

# **Sistemas de tratamento de efluente sanitário utilizados no município de Bebedouro/SP**

**(Systems of treatment of sanitary effluent used in the municipality of Bebedouro / SP)**

**Flávia Cristina Gaspar<sup>1</sup>; Thiago Henrique Michelam<sup>2</sup>; Solange Pereira dos Santos Farah<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Discente do Curso de Engenharia Civil no Centro universitário UNIFAFIBE.  
fcristinagaspar@gmail.com

<sup>2</sup>Discente do Curso de Engenharia Civil no Centro universitário UNIFAFIBE.  
thmichelam@hotmail.com

<sup>3</sup>Docente do Curso de Engenharia Civil no Centro universitário UNIFAFIBE.  
solangealunos@bol.com.br

**Resumo:** *Diante das atuais condições do saneamento básico no país e dos princípios fundamentais propostos pela lei nacional de saneamento básico (Lei nº 11.445/2007) este trabalho teve como objetivo avaliar o sistema de esgotamento e tratamento sanitário no município de Bebedouro. Os dados foram coletados e levantados junto a Prefeitura Municipal, a empresa responsável pela Água e Esgoto da cidade (SAAEB) e ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Foi identificado que o município possui 100% de cobertura na coleta de esgoto da população urbana, que representa um ótimo valor quando comparado com a média nacional (49,8%) e estadual (84,2%). Em contrapartida, 67% deste esgoto coletado não recebe nenhum tipo de tratamento.*

**Palavras-chave:** *Saneamento básico, Esgotamento sanitário, Esgoto, Índice de cobertura, Saúde público.*

**Abstract:** *Given the current conditions of basic sanitation in the country and the fundamental principles proposed by the national basic sanitation law (Law No. 11,445/2007) this study has as objective to evaluate the sanitary sewage system and treatment in the city of Bebedouro. The data were collected together with the City Hall, the company responsible for Water and Sewage of the city (SAAEB) and the National Sanitation Information System (SNIS). It was identified that the municipality has 100% coverage in urban sewage collection, which represents an excellent value when compared to the national (49.8%) and state (84.2%). In contrast, 67% of this sewage collected, does not receive any type of treatment.*

**Keywords:** *Basic sanitation, Sanitary sewage, Sewage, Coverage ratio, Public health.*

## 1. Introdução

O saneamento básico sempre esteve atrelado ao desenvolvimento humano, a partir do momento que as comunidades perceberam que a poluição hídrica oferecia riscos à saúde, começaram a adotar medidas para eliminar os detritos e dispor de água potável (POLIDO, 2013).

