articulação de políticas públicas e falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos, implicando numa sustentabilidade ambiental perrenque.

Segundo Baird (2002), as águas superficiais doces, ou seja, águas que residem na superfície da Terra em rios, córregos e lagos, são importantes não apenas como fonte principal de água potável, mas também como habitats para a vida vegetal e animal que contêm, e como possibilidade de recreação e transporte que proporcionam.

O impacto da atividade humana sobre um território pode ser facilmente avaliado através do diagnóstico da qualidade das águas superficiais. Neste sentido, a avaliação de parâmetros como carga de sedimentos e de organismos, metais pesados, fósforo e moléculas de agrotóxicos em águas de microbacia hidrográfica (MBH) auxilia na determinação do nível de poluição, subsidiando a sua identificação e origem,

permitindo a elaboração de estratégias adequadas de manejo (BORTOLUZZI et al., 2005).

Em escala global, a água deve ser analisada como um recurso essencial ao uso humano que, apesar de renovável, necessita cada vez mais de um manejo criterioso para não se tornar escasso pela própria degradação antropogênica (MAROTTA; SANTOS; ENRICH-PRAST, 2008).

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), entre outras considerações, conceitua o termo poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente:

- a) Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) Afetem desfavoravelmente a biota;
- d) Lancem materiais ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

1.2 A poluição das águas

A água é considerada poluída quando a sua composição for alterada, tornando-a imprópria para algumas ou todas as suas utilizações em estado natural (FREITAS, 1997).

Von Sperling (2005) define que a poluição das águas é a adição de substâncias ou de formas de energias que alterem a natureza do corpo d'água, direta ou indiretamente, de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos. Essas alterações podem produzir impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos (BRAGA et al., 2005). As águas superficiais raramente estão livres de contaminação, mesmo nas bacias com pouca ou nenhuma atividade humana (SIRIGATE, 2005).

Braga et al. (2005) explica que, em sua origem, o vocábulo poluição está associado ao ato de manchar ou sujar, o que demonstra a conotação estética dada à poluição quando essa passou a ser percebida. Entretanto, a alteração da qualidade da água não está necessariamente ligada somente a aspectos estéticos, já que a água de aparência satisfatória para um determinado uso pode conter microorganismos patogênicos e substâncias tóxicas para determinadas espécies, e águas com aspecto desagradável podem ter determinados usos. A noção de poluição deve estar associada ao uso que se faz da água.

Segundo Mancuso, Santos (2003) p. 125, nas atividades econômicas do homem, o conceito de qualidade é invariavelmente associado ao uso de um bem ou serviço. Dessa associação derivam as definições de qualidade baseadas em adequação ao uso, satisfação do usuário e o estabelecimento de padrões de qualidade, ou seja, características que definem um bem ou serviço que atende às necessidades do uso a que ele se destina.

Braga et al. (2005) destaca que é importante distinguir a diferença entre os conceitos de poluição e contaminação, já que ambos são às vezes utilizados como sinônimos. A contaminação refere-se à transmissão de substâncias ou microorganismos nocivos à saúde pela água. A ocorrência da contaminação não implica necessariamente um desequilíbrio ecológico. Assim, a presença na água de organismos patogênicos prejudiciais ao homem não significa que o meio ambiente aquático esteja ecologicamente desequilibrado. De maneira análoga, a ocorrência de poluição não implica necessariamente riscos à saúde de todos os organismos que fazem uso dos recursos hídricos afetados. Por exemplo, a introdução de calor excessivo nos corpos de água pode causar profundas alterações ecológicas no meio sem que isso signifique necessariamente restrições ao seu consumo pelo homem.

A falta de qualidade das águas naturais é hoje um dos mais graves problemas mundiais, ficando atrás somente da distribuição de renda (FREITAS et al., 2008).

Os efeitos resultantes da introdução de poluentes ao meio aquático dependem da natureza do poluente introduzido, do caminho que esse poluente percorre no meio e do uso que se faz do corpo de água (BRAGA et al., 2005).

Von Sperling (2005) define as cargas poluidoras em:

- I. Carga pontual – os poluentes atingem o corpo d'água de maneira concentrada em um único ponto.
- II. Carga não pontual ou difusa – os poluentes adentram o corpo d'água distribuídos ao longo de parte de sua extensão.

BRAGA et al. (2005) ressalta que cargas pontuais são facilmente identificadas e, portanto, seu controle é mais eficiente e mais rápido. As cargas difusas são assim chamadas por não terem um ponto de lançamento específico e por ocorrerem ao longo da margem dos rios como, por exemplo, as substâncias provenientes de campos agrícolas, ou por não advirem de um ponto preciso de geração, como no caso de drenagem urbana.

Para Zamperion; Vieira (2011), a poluição da água indica que um ou mais de seus usos foram prejudicados, podendo atingir o homem de forma direta, pois ela é usada por este para ser bebida, para tomar banho, para lavar roupas e utensílios e,

principalmente, para sua alimentação e dos animais domésticos. Além disso, abastece nossas cidades, sendo também utilizada nas indústrias e na irrigação de plantações. Por isso, a água deve ter aspecto limpo, pureza de gosto e estar isenta de microorganismos patogênicos.

Soares (2003) aponta que, no Brasil, a poluição ocorre pelo não cumprimento da legislação, pela ineficiência de políticas públicas e, principalmente, pela falta de conscientização da população no sentido de prevenir a degradação. Essa falta de conscientização é gerada pela sensação de abundância, já que o Brasil possui cerca de 12% da água superficial do mundo (UNIÁGUA, 2006).

A proteção do meio ambiente e o combate à poluição em qualquer de suas formas é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios. Constitui também competência dessas esferas a melhoria das condições ambientais, legislar sobre a defesa do solo e dos recursos naturais e responsabilizar os envolvidos por dano ao meio ambiente, salienta Soares (2003).

1.2.1 Principais poluentes aquáticos

Braga et al. (2005) esclarece que os poluentes são classificados de acordo com sua natureza e com os principais impactos causados pelo seu lançamento no meio aquático.

1.2.1.1 Poluentes orgânicos biodegradáveis

A matéria orgânica biodegradável lançada na água será degradada pelos organismos decompositores presentes no meio aquático. Para estes compostos, constituídos principalmente por proteínas, carboidratos e gorduras serem degradados, existe duas maneiras:

- Se houver oxigênio dissolvido no meio, a decomposição será feita por bactérias aeróbias, que consomem o oxigênio dissolvido existente na água. Se o consumo de oxigênio for mais intenso que a capacidade do meio para repô-lo, haverá seu esgotamento e a inviabilidade da existência de vida para peixes e outros organismos que dependem do oxigênio para respirar;
- Se não houver oxigênio dissolvido no meio, ocorrerá a decomposição anaeróbia, com a formação de gases, como o metano e o gás sulfídrico.

A principal causa de degradação das águas no espaço urbano é o lançamento de efluentes domésticos sem o tratamento adequado, os quais são ricos em matéria orgânica e nutrientes (MAROTTA; SANTOS; ENRICH-PRAST, 2008). Essa matéria orgânica e os nutrientes fazem com que diminua a concentração de oxigênio dissolvido na água, causando mais impacto do que as presenças tóxicas existentes nos despejos.

1.2.1.2 Poluentes orgânicos recalcitrantes ou refratários

Muitos compostos orgânicos não são biodegradáveis ou sua taxa de biodegradação é muito lenta. Tais compostos também recebem a denominação de recalcitrantes ou refratários, cujo impacto está associado à sua toxicidade, e não ao consumo de oxigênio utilizados para sua decomposição, como os defensivos agrícolas, detergentes sintéticos e o petróleo (BRAGA et al., 2005).

1.2.1.3 Nutrientes

Segundo Braga et al. (2005) o excesso de nutrientes nos corpos de água pode levar ao crescimento acelerado de alguns organismos aquáticos, acarretando prejuízo a determinados usos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Esses nutrientes, notadamente os sais de nitrogênio e o fósforo, são comumente responsáveis pela proliferação acentuada de algas, as quais podem prejudicar a utilização de mananciais de água potável.

1.2.1.4 Sólidos em suspensão

Os sólidos em suspensão aumentam a turbidez da água, isto é, diminuem sua transparência. O aumento da turbidez reduz as taxas de fotossíntese e prejudica a procura de alimento para algumas espécies, levando a desequilíbrios na cadeia alimentar (BRAGA et al., 2005).

Para Marotta; Santos; Enrich-Prast (2008) as alterações na qualidade da água dos ecossistemas podem ser causadas por processos predominantemente naturais ou antropogênicos. Enquanto as alterações naturais são comumente lentas e graduais, resultantes da lixiviação terrestre e do escoamento hídrico, as alterações antropogênicas são, em geral, induzidas rapidamente.

A água de rios e córregos também sofre contaminações como, por exemplo: os resíduos de couro, esgoto doméstico clandestino, chorume do aterro sanitário, fezes de ruminantes, lixo clandestino próximos aos corpos d'água e eutrofização causada pelo assoreamento dos córregos devido ao acesso de sedimentos suspensos (Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT– 2008).

1.2.2 Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é um dos constituintes mais importantes do meio aquático, talvez o principal parâmetro utilizado nos estudos de qualidade da água, uma vez que o OD é um bom indicador da capacidade que um corpo hídrico tem de promover a autodepuração da matéria orgânica descartada em seu curso, diz Sena; Palma (2010).

Com exceção dos microorganismos anaeróbios, todos os demais necessitam de oxigênio livre (dissolvido no meio líquido) para realizar seu metabolismo. “Organismos anaeróbios são aqueles que utilizam para seu metabolismo o oxigênio combinado em certos compostos químicos” (BRITTO, 2004).

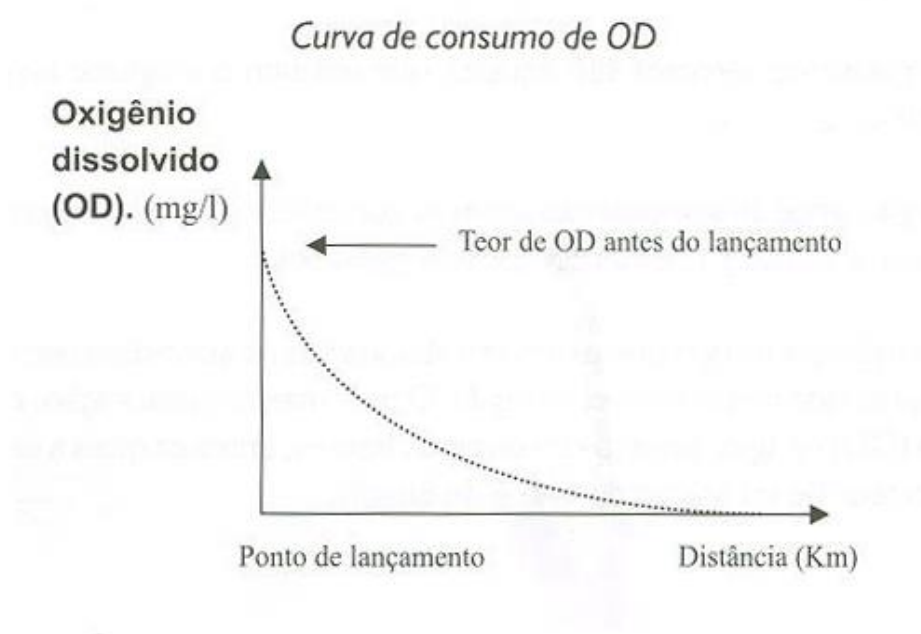
A própria existência de seres vivos no interior do meio líquido implica no consumo de certa quantidade de OD (BRITTO, 2004). Nas águas naturais, o oxigênio é indispensável especialmente para os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 4,0 mg/L (PIVELI, 2005).

De acordo com Britto (2004), caso não houvesse um contínuo suprimento de oxigênio ao meio líquido, a tendência seria abaixar o teor de OD até níveis que impossibilitassem a sobrevivência dos organismos (a morte de alguns peixes se inicia com teores de OD de 4 mg/L). Entretanto, os cursos d'água tem a capacidade de absorver oxigênio da atmosfera (reaeração) para suprir o oxigênio consumido em seu interior. Além do oxigênio suprido diretamente pela atmosfera, o corpo líquido recebe oxigênio fornecido pelas plantas aquáticas através da fotossíntese. Há, portanto, em condições naturais, um equilíbrio entre o oxigênio consumido pelos seres vivos e o oxigênio fornecido ao corpo líquido, equilíbrio este que mantém o teor de OD em um nível compatível com a manutenção da vida.

Britto (2004) continua dizendo que, ao lançar em um corpo líquido uma certa quantidade de esgoto, a avides deste esgoto por oxigênio, denominada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), irá tender a romper esse equilíbrio. O consumo de OD aumentado pela presença do esgoto irá diminuir o nível de OD no corpo d'água. Caso não houvesse reaeração, a tendência seria que este nível baixasse continuamente,

rapidamente a princípio, mais lentamente após, até atingir níveis extremamente baixos, de acordo com a Figura 21.

Figura 21 – Curva de consumo de Oxigênio Dissolvido.



Fonte: Britto, 2004.

As causas antrópicas que mais contribuem para o decréscimo do oxigênio na água são as descargas de efluentes e resíduos sólidos orgânicos no leito dos rios e a elevação da temperatura hídrica devido a despejos industriais. Existem vários parâmetros que podem ser utilizados para se estabelecer detalhadamente a qualidade das águas, mas a concentração de oxigênio dissolvido (OD) tem se mostrado ser um dado simples, seguro e bastante eficaz para denunciar a presença de matéria orgânica oxidável, tornando-se assim, um índice expressivo da qualidade sanitária das águas, explica Britto (2004).

Vários trabalhos e estudos ratificam a adoção do OD como melhor parâmetro ambiental para identificação da qualidade das águas. Machado; Carvalho; Souza (2009) apud Sena; Palma, (2010) afirma que “o oxigênio é o parâmetro mais importante dos lagos, exceto a própria água. Entre vários parâmetros físicos, químicos e biológicos que determinam a qualidade da água de um rio, lago ou represa, o oxigênio dissolvido é considerado um dos parâmetros mais significativos.” (Sena; Palma, 2010).

O oxigênio, segundo Jordão; Pessôa (2005) é na verdade o parâmetro mais importante na avaliação da qualidade de um corpo d'água, e sua concentração, em qualquer ponto, indicará a condição desta coleção hídrica em relação a eventuais lançamentos de cargas poluidoras, pontuais ou difusas. A vida aquática pode ser relacionada à concentração de oxigênio dissolvido presente no corpo d'água. Quanto maior a temperatura, menor a concentração disponível de oxigênio dissolvido no corpo d'água. A Tabela 1 indica as condições da vida aquática no rio de acordo com a DBO₅ e o OD, mostrando inclusive seu aspecto estético.

Tabela 1 - A vida aquática.

Condição do rio	DBO ₅ , 20°C (mg/L)	Aspecto estético	OD (% de saturação)	Vida peixes
Muito Limpo	1	Bom	80%	Vida aquática
Limpo	2	Bom	80%	Vida aquática
Relat. Limpo	3	Bom	80%	Vida aquática
Duvidoso	5	Turvo	50%	Só os mais resistentes
Pobre	7,5	Turvo	50%	Só os mais resistentes
Mau	10	Mau	Quase nulo	Difícil
Mau	20	Mau	Quase nulo	Difícil

Fonte: Jordão; Pessôa, 2005.

1.2.3 Demanda bioquímica de oxigênio

A DBO é um dos parâmetros mais importantes e utilizados no que se refere ao tratamento de esgotos (MORENO; SILVA, 2010). Utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas. Retrata de uma forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água (SENA; PALMA, 2010). A DBO é determinada a partir da medição do índice de OD de uma amostra antes e depois de um período, (geralmente é utilizada a DBO₅²⁰) que é a quantidade absorvida de OD pela amostra durante cinco dias, com a temperatura de 20°C (FARIA, 2008), considerada a temperatura ideal para o metabolismo bacteriano.

O termo DBO é de difícil compreensão para os iniciantes nas ciências da natureza, imagine então para os leigos, como por exemplo como alguns representantes da sociedade civil nos comitês de bacias hidrográficas, portanto mesmo que sucintamente discorreremos dos aspectos do termo, onde “D” de demanda tem o sentido do que amostra analisada “Requer” de oxigênio para metabolizar a carga orgânica presente na mesma, sendo que o termo metabolizar significa a oxidação da carga orgânica, enquanto o termo oxidação corresponde a extinção dos resíduos orgânicos estudados.

Quando a matéria orgânica biodegradável é despejada no meio aquático, os decompositores fazem sua digestão por meio de mecanismos bioquímicos. Os seres decompositores aeróbios respiram o oxigênio dissolvido na água e passam a competir com os demais organismos. Como tem alimento à sua disposição (nesse caso, a matéria orgânica para ser decomposta) e possuem requisitos de sobrevivência em termos de oxigênio bastante baixos, eles ganham a competição. Com isso, os peixes morrem e a população dos decompositores cresce rapidamente. É dessa forma que a matéria orgânica biodegradável causa poluição. A redução dos teores de oxigênio dissolvido pelo excesso de consumo pelos decompositores prejudica a sobrevivência dos demais seres consumidores (BRAGA et al., 2005).

Braga et al. (2005) ainda esclarece que o valor da DBO, de acordo com a natureza do despejo, varia consideravelmente. Por exemplo, a DBO₅ para esgoto doméstico situa-se em torno de 300mg/L, sendo esse valor substancialmente maior que a concentração de saturação de oxigênio dissolvido na água, que fica em torno de 9mg/L para a água pura a 20°C. Outros tipos de despejos podem possuir DBO₅²⁰ mais elevadas que o esgoto doméstico, como, por exemplo, aqueles resultantes de certas indústrias alimentícias, fábricas de papel e celulose, curtumes, entre outros. A Tabela 2 mostra as típicas contribuições unitárias de DBO de diferentes tipos de efluentes industriais.

Tabela 2 - Concentrações e contribuições unitárias típicas de DBO de efluentes industriais.

TIPO DE EFLUENTE	CONCENTRAÇÃO DBO ₅ ²⁰ (mg/L)		CONTRIBUIÇÃO UNITÁRIA DE DBO ₅ ²⁰ (kg/dia)	
	FAIXA	VALOR TÍPICO	FAIXA	VALOR TÍPICO
Esgoto Sanitário	110-400	220	---	54 g/hab.dia
Celulose Branqueada (processo Kraft)	---	300	29,2 a 42,7 kg/ton	---
Têxtil	250-600	---		---
Laticínio	1000-1500	---	1,5-1,8 kg/m ³ leite	---
Abatedouro bovino	---	1125	---	6,3 kg/1000 kg Peso vivo
Curtume (ao cromo)	---	2500	---	88 kg/ton pele Salgada
Cervejaria	1611-1784	1718	---	10,4 kg/m ³ Cerveja
Refrigerante	940-1335	1188	---	4,8 kg/m ³ Refrigerante
Suco cítrico concentrado	2100-3000	---	---	2,0 kg/1000 kg Laranja
Açúcar e álcool	---	25000	---	---

Fonte: Braile; Cavalcanti, 1993; CETESB, 1989-1990, apud Piveli, 2005.

Um corpo de água poluído por lançamentos de matéria orgânica biodegradável sofre um processo natural de recuperação denominado autodepuração (BRAGA et al., 2005).

1.2.4 Autodepuração

A capacidade de autodepuração de um rio é em função de uma série de fatores, e típica para cada rio e cada condição. Será justamente esta capacidade de depuração que deverá indicar a quantidade de esgotos, ou de matéria orgânica, que poderá ser lançada no curso d'água, a fim de que uma determinada distância do ponto de lançamento exista condições de vida aquática e de uso benéfico da água (JORDÃO; PESSÔA, 2005).

Novamente encontramos termos de difícil compreensão para leigos entenderem, e da mesma forma que tratamos a DBO, a seguir explicaremos que autodepuração é a auto limpeza que os cursos de águas são capazes de realizarem graças a quedas, cachoeiras, presença de raios solares, movimentos e fluxos de ventos, temperatura dos mesmos, quiçá inclusive movimentos tectônicos, mesmo os imperceptíveis pelos habitantes da UGRHI – Aguapeí/Peixe, somando-se ainda outros que não foram sequer citados em literatura, mas que em conjunto promovem a limpeza gradual e constante dos cursos d'águas, sempre medidos a partir de um escolhido ponto de lançamento de carga orgânica pontual, ao longo da distância para jusante (para baixo) onde os parâmetros preconizados pelas legislações são atendidos.

Contudo, Giansante (1996) ressalta que não é absolutamente proibido lançar despejos nos rios, porque estes têm uma capacidade de assimilá-los, ao ocorrerem diversos mecanismos naturais: difusão, oxidação biológica da matéria orgânica, entre outros. Somente deve-se lançar a quantidade assimilável pelo corpo d'água, isto é, aquela que não degrada fortemente um rio, mantendo seu complexo ecossistema aquático, inclusive os peixes. Mesmo os sistemas mais avançados de tratamento de despejos pressupõem uma carga residuária a ser destinada aos rios, portanto resta determinar o quanto um rio pode absorvê-las sem se degradar e a melhor localização desses lançamentos.

Os cursos d'água após receberem uma carga de poluição, sofrem modificações em suas características, mas tendem a restabelecer as condições existentes antes do lançamento dos esgotos. Esta recuperação é conhecida por “autodepuração dos cursos d'água” (BRITTO, 2004).

Após a entrada da fonte de poluição, o equilíbrio entre as comunidades é afetado, resultando numa desorganização inicial, seguida por uma tendência posterior à reorganização (SARDINHA et al., 2008).

“Autodepuração de um curso d’água é a capacidade do curso d’água de receber uma certa carga poluidora, eliminando-a gradativamente ao longo do seu curso mediante ações naturais.” (BRITTO, 2004).

Britto (2004) explica que existe um certo limite na carga poluidora a ser lançada ao corpo receptor, caso existir o desejo de se manter o nível mínimo de OD (ponto crítico). Se as necessidades de oxigênio do esgoto lançado forem muito altas, todo o OD do corpo receptor será imediatamente consumido e no ponto crítico teremos ausência de OD, situação que, dependendo da carga poluidora, pode se prolongar por um longo trecho do rio, o que é altamente indesejável. A Figura 22 representa a variação do OD ao longo da distância no corpo receptor, ressaltando que o trecho compreendido entre os pontos x_1 e x_2 é o trecho que o curso d’água encontra-se “morto”, ou seja, necessita da intervenção dos governos, da sociedade civil, da participação de entidades educacionais, da vontade do povo para promover ações afim de “recuperar” algo que do nosso ponto de vista seria muitíssimo mais barato, se medidas preventivas as nossas gerações passadas houvessem adotada.

Figura 22 – Curva de Oxigênio Dissolvido do Corpo Receptor.



Fonte: Britto, 2004 (Adaptado por Villagra, 2017).

Segundo Braga et al. (2005), a matéria orgânica é consumida pelos decompositores aeróbios, que transformam os compostos orgânicos de cadeias mais complexas (proteínas e gorduras) em compostos mais simples (amônia, aminoácidos e

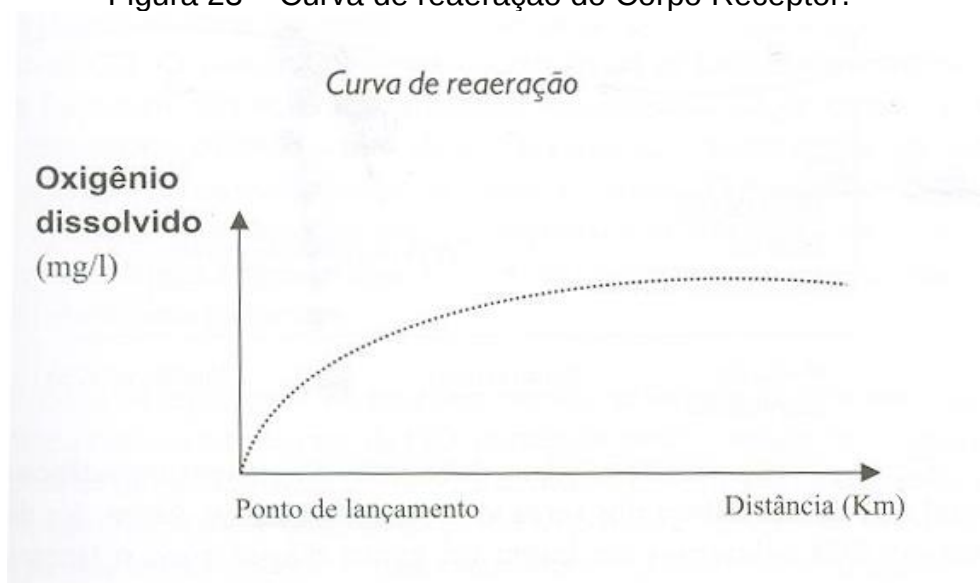
dióxido de carbono). Durante a decomposição, há um decréscimo nas concentrações de oxigênio dissolvido na água por causa da respiração dos decompositores. O processo de autodepuração completa-se com a reposição, pela reaeração, desse oxigênio consumido e pode ser dividido em duas etapas: decomposição e recuperação do oxigênio dissolvido.

Na etapa da decomposição a quantidade de oxigênio dissolvido na água necessária para decompor a matéria orgânica é chamada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que serve como uma forma de medição do potencial poluidor de certas substâncias biodegradáveis em relação ao consumo de oxigênio dissolvido.

Quando os decompositores terminam sua tarefa, dizemos que a matéria orgânica foi estabilizada, por não existirem mais compostos orgânicos biodegradáveis, mas apenas água, gás carbônico e sais minerais.

Na etapa de recuperação do oxigênio dissolvido ou reaeração, Britto (2004) afirma que o curso d'água tem uma certa capacidade de recuperar oxigênio. Esta capacidade é função, entre outros fatores, do próprio teor de OD, sendo mais rápida a reaeração quanto maior a diferença entre a saturação e o OD existente no corpo d'água. Assim a quantidade de oxigênio recuperada pelo curso d'água varia conforme a Figura 23 a seguir:

Figura 23 – Curva de reaeração do Corpo Receptor.



Fonte: Britto, 2004.

Portanto, o teor de OD no curso d'água sofre a influência de duas ações: uma tendência a cair, devido ao consumo, e a tendência a recuperar-se devido à reaeração. Inicialmente, quando o OD consumido é maior que o OD recuperado, o nível de OD no corpo líquido irá cair até um mínimo (ponto crítico) (BRITTO, 2004).

Existem fontes contínuas que adicionam oxigênio à água: a atmosfera e a fotossíntese. As trocas atmosféricas são mais intensas quanto maior for a turbulência no curso de água. Porém, durante a fase de decomposição, usualmente o consumo é maior do que a reposição por ambas as fontes. Apenas quando cessa a decomposição e os decompositores morrem é que o oxigênio começa a “sobrar”, e sua concentração aumenta novamente. Essas duas etapas ocorrem simultaneamente ao longo de todo o processo, segundo Braga et al. (2005).