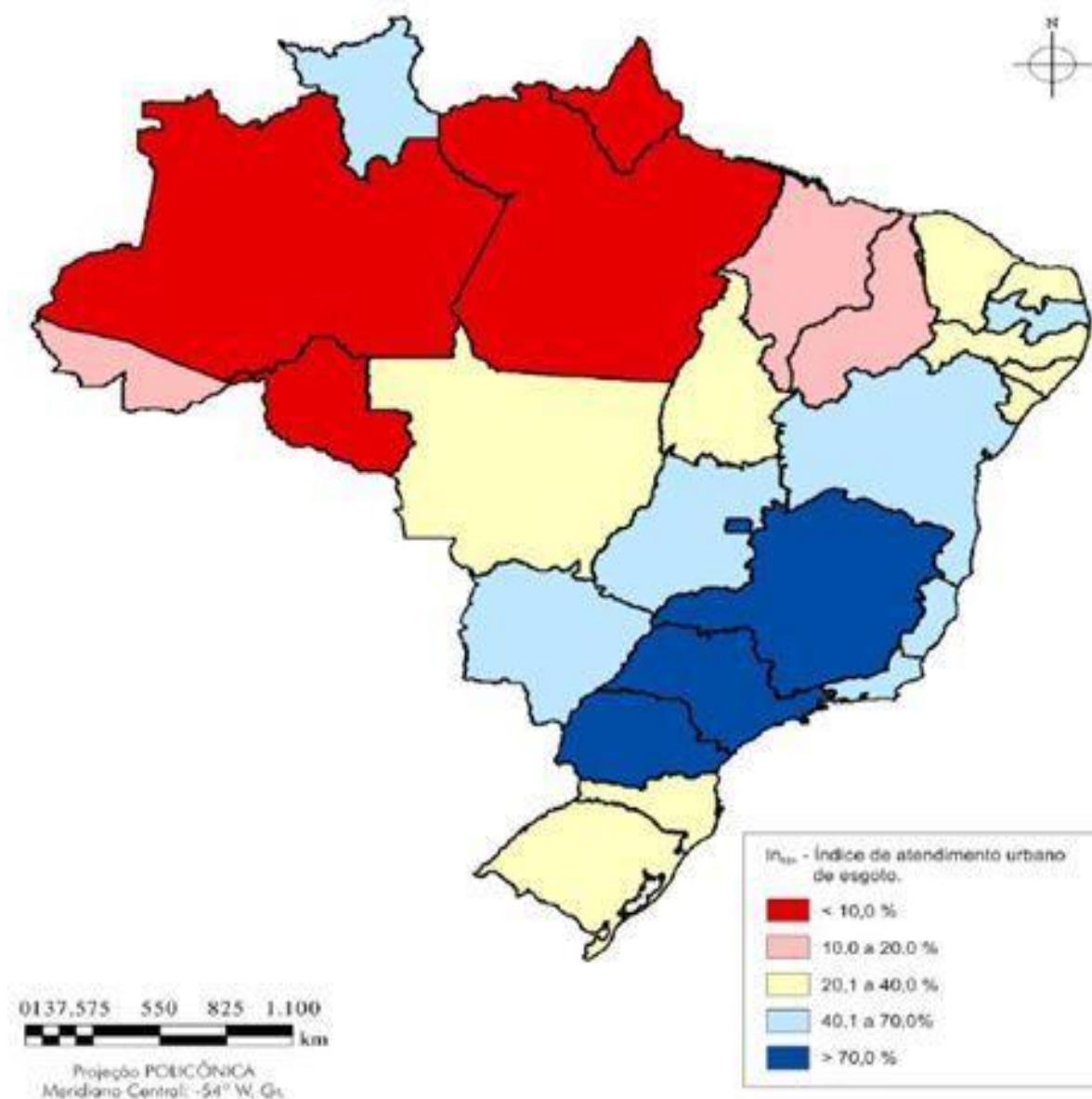
Além da qualidade de vida da população, o saneamento básico contribui com a proteção ao meio ambiente, a saúde pública e traz dignidade ao indivíduo. No Brasil é um direito assegurado pela Constituição e é definido pela Lei 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. Ainda são necessários avanços significativos, em especial no esgotamento sanitário (BRASIL, 2007).

O crescimento das cidades, sem o devido planejamento e investimento, gera uma grande demanda de água potável e conseqüentemente, produz mais esgoto sanitário. O que gera disparidades na cobertura e infraestrutura de água e esgoto, além de graves problemas ambientais; poluindo mananciais, que se tornam receptores de esgoto sem tratamento e colocam em risco a saúde pública e o meio ambiente (KUNZ et al., 2001).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), mais de 100 milhões de brasileiros não possuem acesso à rede coletora de esgoto. No estado de São Paulo, mais de 9 milhões de habitantes não dispõem de acesso ao sistema de esgoto sanitário. Existe ainda uma grande disparidade entre os municípios em função do seu tamanho. Quanto maior a população do município, maiores são a disponibilidade de investimentos e a proporção de domicílios com serviço de esgoto. Nos municípios com população maior a 1 milhão de habitantes, a relação entre o volume de esgoto tratado e o esgoto coletado é superior a 90%. Destaca-se, principalmente, a falta de investimento no país, em especial nos municípios de médio e pequeno porte (BRASIL, 2017).

A grande quantidade de esgoto lançada nos corpos hídricos sem tratamento é, atualmente, um dos maiores problemas ambientais do Brasil, uma vez que há um assombroso déficit no saneamento básico no país, como verificamos na Figura 1, em especial nas regiões norte e nordeste e nas periferias dos centros urbanos (GALVÃO, 2009).