A zona anterior ao lançamento de matéria orgânica, em geral, é uma região de águas limpas, com elevada concentração de oxigênio dissolvido e vida aquática superior, isso se já não existir poluição anterior. A zona de degradação, localizada a jusante do ponto de lançamento do poluente biodegradável, é caracterizada por uma diminuição inicial na concentração de oxigênio dissolvido, sedimentação de parte do material sólido e aspecto indesejável. Na zona de decomposição ativa a concentração de oxigênio dissolvido atinge o valor mínimo, podendo inclusive tornar-se igual a zero em alguns casos, havendo também uma redução ou mesmo eliminação da quantidade de organismos aeróbios. Na zona de recuperação o aspecto da água melhora continuamente, pois a concentração de oxigênio dissolvido aumenta devido à reaeração superar a desoxigenação, reduzindo a quantidade de bactérias e fungos e aumentando a quantidade de peixes e outros organismos mais resistentes. Finalmente nas zonas de águas limpas a água volta a apresentar condições satisfatórias com relação às concentrações de oxigênio dissolvido e DBO e com relação à presença de organismos aeróbios, mas isso não significa que ela esteja livre de organismos patogênicos, define Braga et al. (2005).

1.2.5 Padrões de lançamentos de efluentes

Os limites de emissão de cargas poluidoras nos corpos d'água são estipulados por entidades governamentais e outros órgãos reguladores para garantir níveis aceitáveis de qualidade da água. Desta forma, foram elaborados padrões que

devem ser seguidos para que os rios fiquem dentro do seu enquadramento, segundo sua classe e seu uso.

O grau de tratamento do efluente necessário será sempre em função do corpo receptor, das características de uso da água a jusante do lançamento, de sua capacidade de autodepuração, e das características e condições dos despejos (JORDÃO; PESSÔA, 2005).

A Resolução CONAMA nº20, de 18 de junho de 1986, define as classes para enquadramento das águas superficiais da seguinte maneira: águas doces (Classes Especial, 1, 2, 3 e 4), águas salinas (Classes Especial, 1, 2 e 3) e águas salobras (Classes Especial, 1, 2 e 3), estabelecendo os limites e condições exigidas para cada uma das mesmas. A Tabela 3 mostra as classes de enquadramento dos rios e seus usos preponderantes.

Tabela 3 - Classificação das águas doces segundo seus usos preponderantes – Resolução CONAMA nº 20.

CLASSE	USOS PERMITIDOS
Especial	▪ abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção ▪ preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
1	▪ abastecimento doméstico após tratamento simplificado ▪ proteção das comunidades aquáticas ▪ recreação de contato primário (natação, esqui aquático, mergulho) ▪ irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que sejam ingeridas cruas e sem remoção de película ▪ criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
2	▪ abastecimento doméstico após tratamento convencional ▪ proteção das comunidades aquáticas ▪ recreação de contato primário (esqui, aquático, natação, mergulho) ▪ irrigação de hortaliças e plantas frutíferas ▪ criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
3	▪ abastecimento doméstico após tratamento convencional ▪ irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras ▪ dessedentação de animais
4	▪ navegação ▪ harmonia paisagística ▪ usos menos exigentes

Fonte: Resolução CONAMA nº 20, 1986.

A Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011 (que complementou e alterou a anterior Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005), estabelece para cada classe de água os padrões a serem mantidos. A Tabela 4 mostra quais os valores máximos permitidos para águas doces de classe 4.

Tabela 4 - Parâmetros Físico-Químicos para águas doces de classe 4.

Parâmetros Físico-Químicos	Valor máximo
Materiais flutuantes	virtualmente ausentes
Odor e aspecto	não objetáveis
Óleos e graxas	toleram- sem iridescências
Substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação	virtualmente ausentes
Fenóis totais (que reagem com 4-aminoantipirina)	$\leq 1,0$ mg/L de C_6H_5OH
OD	$\geq 2,0$ mg/L
pH	6,0 a 9,0

Fonte: UMWELT-SC, 2011.

A Tabela 5 mostra os padrões para lançamentos de efluentes, demonstrando os novos parâmetros adotados pela Resolução CONAMA 430/2011.

Tabela 5 - Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes.

Parâmetros Físico-Químicos, incluindo nutrientes	Valor máximo
pH	5 a 9
Temperatura	$< 40^{\circ}C$ / na zona de mistura: $\Delta T \leq 3^{\circ}C$
Vazão máxima	1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária
Óleos e graxas minerais:	20 mg/L
Óleos e graxas vegetais e gorduras animais:	50 mg/L
Materiais flutuantes	ausentes
Materiais sedimentáveis (SD-60) p/ lançamento em lagos e lagoas:	virtualmente ausente p/ as demais condições: 1 mL/L
Nitrogênio Amoniacal Total	20 mg/L
Fósforo	O órgão competente poderá definir padrões específicos no caso de floração de cianobactérias, no case de captação no mesmo corpo receptor.
DBO _{5,20}	Remoção mínima de 60% ou estudo de autodepuração que comprove atendimento às metas de enquadramento do corpo receptor.

Novos parâmetros adotados pela resolução 430/2011

Fonte: UMWELT-SC, 2011.

A Tabela 6 mostra as condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

Tabela 6 - Condições e Padrões para Efluentes de sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários.

Parâmetros Físico-Químicos, incluindo nutrientes	Valor máximo
pH	5 a 9
Temperatura	< 40°C / na zona de mistura: $\Delta T \leq 3^{\circ}\text{C}$
Materiais sedimentáveis (SD-60) p/ lançamento em lagos e lagoas:	virtualmente ausente p/ as demais condições: 1 mL/L
Nitrogênio Amoniacal Total	Não necessariamente exigível
DBO _{5,20}	120 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 60% ou estudo de autodepuração que comprove atendimento às metas de enquadramento do corpo receptor.
Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas)	100 mg/L

Fonte: UMWELT-SC, 2011.

De acordo com Moreno; Silva (2010), o lançamento de esgoto in natura nos corpos receptores agrava cada vez mais os índices de qualidade das águas superficiais, e vinculado a estes índices de qualidade está o aumento de doenças relacionada com a água. Além da contaminação biológica, os esgotos carregam em sua composição altos índices de materiais orgânicos que, ao serem lançados e diluídos em um corpo receptor passam a aumentar os valores de parâmetros conhecidos como DBO (demanda bioquímica de oxigênio), conseqüentemente diminuindo o OD (oxigênio dissolvido) na água, resultado do metabolismo de microorganismos aeróbios que utilizam o oxigênio dissolvido na água para estabilizar a matéria orgânica presente nos esgotos, gerando gás carbônico e água.

Segundo IPT (2008), o tratamento de esgoto sanitário é o serviço de saneamento básico mais deficiente no Brasil (IBGE). A falta deste tratamento e o lançamento para os rios afetam a qualidade das águas e com isso provoca uma repercussão econômica e não somente ambiental. A qualidade das águas fica comprometida, causando danos à fauna aquática e à flora que está próxima a essas águas que recebem os detritos.

Em um esgoto predominantemente doméstico, 75% dos sólidos em suspensão e 40% dos sólidos dissolvidos são de natureza orgânica. Estes compostos são constituídos principalmente de carbono, hidrogênio e oxigênio, além de outros elementos como nitrogênio, fósforo, enxofre, ferro, entre outros. Os principais grupos

de substâncias orgânicas encontradas nos esgotos são carboidratos (25 a 50%), proteínas (40 a 60%) e óleos e graxas (10%). Outros compostos orgânicos sintéticos são encontrados em menor quantidade como detergentes, pesticidas e fenóis, de acordo com Metcalf; Eddy (1994) apud Piveli (2005).

1.3 Os investimentos em saneamento

Os investimentos em saneamento influenciam na saúde das pessoas, no meio ambiente, nos gastos públicos, na economia, na educação e inclusive no turismo, pois os dejetos que chegam à natureza sem tratamento impactam a vida de todos.

Estudo do Instituto Trata Brasil em parceria com a Sabesp informa que a universalização do saneamento básico em 20 anos traria ao Brasil benefícios econômicos e sociais da ordem de R\$ 537 bilhões, resultante, por exemplo, da redução dos custos com internações hospitalares, da diminuição de tempo de afastamento dos trabalhadores por doenças, da melhora na educação e na geração de empregos.

Dados recentes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), entre 2005 e 2015 a população atendida por coleta de esgoto passou de 39,5% para 50,3% beneficiando 35,2 milhões de pessoas. Já o total de brasileiros atendidos por abastecimento de água tratada passou de 80,9% para 83,3%. Ainda assim, quase metade da população, mais de 100 milhões de pessoas, utilizam medidas alternativas para lidar com os esgotos, muitas vezes lançando os efluentes diretamente em rios, e 34 milhões de brasileiros não tem acesso a água tratada.

Em comunidades onde não há coleta e tratamento de esgotos os efluentes chegarão aos mananciais, degradando a água que será consumida e aumentando os custos para tratar essa água poluída.

A mudança desta situação descrita é o investimento de R\$ 78 bilhões até 2022 visando a ampliação do número de moradias com coleta de esgoto e acesso à água tratada, ou seja, uma média de R\$ 13 bilhões por ano, aparentemente grande, mas que representa apenas 0,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, com aumento para 95% as moradias com água encanada e para 80% com coleta de esgoto.

A importância do saneamento básico é muito mais do que coleta de esgoto e a distribuição de água tratada, pois inclui o tratamento desses esgotos, o correto

aproveitamento da água tratada, a preservação das nascentes e o descarte correto do lixo, que trazem benefícios efetivos para as pessoas.

Há sete motivos para se investir em saneamento básico:

1- Melhoria da saúde da população.

A maior vantagem de se investir no saneamento no país é a melhoria na saúde da população, com a diminuição de doenças como dengue, diarreia, infecções gastrointestinais e leptospirose, por exemplo. Um estudo do BNDES estima que 65% das internações de crianças com menos de 10 anos em hospitais sejam provocadas por deficiência ou inexistência de esgoto e água limpa. Outro aspecto é a estimativa que 10% de todas as doenças registradas no mundo poderiam ser evitadas com acesso ao saneamento básico. Cada R\$ 1 aplicado em saneamento reverte em R\$ 4 de economia com saúde para o setor público.

2- Geração de empregos.

Obras de saneamento geram empregos, entre 2005 e 2015, os novos investimentos em saneamento sustentaram 142 mil postos de trabalho anuais, que geraram mais de R\$ 11 bilhões por ano de renda na economia do país, enquanto para se manter as operações em saneamento foram mais 340 mil empregos no período, com uma renda anual de R\$ 43,9 bilhões, todo esse dinheiro movimenta a economia das cidades do país.

3- Cooperação com a educação

Há efetiva melhoria no rendimento escolar, pois crianças que vivem em áreas sem saneamento básico apresentam 18% a menos de rendimento escolar, segundo o mesmo estudo do BNDES.

4- Economia de dinheiro público

Estudo do Instituto Trata Brasil demonstra que o Brasil poderia economizar muito dinheiro se melhorasse o saneamento básico, segundo o levantamento, se houver avanço gradativo em saneamento entre 2015 e 2035, o país teria redução de mortalidade infantil, menos pessoas doentes, menos pessoas afastadas do trabalho e menos despesas com internações do SUS (Sistema Único de Saúde) com economia de R\$ 7,2 bilhões em 20 anos.

5 – Incentivo ao turismo.

O setor do turismo ganha com investimentos em saneamento, considerando que cidades perdem turistas por falta de infraestrutura adequada. Em 20 anos, entre 2015 a 2035, os ganhos com a valorização ambiental para o turismo brasileiro poderiam atingir R\$ 24,5 bilhões, um dinheiro que movimenta toda a cadeia turística, do proprietário de estabelecimentos de suporte ao turismo ao vendedor ambulante. A falta de investimentos, porém, gera prejuízos. Em 2015, o país perdeu R\$ 9,4 bilhões pela falta de saneamento básico (R\$ 5,8 bilhões de renda do trabalho que deixou de ser gerada e R\$ 3,6 bilhões de lucros e impostos que deixaram de ser arrecadados).

6 – Melhoria do meio ambiente.

Investir em saneamento básico é investir diretamente no meio ambiente e numa melhoria de vida para as gerações futuras. Os dejetos lançados nos cursos de águas impactam diretamente o tratamento da água, se os rios estivessem mais limpos, se gastaria menos dinheiro para tratar a água que as pessoas consomem, com reflexo, inclusive, na tarifa que se paga.

7 – Aumento de produtividade.

População com saneamento básico produz mais porque falta menos ao trabalho. Em 2013, segundo o Ministério da Saúde, o Brasil teve mais de 14 milhões de afastamentos por diarreia ou vômito,. Em cada afastamento, as pessoas ficaram em média 3,32 dias longe de suas atividades. Em 2015, o custo com horas não trabalhadas chegou a R\$ 872 milhões.

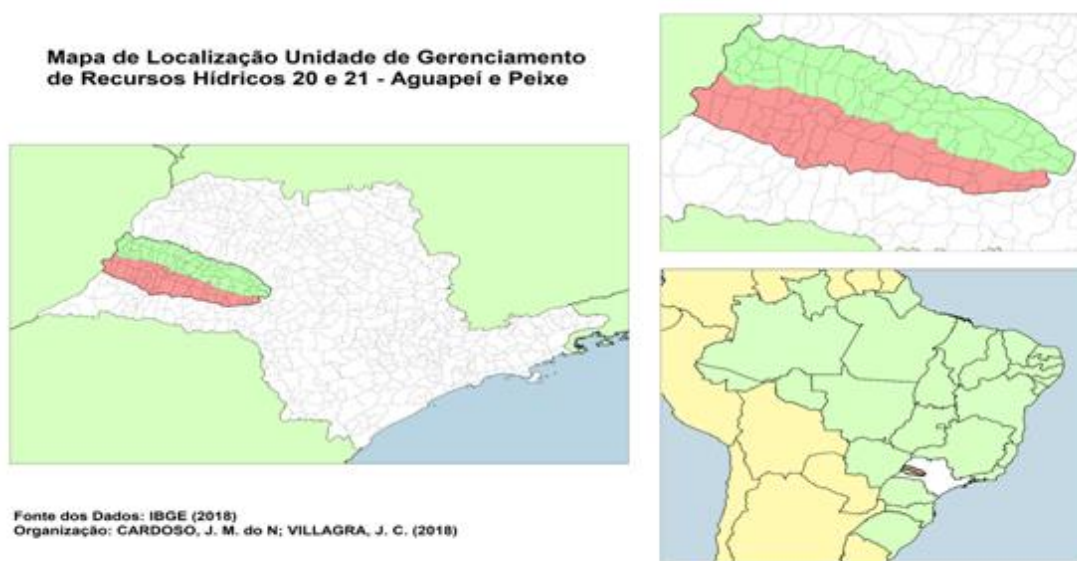
CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Aspectos Gerais

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (2008), o município de Adamantina está localizado a noroeste do Estado de São Paulo, sendo compreendido pelas Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, na região Administrativa de Presidente Prudente.

O Estado de São Paulo está dividido em 22 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), apresentadas nas Figuras 24 e 25.

Figura 24 – Mapa de Localização da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 20 e 21 – Aguapeí e Peixe.



Fonte: SABESP, 2018

Figura 25–Mapa de Localização da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 20 e 21 – Aguapeí e Peixe.



Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe, 2018.

2.1.2 Caracterização geral dos municípios atendidos pela SABESP

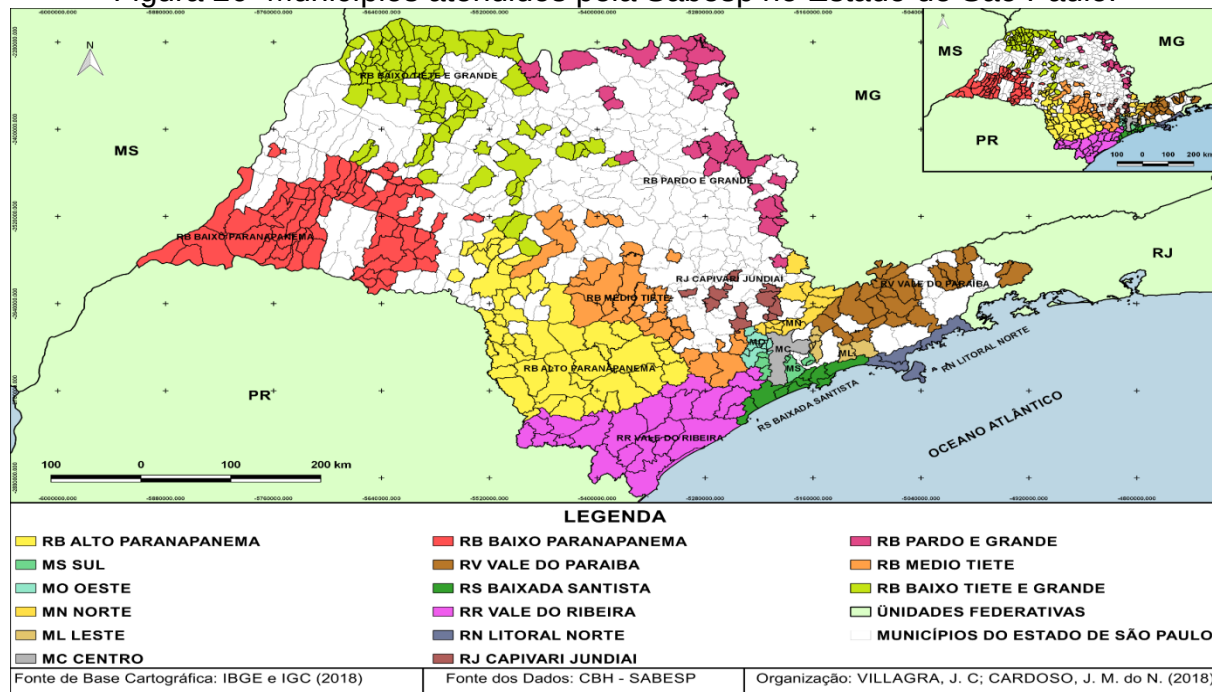
A Sabesp atende 368 municípios dos 645 do Estado de São Paulo, ou seja, 57% dos municípios, com uma população de 27,9 milhões de habitantes que representa 61,5% dos 45,3 milhões de habitantes do Estado de São Paulo (2018), através da concessão dos serviços de saneamento básico, sendo a maior empresa da América Latina no setor de saneamento ambiental.

Seu modelo de administração é baseado na regionalização por bacias hidrográficas para atender a legislação de saneamento estadual e atender as demandas sociais e locais com mais eficácia. A administração descentralizada é composta por 5 Diretorias e 15 Unidades de Negócios, propiciando uma postura empresarial pró-ativa no relacionamento com as Prefeituras em que opera.

A Unidade de Negócios Baixo Paranapanema com sede em Presidente Prudente atende cerca de 800 mil habitantes em 62 municípios desta região. Há gerencias Divisionais em Adamantina, Tupã, Presidente Prudente e Assis, sendo que a de Adamantina atende 16 municípios, quais sejam: Adamantina, Osvaldo Cruz, Lucélia, Flórida Paulista, Parapuã, Sagres, Salmourão, Santa Mercedes, Nova Guataporanga,

Flora Rica, Santópolis do Aguapeí, Gabriel Monteiro, Mariápolis, Pracinha, Inúbia Paulista e Piacatu.

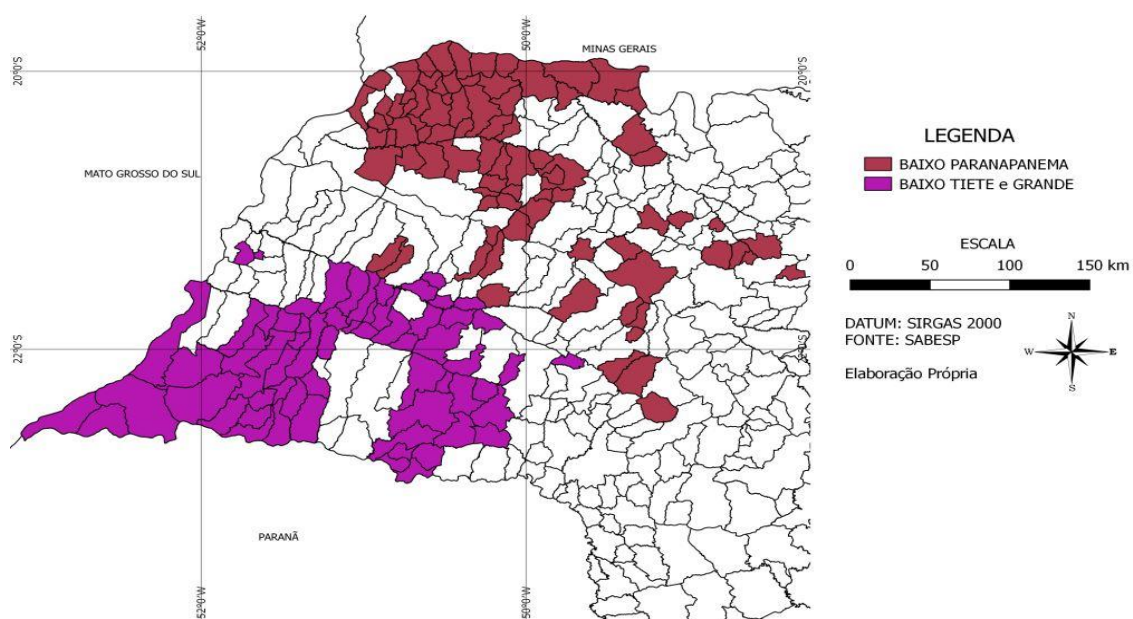
Figura 26–Municípios atendidos pela Sabesp no Estado de São Paulo.



Fonte: SABESP, 2018.

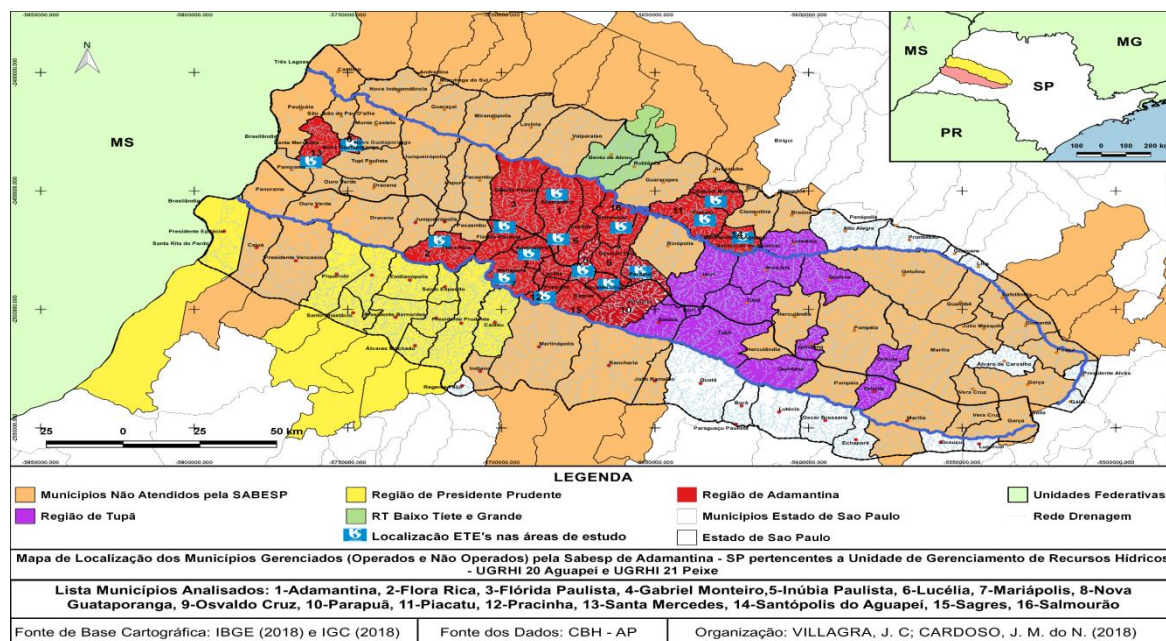
Figura 27 - Municípios atendidos pela Sabesp pelas regionais de Presidente Prudente e Lins.

RB BAIXO PARANAPANEMA E RT BAIXO TIETE e GRANDE



Fonte: SABESP, 2018.

Figura 28 - Municípios atendidos pela Sabesp pelas divisionais de Adamantina, Presidente Prudente, Assis e Tupã.



Fonte: SABESP, 2018.

2.1.3 Tratamento cartográfico das informações

Conforme se observa no apêndice, existem 8 mapas que foram elaborados para se compreender as características demográficas, econômicas e sociais da região analisada, sendo utilizados dados disponibilizados pelo PNUD (Programa das Nações Unidas), Fundação Seade, Fundação João Pinheiro, IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), os quais trouxeram informações importantes sobre as Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, que são Unidades de Gerenciamento definidas pela Lei n.º 7.663/91 como Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 20 e 21 (UGRHIs 20 e 21). As UGRHIs constituem unidades territoriais “com dimensões e características que permitam e justifiquem o gerenciamento descentralizado dos recursos hídricos” (art.20 da Lei Estadual 7663 de 30/12/1991) e, em geral, são formadas por partes de bacias hidrográficas ou por um conjunto delas, que de forma alguma podem ser consideradas como bacias hidrográficas.

A metodologia utilizada para a realização deste estudo pautou-se na utilização de técnicas de Geoprocessamento para produção de diferentes representações cartográficas, como importantes instrumentos de conhecimento do território.

O mapeamento constitui como um passo fundamental para a análise acerca de sua biodiversidade. Desta forma, visando obter resultados satisfatórios, este trabalho pautou nos seguintes passos: trabalho de campo, levantamento de dados, processamento de imagens de satélite, edição de carta topográfica e composição de layouts referente à metodologia aplicada.

O constante avanço das tecnologias espaciais e disponibilidade de dados orbitais oriundos de satélites de monitoramento possibilitaram estudos em diversas localidades, a tecnologia como aponta Câmara e Medeiros (1998) foi incorporada por sistemas de informação na representação de dados geográficos em ambientes computacionais.

Uma característica básica e geral num SIG é sua capacidade de tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos. Denota-se por topologia a estrutura de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência) que podem se estabelecer entre objetos geográficos. Armazenar a topologia de um mapa é uma das características básicas que fazem um SIG se distinguir de um sistema CAD. A outra diferença fundamental é a capacidade de tratar as diversas projeções cartográficas. Para aplicações em análise geográfica e redes, o armazenamento da topologia permite o desenvolvimento de consultas a um banco de dados espacial, que não seriam possíveis de outra maneira. (CAMARA e ORTIZ, 1998, p. 58)

As representações cartográficas intrínsecas no estudo, foram realizadas via software ArcGis 10.3, permeando as etapas de tratamento e classificação, bem como a composição de layout final, o software que a cada atualização incorpora uma vasta gama de extensões que possibilitam a aplicação de diferentes procedimentos de pesquisa aplicadas ao planejamento ambiental.