Figura 1 – Índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos



Fonte: Brasil (2017)

Os sistemas de tratamento de esgoto surgiram para remover as cargas poluentes presentes neste esgoto, coletando, afastando, tratando e devolvendo ao ambiente o efluente tratado, dentro dos padrões exigidos pela legislação ambiental. Em áreas servidas por infraestrutura adequada de esgotamento sanitário, a população não tem contato com o esgoto sem tratamento, preservando a saúde pública e o meio ambiente (LEONETTI et al., 2011).

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a situação atual e mostrar como está o sistema de esgotamento sanitário em Bebedouro, município do estado de São Paulo. Foi relatado os sistemas existentes, suas etapas, eficiência e cobertura, e comparado os dados obtidos com outros municípios da região e com a literatura.

## 2. Referencial teórico

## **2.1 Qualidade da água**

Com o passar dos anos, o homem passou a possuir técnicas visando alternativas para melhor planejar o uso e ocupação do solo. Atividades como a agricultura e a indústria podem provocar agressividades no meio ambiente e aos recursos hídricos, ocasionando danos superficiais e subterrâneos. Na agricultura, pelo uso de defensivos agrícolas, fertilizantes e elevadas concentrações de alguns elementos químicos nos diversos tipos de cultura, as quais utilizam das águas subterrâneas para a irrigação, a qualidade da água tornou-se uma questão importante, relacionada com o crescimento da população e, principalmente, à expansão das atividades industriais e agrícolas (LOBLER, 2015).

As resoluções CONAMA 357/05, 396/08 e 430/2011, que dispõem das classificações e diretrizes ambientais para estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes, referem-se às águas subterrâneas e superficiais, estabelecendo assim as características das concentrações permitidas máximas na qualidade da água (BRASIL, 2014).

A água é de grande importância para todas as formas de vida habitada no planeta, estando presente nos processos biológicos, físicos e químicos. A sociedade tem explorado esse recurso natural de modo não adequado, acarretando graves problemas aos sistemas hídricos, tais como baixa qualidade e a sua escassez (BUZELLI; CUNHA, 2013).

## **2.2 O sistema de esgotamento sanitário**

Os tipos de sistema de esgotamento sanitário têm ênfase nas etapas de coleta e transporte e está relacionado à amplitude de atendimento, que pode ser individual ou coletivo. Os sistemas individuais atendem a uma ou a poucas unidades residenciais, lançando os resíduos geralmente em fossas sépticas. É mais empregado em locais de baixa densidade de ocupação e em zonas rurais. Os sistemas coletivos já são indicados quando há uma maior concentração demográfica, predominantemente em áreas urbanizadas (TIRABOSCHI, 2004).

Entendido como um complemento do abastecimento de água, o sistema de esgotamento sanitário se inicia no momento em que o outro termina. Para garantir a saúde pública tem como objetivo tratar o efluente, evitando assim a propagação de doenças e vetores. O sistema de esgoto sanitário pode ser dividido em três subsistemas. O primeiro corresponde ao sistema de coleta de água residuária; o segundo, ao sistema de tratamento de esgotos, e o terceiro, ao sistema de transporte do esgoto tratado até o corpo receptor (TIRABOSCHI, 2004).

O fenômeno da autodepuração que restabelece o equilíbrio no meio aquático. Esse mecanismo transforma os contaminantes do esgoto em produtos mineralizados inertes, uma vez que perde as suas propriedades contaminantes. Esse mesmo processo também transcorre em sistemas de tratamento de esgoto, pois com o ingresso de novas tecnologias permitiu-se que o tratamento fosse executado com mais rapidez em condições controladas e com taxas mais elevadas de qualidade do resultado final (VON SPERLING, 1996).

Por meio do tratamento de esgoto, objetiva-se a correção de características indesejáveis, de modo, que os produtos finais sejam reutilizados, ou não causem dano ao meio ambiente (VAN HAANDEL; LETTINGA, 1994).

A seguir, são descritos as principais características das etapas de tratamento, de acordo com os conceitos apresentados por Von Sperling (1996), Jordão e Pessoa (2011), Tiraboschi (2004) e Iclei (2017).