Os mapas foram elaborados a partir da classificação de imagem de satélite e de dados demográficos, procurando representar os diferentes elementos que compõem a superfície, anteriormente ao processo de classificação, a imagem passou por uma série de procedimentos de processamento digital na qual propõe contribuir para a acurácia e visualização dos resultados.

De acordo com Januzzi (2001, p 15), um indicador pode ser definido como uma “medida em geral quantitativa dotada de significado social substantivo, usado para substituir, quantificar e operacionalizar” atuando como instrumento importante na análise espacial de fenômenos sociais. Com base nessa referência, e analisando os mapas, pode-se apreender um conjunto de características importantes, conforme descritas a seguir.

A figura 37 representa o percentual de domicílios por município com abastecimento de água e esgotamento sanitário, que expõe a informação referente a domicílios cujo abastecimento de água provem de rede geral e o esgotamento sanitário é realizado por rede coletora de esgoto ou fossa séptica, através do cálculo da média da população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes. As médias variam entre 97.15% (Panorama) a 100% (Adamantina, Lucélia e Osvaldo Cruz) dentre outros.

A figura 38 aparece o percentual da população que vive em domicílios com água encanada, ou seja, a razão entre a população que vive em domicílios particulares permanentes com água canalizada para um ou mais cômodos e a população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100. A água pode ser proveniente de rede geral, de poço, de nascente ou de reservatório abastecido por água das chuvas ou carro-pipa. Destaca-se o município de São João do Pau D'Alho com a menor média (85,44% de abrangência), distante dos demais comunidades comparadas, como Inúbia Paulista (93,70%), dentre outros com média acima de 98%. Nesta representação Lucélia, Osvaldo Cruz e Adamantina possuem as maiores médias acima de 99% de domicílios com água encanada.

A figura 39 demonstra o percentual da população que vive em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo, analisa a razão entre a população que vive em domicílios com coleta de lixo e a população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100. Estão incluídas as situações em que a coleta de lixo realizada diretamente por empresa pública ou privada, São considerados apenas os domicílios particulares permanentes localizados em área urbana. Observa-se a quase totalidade dos municípios possuem serviço de coleta de lixo, variando entre 97% a 100%, como Adamantina, Flórida Paulista e Osvaldo Cruz.

Na figura 40 são exibidos os componentes do IDH, englobando os aspectos da educação, longevidade e renda da população, e não apresentam padrões fixos em relação a tamanho populacional. Porém, algumas observações são pertinentes a respeito de cada um, enquanto a distância entre o maior e o menor IDH-M na região é de 0,098 entre Adamantina (0,790) e Ouro Verde (0,692), no que se refere a educação a disparidade é ligeiramente maior, de 0,138 percebida entre os municípios de Adamantina (0,750) e Ouro Verde (0,612), bem como se percebe que nesta dimensão os índices são sistematicamente inferiores aos das médias.

A figura 41 representa o coeficiente de Gini (ou índice de Gini), um cálculo usado para medir a desigualdade social, em que zero corresponde a uma completa igualdade na renda e 1 corresponde a uma desigualdade de renda, foi desenvolvido pelo estatístico italiano Corrado Gini, em 1912. No que tange ao Índice de Gini, quanto mais próximo de 0 possui melhores índices, quanto mais próximo de 1 mais desigual é a região analisada. Gini mede o coeficiente através de pontos percentuais (que é igual ao coeficiente multiplicado por 100), ou seja, tal índice mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita.

O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes. É possível observar a amplitude de 0.18 entre o menor índice (Inúbia Paulista, com 0.37) e maior índice (Adamantina, 0.54) o que evidencia o padrão médio para concentração de renda nos municípios da região analisada.

A figura 42 apresenta a renda municipal *per capita*, ou seja, a renda média dos residentes de determinado município. É a soma da renda de todos os residentes, dividida pelo número de pessoas que moram no município – inclusive crianças e pessoas sem registro de renda. Sendo que em Adamantina a renda é de R\$ 1.080,00 per capita.

A figura 43 mostra o percentual sobre o total da população extremamente pobre, ou seja, a proporção de indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 70,00 mensais, com referência o mês de agosto de 2010 e o universo de indivíduos limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes, portanto não considerando pessoas que vivem nas ruas.

A figura 44 informa a expectativa de anos de estudo da população por Município, avaliando o número médio de anos de estudo que uma geração de crianças que ingressa na escola deverá completar ao atingir 18 anos de idade, se os padrões atuais se mantiverem ao longo de sua vida escolar. Observa-se a linearidade constante entre os municípios analisados variando de 9 a 14 anos de estudo, destacando-se Adamantina com média de 10 anos de estudo, abaixo de Parapuã que está acima de 13 anos de estudo.

Na Região Hidrográfica Aguapeí/Peixe constata-se que 751.450 habitantes foram atendidos com abastecimento público de água em 2014. As UGRHs 20-Aguapeí e 21-Peixe apresentaram índice de abastecimento classificados como Bom: 90,2% e 92,1%, respectivamente.

Seja do ponto de vista mais geral, quando se toma o conjunto da região, seja no que tange às desigualdades intra-regionais, em diversas dimensões, como a ambiental, demográfica, econômica e sócia, o índice de Gini, sinaliza as diferenças entre eles (sendo a diferença de 0,21 entre a melhor distribuição encontrada em Caiabú e a pior em Teodoro Sampaio). Aponta também mais uma faceta deste problema, que sintetiza bem os problemas e desafios regionais: articular processos de crescimento econômico que consigam alterar o perfil de distribuição de renda, sem perder de vista importância da preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos, em particular.

O conhecimento sobre o uso da terra ganha importância na conjuntura atual pela necessidade de garantir sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas a ele, relacionadas e trazidas à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável.

É plausível e factível, avaliar que a questão hídrica é objeto de estudos de pesquisadores em múltiplas escalas, e que vem ganhando cenário político na atualidade, pois segundo (PORTO e PORTO, 2008, p. 43) “a questão central que deve reger a gestão é a integração dos vários aspectos que interferem no uso dos recursos hídricos e na sua proteção ambiental” e que necessita de aporte conjuntural visando avaliar em que par ocorre às mudanças, e como a ciência pode contribuir na proposição de medidas que contribuam a melhoria e superação da escassez de recursos naturais.

É importante saber também a relação socioeconômica que se estabelece entre os diversos usos com o meio físico. Ou seja, de acordo com o uso e a relação de consumo de diferentes classes sociais, qual a demanda de recursos naturais, qual o resíduo produzido, como e para onde é destinado. É possível utilizar o espaço geográfico como recurso de gestão ambiental, desde que as pessoas, os grupos e, em especial, os tomadores de decisões sobre a ordenação territorial sejam conscientizados para influir decisivamente na melhoria da relação sociedade/espço. (SEBUSIANI e BETTINI, 2011, p. 258)

O complexo processo de uso e ocupação do território em consequência da expansão desordenada e mal planejada das cidades trouxe grandes impactos, produzindo efeitos na paisagem e degradando o meio ambiente, estas características precisam ser mais bem compreendidas e visualizadas, em prol de criar alternativas viáveis que reduzam o impacto sobre o meio e proporcione um desenvolvimento sustentável à sociedade.

As representações cartográficas aliadas ao referencial teórico esboçam a dinâmica ocorrida na região, os desdobramentos nas últimas décadas pautados na expropriação da terra em prol da construção de moradias para camadas populares, trouxe a área grandes impactos ambientais. Ressaltamos a importância deste conjunto de ferramentas na avaliação destes impactos, que quando disponibilizadas de forma gratuita, possibilita obter um nível essencial de detalhamento.

Em suma, estes fatores colocam em foco a necessidade de formulação de políticas públicas que visam o planejamento em torno da recuperação e manejo desta área, pois investimento em saneamento traz melhoria à qualidade de vida a população. O conjunto de representações, análises e comparações, constituem-se como aliados imprescindíveis na tomada de decisão, avaliar os impactos ocorridos, é sobretudo fornecer um parâmetro norteador, em prol de estabelecer um elo paralelo entre a fiscalização, recuperação e uso consciente dos recursos ali existentes.

CAPÍTULO 3 - TRATAMENTOS DE ESGOTOS PELA SABESP EM ADAMANTINA

A preservação ambiental está fortemente associada à forma de tratamento do esgotamento sanitário. Conforme a caracterização, apresentada no capítulo anterior, nota-se que uma boa cobertura de saneamento básico, pois a maioria dos municípios possuem sistemas de tratamento de esgotos.

A Organização Mundial da Saúde e especialistas do 4º Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública realizado pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa) em março de 2013 em Belo Horizonte MG, declaram que a cada R\$ 1 investido pelo governo em saneamento básico, o sistema de saúde economiza R\$ 4 no tratamento de doenças causadas pela ausência de tratamento de água e esgotos.

Em 2015, a quantidade estimada de resíduo sólido urbano gerado pela população da Região Hidrográfica Aguapeí/Peixe foi de 605 ton./dia (1,54% do total gerado no Estado). Os municípios de Marília (199,4 ton./dia), Tupã (50,4 ton./dia), Dracena (33,79 ton./dia) e Garça (32,4 ton./dia) foram os maiores produtores de resíduos e juntos totalizaram 52,2% do total gerado na Região Hidrográfica. Com exceção do município de Marília (UGRHI 21-Peixe), que é o mais populoso da Região Hidrográfica, e respondeu por 33% da quantidade total de resíduo gerado, os dados apontam que 80% dos municípios produziram quantidades inferiores a 10 ton./dia.

Em vista dessas características, nesse capítulo serão discutidas as vantagens e desvantagens dos sistemas de tratamento de esgoto adotados em Adamantina.

Segundo Von Sperling, as lagoas de estabilização são bastante indicadas para o tratamento de esgotos em regiões de clima quente e países em desenvolvimento, pelos seguintes fatores:

- Suficiente disponibilidade de área em um grande número de localidades;
- Clima favorável com temperaturas elevadas e alta taxa de insolação;
- Operação bastante simples;
- Necessidade de pouco ou nenhum equipamento.
- As desvantagens das lagoas de estabilização são:
- Necessidade de grande área para implantação do tratamento;

- Dificuldade em atender padrões de lançamento restritivo;
- A simplicidade de operação pode trazer o descaso na manutenção, como crescimento excessivo da vegetação do entorno;
- Desempenho variável em função das condições climáticas, por exemplo, temperaturas e insolação,
- Possibilidade de crescimento de animais indesejados, como formigas e tatus;

Os parâmetros para atender a resolução CONAMA nº 430/11 de 13/05/2011 e ao Decreto Estadual Paulista 8468/1976, são obtidos por análises das amostras coletadas, cujos relatórios contêm as seguintes informações:

- Data da coleta da amostra.
- Dois locais distintos de levantamento de dados, na entrada e na saída dos sistemas estudados:
- Sistema de tratamento, se lagoa anaeróbia e a lagoa facultativa, ou reator anaeróbio.
- Relato da denominação do corpo receptor, ou seja, do curso de água, com sua classe de acordo com a resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 430/11 de 13/05/2011.

Relativo aos dois locais de coleta de amostras, os relatórios citam 9 (nove) parâmetros, todos subdivididos em coletados na entrada e na saída nos sistemas de tratamento, e antes e depois dos lançamentos dos efluentes no corpo receptor.

Considerando que os corpos receptores das ETES Leste e Oeste são enquadrados como Classe 4, e da ETE compacta da Lagoa Seca como Classe 2, os 9 (nove) parâmetros para atender a legislação ambiental são os seguintes:

- Temperatura: refere-se a temperatura nos pontos de coleta das amostras, devendo ser inferior a 40° C.
- PH: potencial hidrogeniônico do material amostrado, com faixa de variação de 5 a 9.
- Resíduos sedimentados: descrito nos relatórios em ml/l e em porcentagem de resíduo reduzida, devendo ser inferior a 1,0 ml/l, em teste de 1 hora em cone Imhoff.

- Demanda Química de Oxigênio (DQO): descrito em mg/l e em porcentagem de redução de DQO.
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): descrito em mg/l e em porcentagem de redução de carga orgânica, devendo haver DBO inferior ou igual a 60 mg/l ou porcentagem de redução maior ou igual a 80 % de DBO.
- Oxigênio dissolvido (OD): descrito em mg/l, na saída dos sistemas de tratamento e antes e depois do corpo receptor.
- Nitrogênio amoniacal: relatado em mg/l, na saída dos sistemas de tratamento e antes e depois do corpo receptor.
- Coliforme total: descrito na saída dos sistemas de tratamento e antes e depois do corpo receptor, devendo ser menor ou igual a 5000 neste último ponto.
- Escherichia Coli: descrito na saída dos sistemas de tratamento e antes e depois do corpo receptor, devendo ser menor ou igual a 1000 neste último ponto.

Através de acompanhamento semestral de coletas de amostras de esgotos evidencia-se que de modo geral que ETEs Leste e Oeste de Adamantina atendem a legislação ambiental referente ao lançamento de efluentes em seus corpos receptores, e a ETE compacta da Lagoa Seca está sendo monitorada para detecção de alguma anomalia a partir de maio de 2017.

Devido à monitoração constante dos parâmetros citados pode-se propor melhorias contínuas nos sistemas de tratamento de esgotos, tais como:

O prolongamento do emissário final até um ponto a jusante que a vazão do curso de água, após o encontro com outros cursos de água contribuintes, permita a diluição satisfatória dos efluentes tratados;

A adaptação das lagoas de tratamento de esgotos para aeração, através de colocação de aeradores tipo cachoeira ou insufladores de ar, para permitir um maior desenvolvimento de bactérias aeróbias e consequentemente a redução da carga orgânica, com melhoria da eficiência do sistema;

Construção de escadas de aeração, entre as lagoas de tratamento, ou mesmo no final antes do lançamento dos efluentes no curso de água, pelo mesmo motivo exposto no parágrafo anterior;

Introdução de bactérias no sistema de tratamento, que podem ser adquiridas de empresas que comercializam estes micro-organismos para o lançamento nos esgotos, que em condições favoráveis crescem e reduzem a carga orgânica.