O tratamento preliminar compreende a primeira etapa do tratamento destinado à remoção dos sólidos grosseiros (trapos, galhos, areia e graxa), que podem trazer problemas operacionais ou de manutenção às operações e aos processos, a fim destes não danificarem as tubulações e os sistemas de bombeamento. A remoção da areia é realizada através de unidades denominadas desarenadores, mecanismo que remove a areia por sedimentação.

O tratamento primário tem por finalidade a remoção de sólidos não grosseiros em suspensão, mas requer o emprego de equipamentos como os decantadores, onde passa vagarosamente o líquido, permitindo que os sólidos em suspensão se depositem no fundo. A massa que se tem é o lodo primário bruto que deve ser tratado antes da destinação final.

O tratamento secundário é destinado a remoção de matéria orgânica dissolvida e em suspensão. Chamado também de tratamento biológico, pois a remoção da matéria orgânica ocorre em função de reações bioquímicas, feitas por microrganismos.

O tratamento terciário remove compostos específicos não biodegradáveis, componentes tóxicos ou, ainda, remove poluentes não biodegradados da etapa secundária. Esse sistema de tratamento, pode visar até mesmo o reuso da água.

A competência de um sistema de tratamento de esgotos e os benefícios que ele pode propiciar vão depender não somente do processo escolhido e aplicado, mas, principalmente dos parâmetros e critérios adotados no projeto, dos cuidados construtivos e dos procedimentos operacionais, bem como remover os contaminantes da água a fim de ser apropriada ao lançamento e qualidade desejada ou ao padrão de qualidade exigido por legislação (TIRABOSCHI, 2004). A Tabela 1 apresenta a eficiência das diversas etapas de tratamento do esgoto em função da remoção das impurezas.

**Tabela 1 – Eficiência de remoção de cada etapa de tratamento**

Grau de Tratamento	Matéria Orgânica	Sólidos em Suspensão	Nutrientes	Bactérias
Preliminar	5-10	5-20	Não remove	10-20
Primário	25-50	40-70	Não remove	25-75
Secundário	80-95	65-95	Pode remover	70-99
Terciário	40-99	80-99	Até 99	Até 99,999

Fonte: Adaptado de CETESB (2015)

## 2.3 Sistemas de tratamento

Existem diversas formas de tratamentos e destinações adequadas aos esgotos sanitários, com eficiências e custos de implantação e manutenção diferentes. Sendo assim é necessária uma análise e um planejamento específico para aplicar, desenvolver ou adequar as tecnologias existentes de tratamento a realidade e condições locais (COLARES; SANDRI, 2013)

O tratamento de esgoto consiste na estabilização da matéria orgânica dos efluentes, busca transformar a matéria orgânica em inorgânica e remover microrganismos patogênicos. Os principais processos utilizados são as lagoas facultativas, filtros aeróbios, reatores anaeróbios e aeróbios, lodos ativados e os de disposição no solo (TIRABOSCHI, 2004).

O modo anaeróbico é uma das possibilidades para o tratamento de esgotos. Esta técnica encontra-se bem aplicada e consolidada, principalmente pela economia de área. Esses sistemas demonstram uma capacidade limitada de remoção de matéria orgânica (CALIJURI, 2009).

### 2.3.1 Lagoas de estabilização

Por apresentarem baixos custos de implantação e operação, as lagoas de estabilização são frequentes nos países em desenvolvimento. Quando bem projetadas e instaladas, tratam os efluentes de maneira eficiente, garantindo alto grau de desinfecção e baixo teor de matéria orgânica. No entanto, deve-se considerar que fatores externos podem intervir no processo. As lagoas de estabilização podem ser anaeróbias, facultativas ou de maturação. Possuem a característica de serem aeróbias na superfície e anaeróbias no fundo (CASAROTTI, 2012).

Lagoa de estabilização é uma das formas mais simples para o tratamento de esgotos, existindo diversas variações: lagoas facultativas; sistema de lagoas anaeróbicas seguidas por

lagoas facultativas; lagoas aeradas facultativas e sistema de lagoas aeradas de mistura completa seguidas por lagoas de decantação.

As lagoas facultativas são responsáveis por um processo mais simples, se resume na retenção do esgoto por um período de tempo suficiente para que o processo de estabilização da matéria orgânica ocorra de forma natural (VON SPERLING, 1996).

Considerando que a natureza é lenta, observa-se que carece de grandes áreas, devido ao longo tempo que leva para que as reações se completem, assim como a atividade biológica é fortemente afetada pelas condições naturais. Assim, esta forma de tratamento é mais adequada onde a terra é barata e clima favorável (ARCIEVALA, 1981).

### 2.3.2 *Lodos ativados*

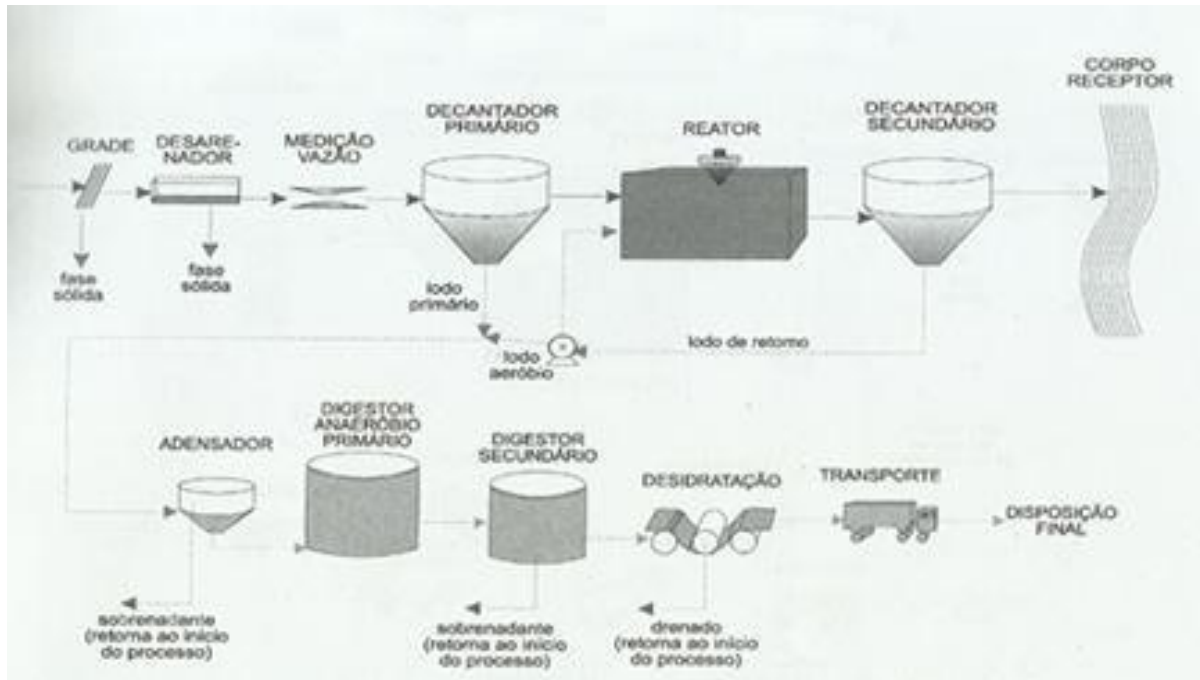
O sistema de lodos ativados é utilizado quando se faz necessário maior qualidade do efluente e reduzida disponibilidade de área, fazendo uso de maior sofisticação operacional e conseqüentemente maior consumo de energia (VON SPERLING, 1997).

Em regiões de clima quente a utilização do reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), pode ser uma solução para o tratamento secundário (SOUSA, 2004).

Amplamente utilizado de forma sistemática em diversos países, o sistema de lodo ativado pode ser adaptado para incluir remoções biológicas de nitrogênio e fósforo. No processo de lodos ativados, o esgoto afluente e o lodo ativado são misturados, agitados e aerados no reator, em seqüência é separado o lodo ativado do esgoto e tratado por sedimentação em decantadores. Esse lodo ativado separado retorna ao processo, ou é retirado para tratamento específico e destinação final (TIRABOSCHI, 2004).