O lançamento irregular de águas pluviais no sistema de esgotamento é um fator que dificulta o tratamento dos esgotos, pois faz com que na entrada e saída das ETEs sejam medidos parâmetros com esgotos diluídos, ou seja, não previstos na concepção dos projetos e, portanto também na construção, além do arraste de sedimentos e detritos, e na prática da área operacional nota-se que os lançamentos clandestinos das águas de chuvas causam transtornos com o retorno dos esgotos para o interior de imóveis, que são tratados na Companhia como sinistro, e que se procura cessar através de ações que vão da conscientização da população de que a prática não é permitida por lei, a colocação de válvulas de retenção nas saídas das ligações de esgotos, e a busca com a introdução de fumaça nas redes coletoras e acampamento visual de irregularidades, as quais são notificadas, quando constatadas, com um prazo para a regularização.

Figura 29 - Tanques descobertos que captam águas pluviais e conduzem para redes coletoras de esgotos.



Fonte: Julio C. Villagra, 2016.

Figura 30 - Válvula de retenção, tipo “flap” que impede as águas pluviais de retornarem para o interior dos imóveis.



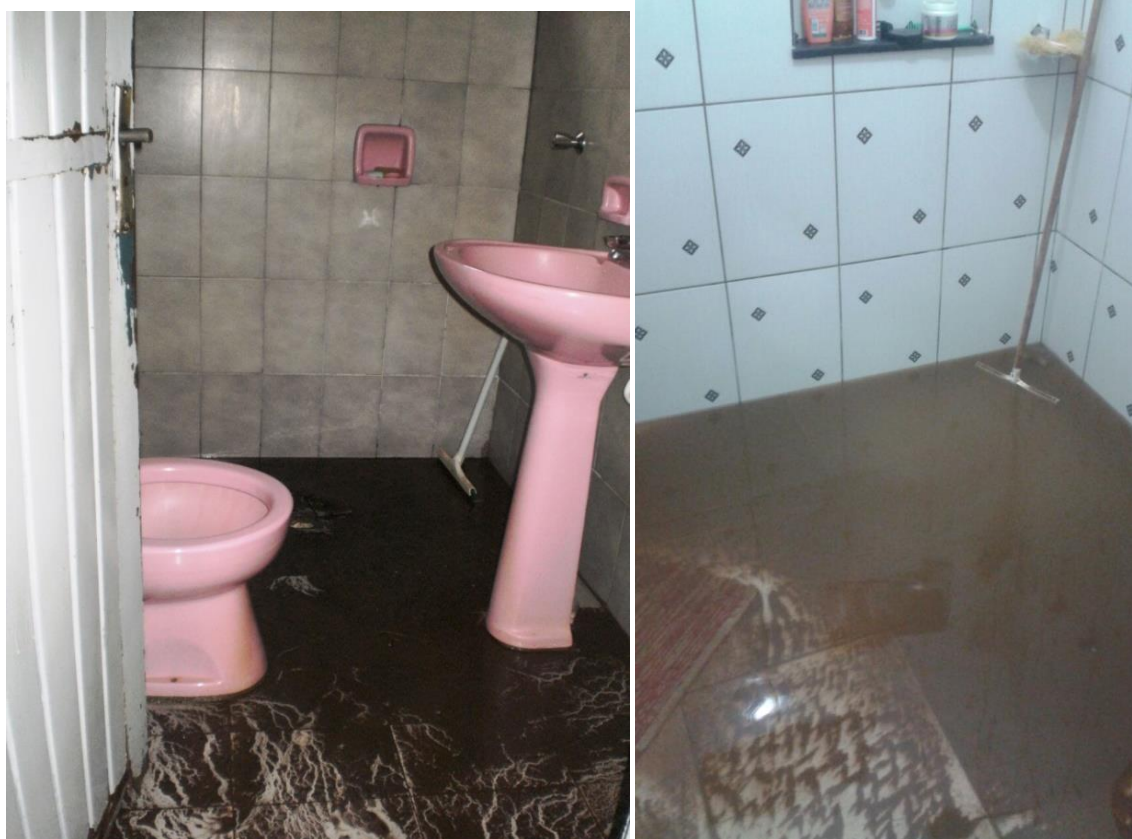
Fonte: Julio C. Villagra, 2016.

Figura 31 - Teste de fumaça para detectar lançamentos de águas pluviais para as redes coletoras de esgotos.



Fonte: Julio C. Villagra, 2016.

Figura 32 - Retornos de esgotos provocados por lançamento clandestino de águas pluviais nas redes coletoras de esgotos.



Fonte: Julio C. Villagra, 2015.

Figura 33 - Retorno de esgotos provocado por lançamento clandestino de águas pluviais nas redes coletoras de esgotos.



Fonte: Julio C. Villagra, 2016.

Figura 34 - Danos em móveis devido ao retorno de esgotos provocado por lançamento clandestino de águas pluviais nas redes coletoras de esgotos.



Fonte: Julio C. Villagra, 2016.

Figura 35 - Danos em mercadorias devido ao retorno de esgotos provocado por lançamento clandestino de águas pluviais nas redes coletoras de esgotos.



Fonte: Julio C. Villagra, 2014.

Figura 36 - Lançamento indevido de águas pluviais para as redes coletoras de esgotos detectado pelo teste de fumaça.



Fonte: Julio C. Villagra, 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho em um mestrado profissional da Unesp (Universidade Estadual do Estado de São Paulo), com cooperação de Comitês de Bacias Hidrográficas, como o CBH-Aguapeí/Peixe, através de repasse de recursos financeiros do Fehidro (Fundo Estadual de Recursos Hídricos), da participação do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo), e envolvimento de profissionais de diversos setores, como da Sabesp por exemplo, evidenciou que além do aperfeiçoamento de profissionais capacitados para atuarem na gestão dos recursos hídricos, também deve agregar conhecimentos técnicos para Universidade, os Comitês de Bacias Hidrográficas e as comunidades, no momento da publicação da dissertação, devido as possibilidades de compartilhamento de experiências vivenciadas na carreira profissional.

Houve inúmeras dificuldades de caráter pessoal e profissional para a conclusão deste trabalho, contudo ressaltamos que sempre pudemos contar com a ajuda e compreensão dos professores e funcionários da Unesp do campus instalado no município de Presidente Prudente.

Relatamos que este trabalho possui ainda apêndices com acervos de relatórios fotográficos e cartográficos para a melhor compreensão da importância do Saneamento Básico na gestão dos recursos hídricos, na particularidade do tratamento dos esgotos sanitários.

Faltou detalhar testemunhos pessoais de profissionais, como o engenheiro da Sabesp, Dalton Thadeu de Melo ou o radialista de Adamantina Sr. José Mário Toffoli, aqui citados como representantes de todas as pessoas contatadas para a elaboração do trabalho, considerando suas histórias de vida, de fatos marcantes e relatos orais que enfatizam a importância do cuidado com os esgotos para a saúde das pessoas e preservação ambiental da região onde residem.

Foram expostos os três sistemas de tratamentos de esgotos do município de Adamantina, cuja concepção, implantação, operação e busca de melhorias contínuas os fazem referências positivas do saneamento básico, com excelentes reflexos na recuperação ambiental dos corpos de água onde os efluentes tratados são lançados nas bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, com evidente melhoria da qualidade das águas. Esta demonstração possibilita tornar pública estas técnicas de tratamento de esgotos de forma que outras comunidades possam adotar desde a concepção, se ainda não possuem tratamento, como aspectos da operação ou de melhorias de seus sistemas sanitário.

Foi também relatado que investimentos em saneamento beneficiam a saúde das pessoas, o meio ambiente, a geração de empregos, o rendimento escolar, a economia dos gastos públicos, a produtividade do país, e inclusive o turismo das comunidades atendidas.

Para finalizar testemunhamos a narrativa de um morador rural vizinho da estação de tratamento leste de Adamantina que nos informou que pouco tempo após a implantação da obra observou o ressurgimento de pequenos peixes no Córrego Boa Esperança, narrativa que por mais simples que seja evidencia um bom indicador da recuperação do curso d'água, com benefícios evidentes para saúde das pessoas, e que nos dão imensa satisfação de termos participado no processo.

REFERÊNCIAS

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005, p. 318.

BRAILE, P.M.; CAVALCANTI, J.E. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo, CETESB, 1993.

BORTOLUZZI, E.C. et al. **Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS**. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n4a15.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2015.

BRITTO, E. R. **Tecnologias adequadas ao tratamento de esgotos**. Rio de Janeiro: ABES, 2004. cap. 2, p. 27-33.

CÂMARA, G. **Sistemas de Informação Geográfica para Aplicações Ambientais e Cadastrais: Uma Visão Geral**. In: Moacir de Souza e Silva. (Org.). Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento. 1ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras - UFLA, 1998, v. único, p. 59-88.

CÂMARA, G. S; MEDEIROS, J. S. **Princípios básicos em geoprocessamento**. In: **Sistema de Informações Geográficas: Aplicados na agricultura**, 2 ed. Brasília: Embrapa, 1998. p. 3-12.

CAMARA, G.; ORTIZ, M.J. **Sistemas de Informação Geográfica para Aplicações Ambientais e Cadastrais: Uma Visão Geral**. In: Souza E SILVA, M., Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento. cap. 2, p.59-88. Lavras, UFLA/SBEA, 1998.

CARRENHO, N.; COURA, M. B. **Avaliação da qualidade da água do córrego do Cedro, localizado no município de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2010**. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe. Disponível em: <<http://www.comiteap.sp.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

FERRARI JÚNIOR, M. J.; SILVA, P. C.; CHERNICHARO, C.A.L.; Von SPERLING, M. **Tratamento de efluentes líquidos de curtumes: uma concepção alternativa e apresentação de custos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, Foz do Iguaçu. Trabalhos Técnicos. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

FREITAS E. P. **Análise Integrada do Mapa de Uso e Ocupação das Terras da Microbacia o rio Jundiá mirim para fins de Gestão Ambiental**. Dissertação (Mestrado). Instituto Agrônomo/ Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical. Campinas (SP). 2012.

FREITAS, V. P. **Poluição de águas**. Disponível em: <<http://daleth.cjf.jus.br/revista/numero3/artigo02.htm>>. Acesso em: 04 fev. 2015.

GIANSANTE, A. E. **Avaliação da capacidade de autodepuração do Ribeirão Jacaré – Itatiba – SP**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/jacare.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Parecer Técnico Nº 15713. Adamantina, 2008. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ed. Rio de Janeiro, 2005, p. 932.

JANNUZZI, P de M. **Indicadores Sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações**. 1. ed. Campinas: Editora Alínea/PUC-Campinas, 2001. v. 1. p. 141.

Lei nº 6938 de 31 de agosto de 1981. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

Lei Estadual nº 9.034 de 27 de dezembro de 1994. Disponível em:
<<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-SMT/1070/lei%20estadual%209034-94.doc>>. Acesso em 01 fev. 2015.

MACHADO, P. J. O.; CARVALHO, A. C. B.; SOUZA, I. F.C. **Utilização do Parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD) como indicador da qualidade das águas do Córrego São Pedro, em Juiz de Fora/MG.** Disponível em:<http://egal2009.easyplanners.info/area07/7135_de_Oliveira_Machado_Pedro_Jos e.EGAL%20OD%207135%20pdf>. Acesso em: 11 fev. 2015.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de água. Universidade de Saúde Pública, Núcleo de Informações em Saúde Ambiental.** Barueri, SP: Manole, 2003.

METCALF; EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse**. 3.ed. Mc Graw - Hill Book Company. New York, 1994.

MEYBECK M. et al. **Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes.** UNEP/WHO, 1996, p. 383.

MORENO, D. D.; SILVA, P. L. C. **Análise do lançamento de efluentes no córrego Cupri do município de Salmourão – SP.** Monografia. p. 42. Adamantina, 2010.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos**. 1.ed. São Paulo: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. v.01. p. 285.

PIROLI, E L.; PASSOS, M. M. dos. **Análise das áreas de preservação permanente da raia divisória São Paulo - Paraná - Mato Grosso do Sul, apoiada em geoprocessamento.** In: Messias Modesto dos Passos. (Org.). A raia divisória São Paulo Paraná Mato grosso do Sul (Cenas e Cenários). 1ed. São Paulo: Outras Expressões, 2011, v. 1, p. 331-359.

PORTO, M. F A; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas.** Estudos Avançados v. 22, p. 43-60, 2008.

Resolução CONAMA 20/86. Disponível em:<www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso em: 10 fev. 2015.

SARDINHA, D. S. et al. **Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP).** Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES. Rio de Janeiro, v.13, n. 3, 2008, p. 329-338. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522008000300013&lang=pt>. Acesso em: 04 fev. 2015.

SEBUSIANI, H. R. V.; BETTINE, S. C. **Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em micro bacia urbana**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 7, p. 256-285, 2011.

SENA, M. F.; PALMA, N. R. **Estudo da autodepuração do córrego Água Sumida no município de Dracena – SP**. Monografia. 60p. Adamantina, 2010.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005, p.243.

The Best for the Water. Disponível em: <<http://omelhordaagua.blogspot.com/2008/03/conhea-distribuio-da-gua-no-globo.html>>. Acesso em: 05 fev. 2015.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200002&lang=pt>. Acesso em: 11 fev. 2015.