No sistema convencional, representado na Figura 2, parte da matéria orgânica é retirada antes da aeração por meio do decantador primário, afim de aproveitar a energia do próprio efluente. A idade do lodo é de 4 a 10 dias e a detenção hidráulica de 6 a 8 horas, neste período a biomassa retirada necessita de estabilização, uma vez que apresenta matéria orgânica em suas células, tal estabilização se dá pela retirada da umidade, diminuindo o lodo a ser tratado, por meio dos digestores (VON SPERLING, 1997).

**Figura 2 - Fluxograma do sistema de lodos ativados convencional**



Fonte: VON SPERLING (1997)

### 2.3.3 Filtro biológico

Esse sistema de tratamento é composto de um leito de pedras, ou outro material inerte com tamanho, forma e interstícios adequados, que permitem a livre circulação natural ou forçada de ar, sobre o leito. Dispositivos de distribuição, que são geralmente giratórios, lançam os esgotos que percorrem o leito, que constituem o meio filtrante (TIRABOSCHI, 2004).

Apesar de ser pouco utilizado no Brasil, no filtro biológico aeróbio a DBO é estabilizada aerobiamente por bactérias aderidas em pedras, o líquido percola entre as pedras saindo no fundo do tanque. Quando se reduz a carga devido à baixa de DBO as bactérias fazem uma autodigestão, estabilizando assim o sistema (VON SPERLING, 1996).

### 2.3.4 Disposição no solo

Aplicação de esgotos no solo pode ser considerada uma forma de tratamento de nível (primário, secundário e terciário), ou método de disposição final. Os métodos mais comuns são a infiltração lenta, rápida e subsuperficial, e escoamento superficial (VON SPERLING, 1996).



A infiltração lenta requer a maior área superficial, mas é o sistema natural de maior eficiência. O esgoto é aplicado por aspersão no solo, fornecendo nutrientes para as plantas. Já na infiltração rápida, o esgoto é depositado em bacias rasas e a aplicação é realizada de forma intermitente. Na infiltração subsuperficial, o esgoto (pré-tratado) é aplicado abaixo do nível do solo, os locais de infiltração são preenchidos com um meio poroso, onde ocorre o tratamento. No escoamento superficial, o esgoto escoar por um terreno com certa declividade até caírem em valas na parte inferior (TIRABOSCHI, 2004).

#### **2.4 Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

A DBO e a DQO são parâmetros que indicam num efluente a carga poluidora. A DBO indica a quantidade de oxigênio consumida durante a degradação bioquímica da matéria orgânica no efluente. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de vida no meio aquático. A DQO indica a quantidade de oxigênio que seria consumida através de reações oxidativas e químicas dos diversos compostos orgânicos e inorgânicos presentes (VON SPERLING, 1996).

### **3. Material e Métodos**

Atualmente, a coleta e o tratamento de esgotos de Bebedouro são de responsabilidade da Prefeitura Municipal, através de sua Autarquia, denominada Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Bebedouro (SAAEB).

O município de Bebedouro está localizado na região sudeste de São Paulo, está situado na sub bacia hidrográfica do Baixo Pardo/Grande. Possui 683,192 km<sup>2</sup> de território, limita-se ao norte com Colina; ao leste com Terra Roxa, Viradouro e Pitangueiras, ao sul com Taquaral, Taiúva, Taiacu, e Pirangi, e ao oeste com Monte Azul Paulista.

Os dados referentes ao esgotamento sanitário da cidade foram obtidos com o órgão responsável (SAAEB), e as informações dos demais municípios foram obtidas a partir de dados oficiais publicados pelo Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS) e pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

As informações referentes às Estações de Tratamentos de Esgoto (ETE), tais como eficiência e cobertura de atendimento foram obtidas junto a Prefeitura Municipal de Bebedouro e ao SAAEB. Os dados referentes a quantidade de ligações, extensão de rede,

população atendida e volume coletado, foram obtidas no diagnóstico de 2015 do SNIS, e no relatório de qualidade de águas da CETESB de 2016.

#### **4. Resultados e Discussão**

De acordo com o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, a cidade possuía uma população de 77.695 habitantes. Destes, 95,4% residem na área urbana. Estima-se que o município em 2017 possua uma população de 80.000 habitantes, chegando a uma densidade demográfica 109,81 hab./Km<sup>2</sup> (BRASIL, 2010).