UMWELT-SC. Disponível em: <http://www.umwelt-sc.com.br/pdfs/Tabela_Conama357_transformada_final.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2015.

UNIAGUA, Universidade da Água. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br>>. Acesso em 1 fev. 2015.

ZAMPIERON, S. L. M.; VIEIRA, J. L. A. **Poluição da água**. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt5.html>. Acesso em: 11 fev. 2015.

ZANINI, H. L. H. T. et al. **Caracterização da água da microbacia do córrego Rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010069162010000400017&lang=pt>. Acesso em: 1 fev. 2015.

APÊNDICE 1 - Tratamento cartográfico da informação

Figura 37 - Percentual de domicílios que possuem abastecimento de água e coleta de esgotos por município.

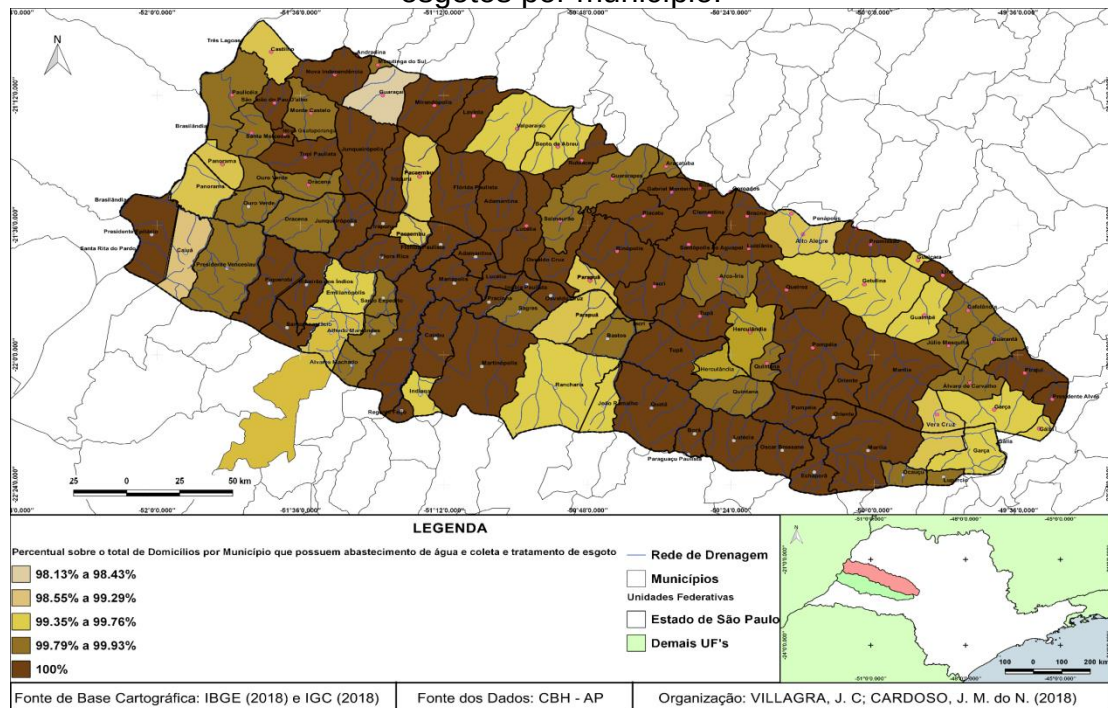


Figura 38- Percentual de domicílios que são atendidos com água encanada por município.

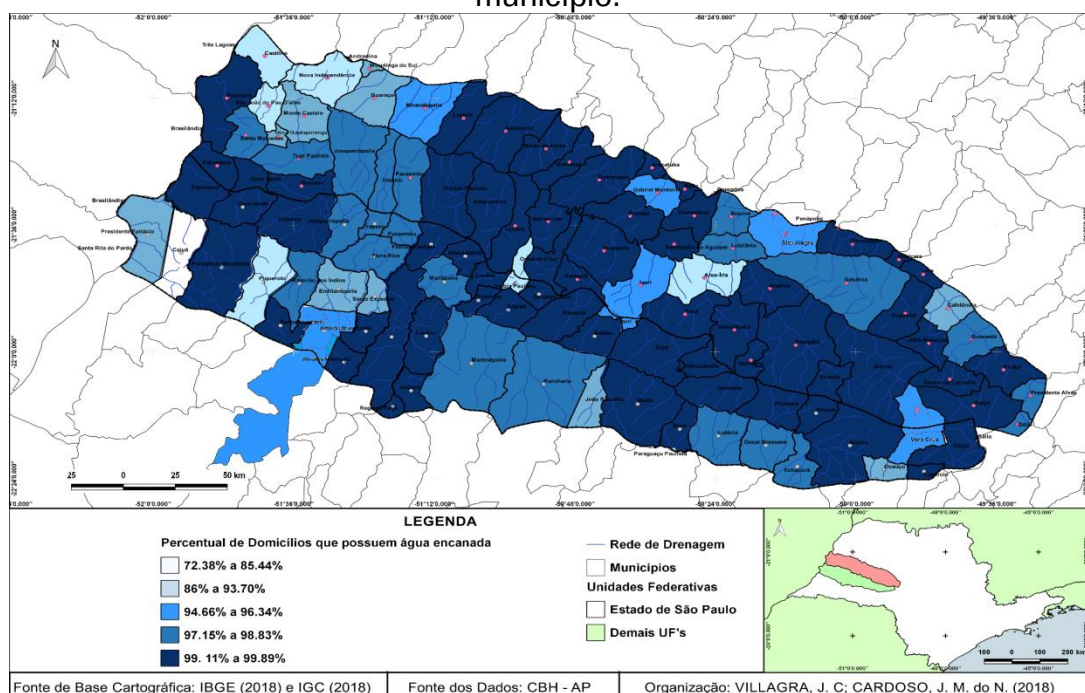


Figura 39 - Percentual da população que vive em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo.

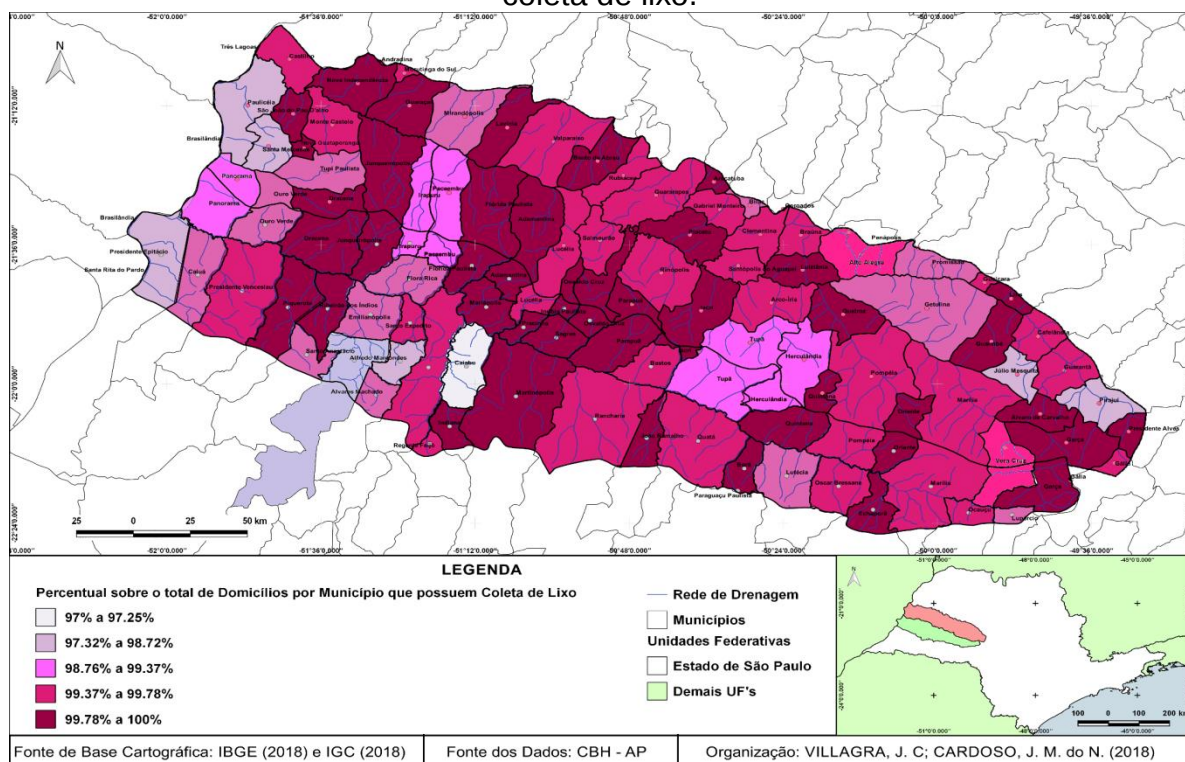


Figura 40 –IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) por Município.

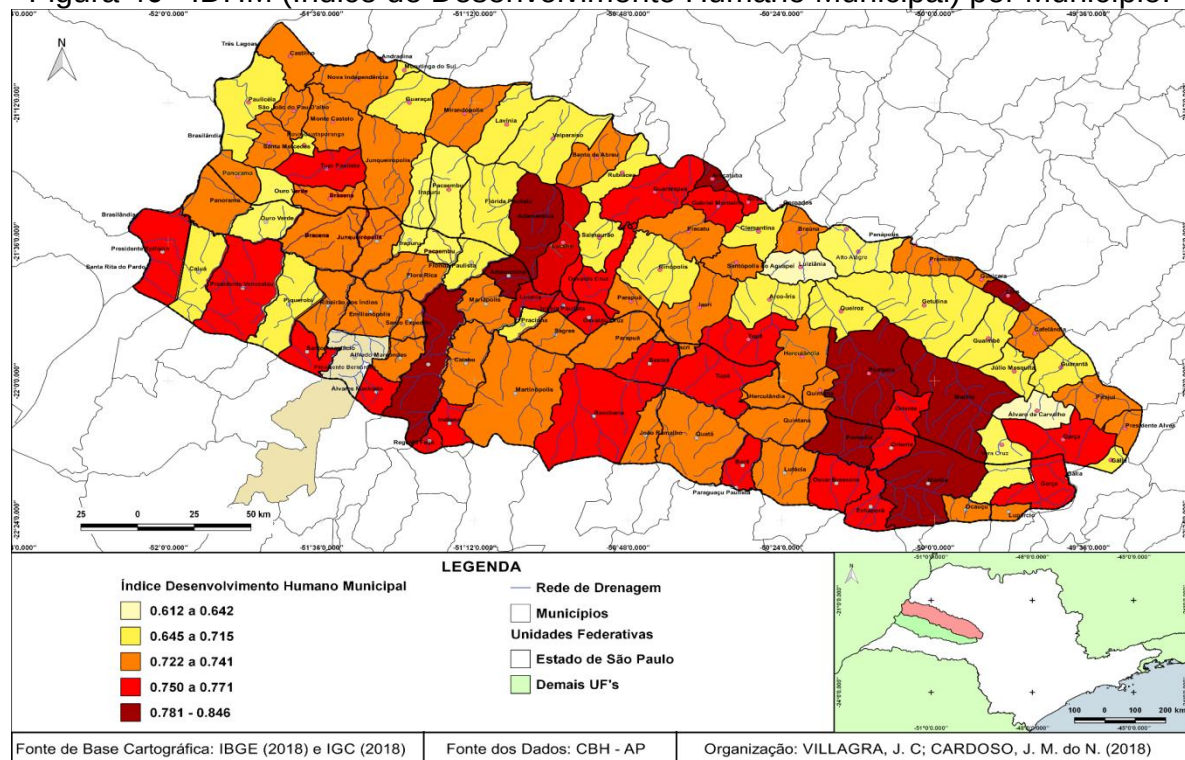


Figura 41- Coeficiente de Gini (ou Índice de Gini) por Município.

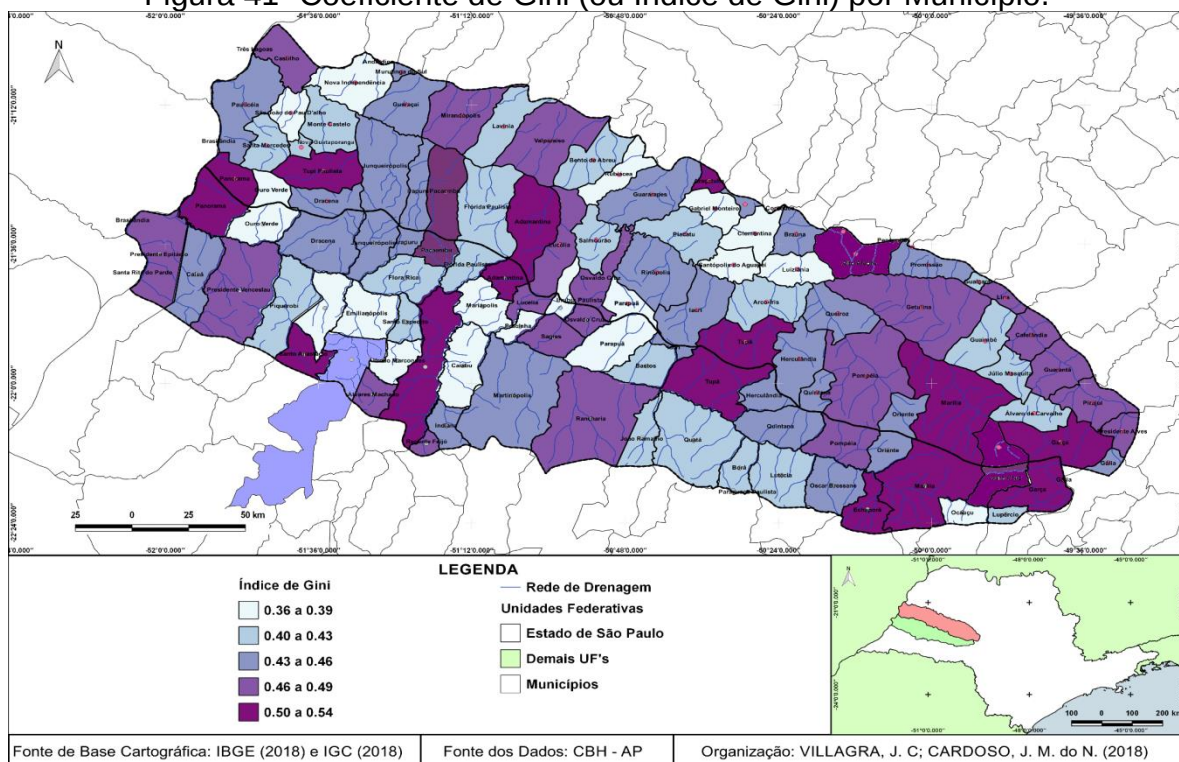


Figura 42- Renda média per capita por município.

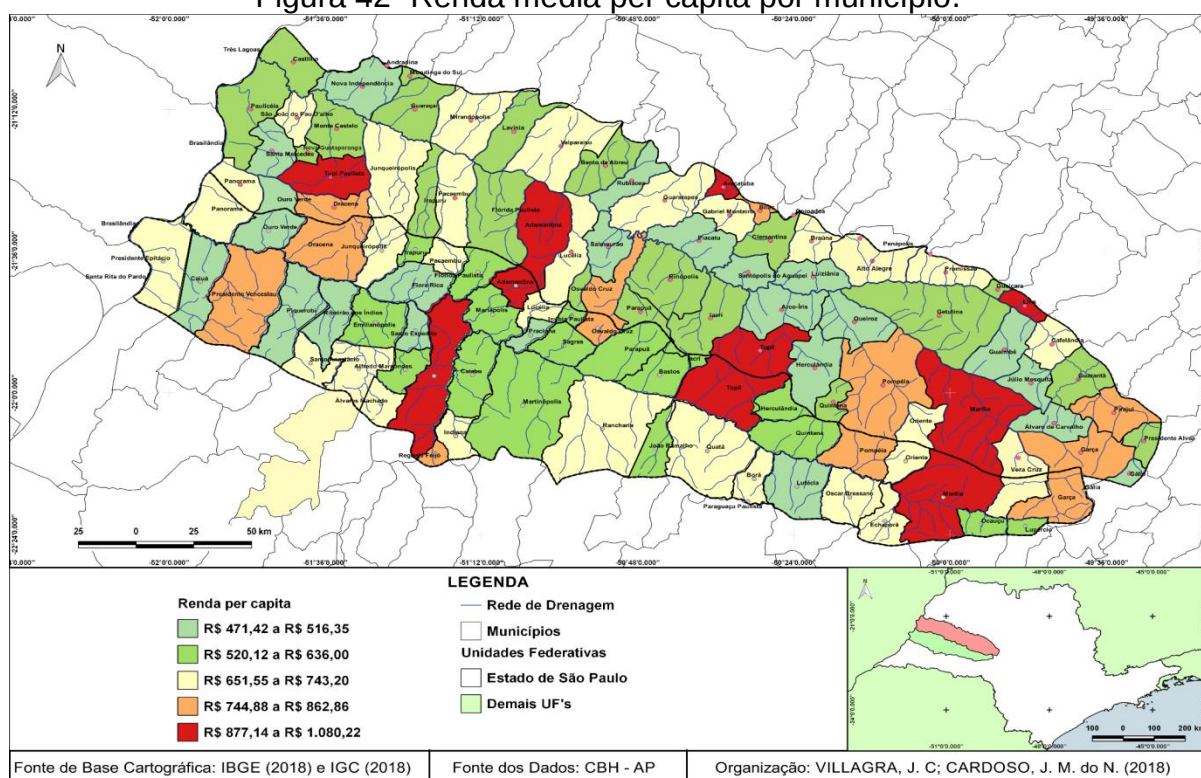


Figura 43- Percentual sobre o total da população extremamente pobre.

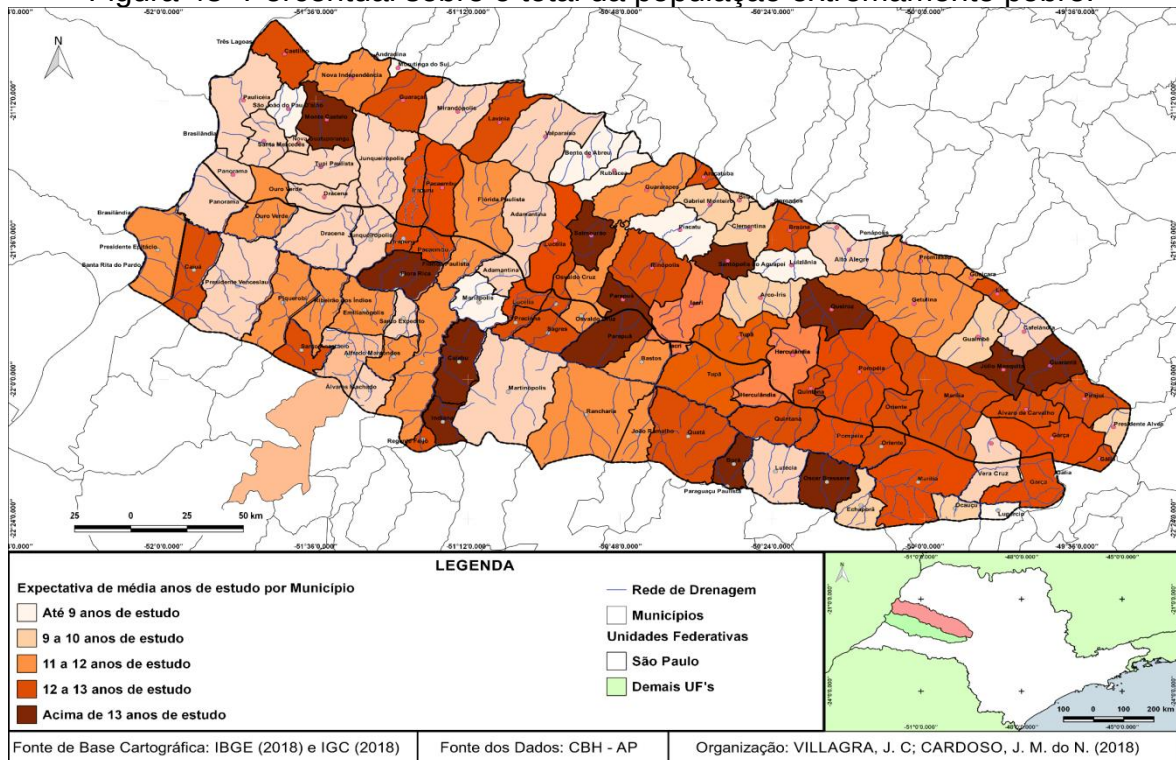
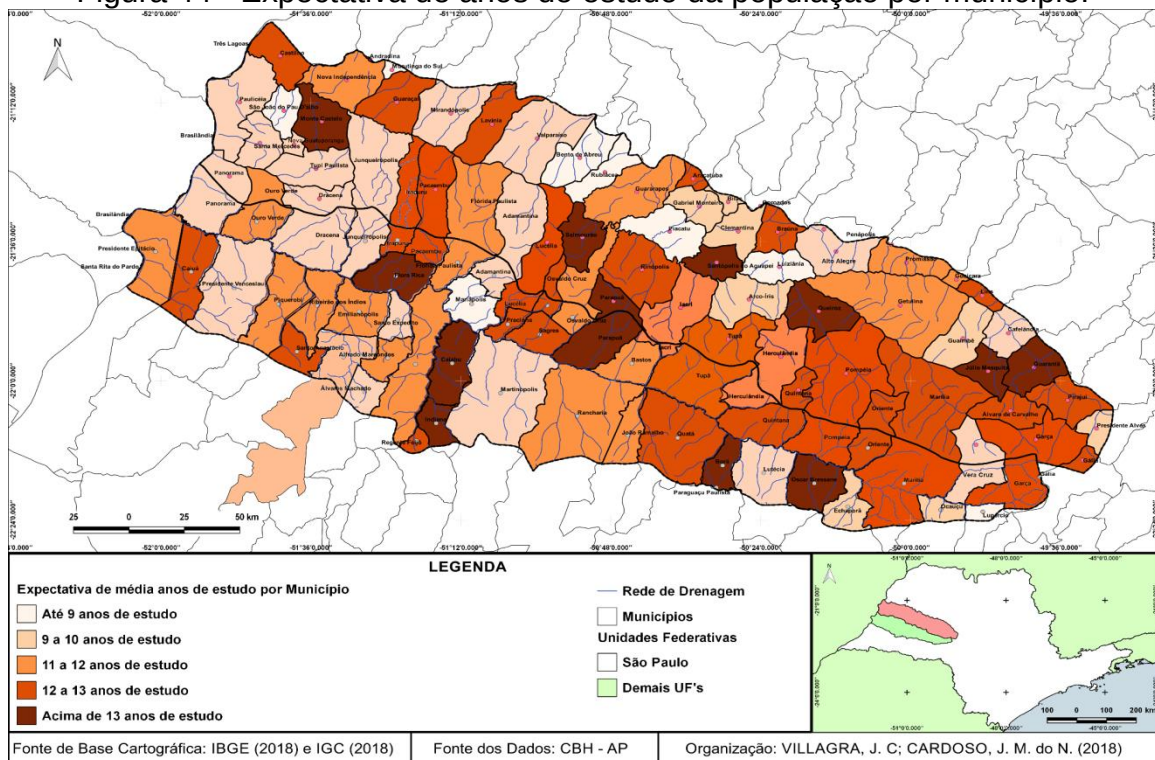
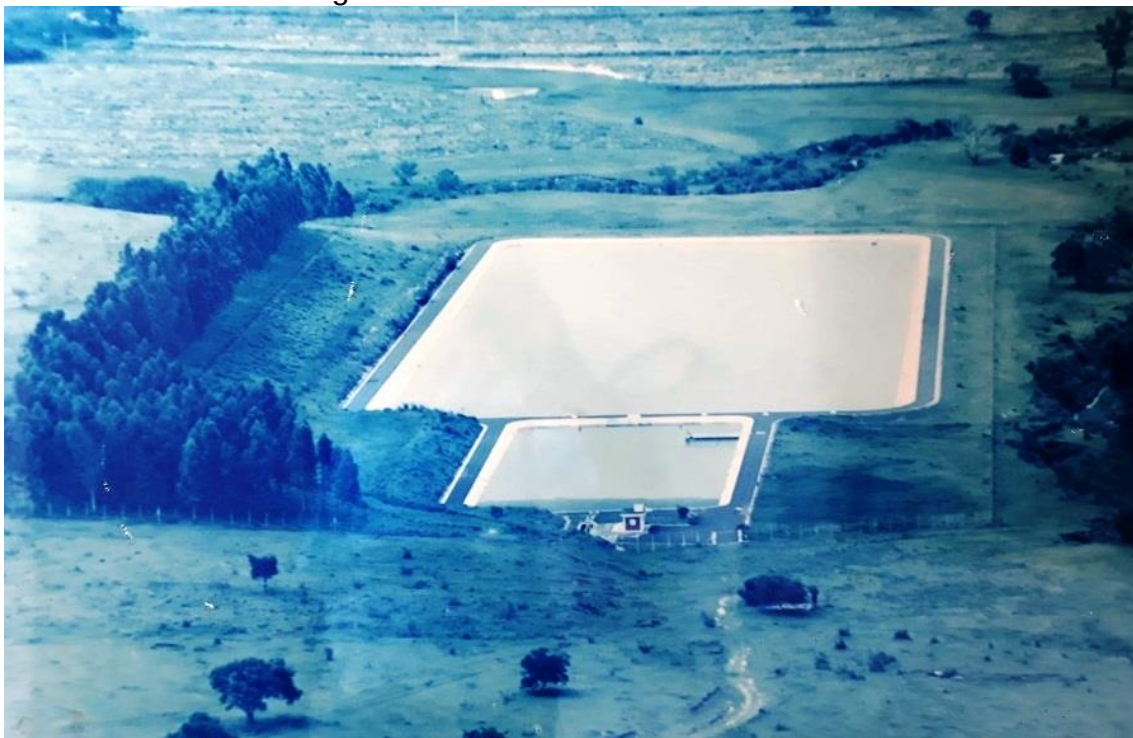


Figura 44 - Expectativa de anos de estudo da população por município.



APÊNDICE 2 – Relatório Fotográfico

Figura 45 - ETE leste de Adamantina.



Fonte:Julio C. Villagra, 2006.

Figura 46- Entrada da ETE leste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2006.

Figura 47- Tubulações entre a lagoa anaeróbia e facultativa da ETE leste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2006.

Figura 48- Estrutura de saída da ETE leste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2006.

Figura 49- Peneiras rotativas autolimpantes e caixa de areia para retirada de sedimentos da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 50 - Leitos cobertos de secagem dos lodos da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 51 - Aspecto dos lodos desidratados da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2018.

Figura 52- Aeradores tipo cachoeira da ETE oeste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2014.

Figura 53- Coleta de água do corpo receptor (Córrego Boa Vista) para análise, a montante da ETE leste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2015.

Figura 54- Coleta de esgotos para análise na saída da lagoa facultativa da ETE leste de Adamantina.



Fonte: Julio C. Villagra, 2015.