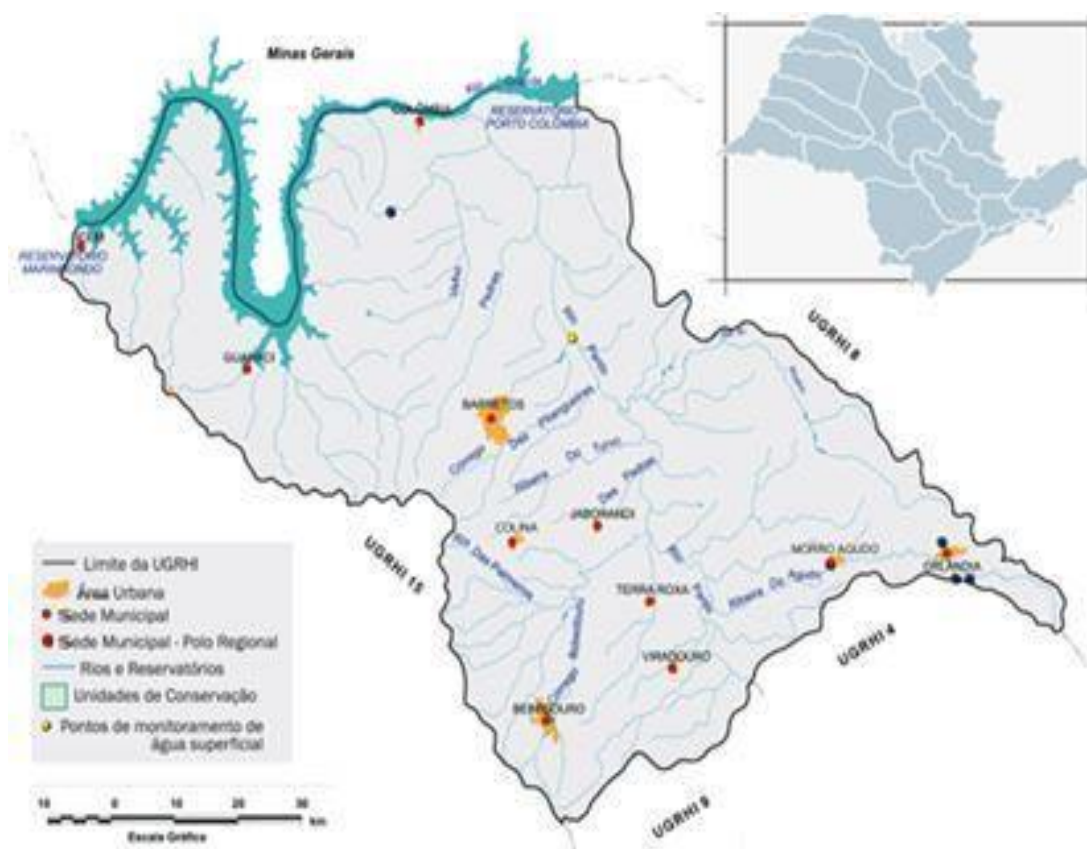
O sistema de coleta e afastamento de esgotos do município de Bebedouro foi projetado para ser um sistema separador absoluto, destinado a coletar e transportar as águas pluviais e águas residuárias em sistemas independentes. O escoamento dos esgotos sanitários no município acontece por gravidade, existindo ainda uma estação elevatória. O esgoto oriundo das edificações que não são ligadas a rede coletora, independentemente de sua tipologia e de se localizarem na zona urbana ou rural, deve ser tratado pelo agente produtor no interior de seu imóvel, através de fossas sépticas e sumidouros, sendo que a instalação de filtro anaeróbio é um recurso opcional, o qual é determinado pelo responsável técnico dos projetos de edificações.

A rede coletora de esgotos do município possui aproximadamente 705 km de extensão, que são operadas pelo SAAEB, alcançando um índice de coleta de esgoto na área urbana de 100%. O sistema de esgotamento possui ainda quatro estações de tratamento de esgoto (ETE), que alcançam um índice de tratamento de esgoto de apenas 33% do esgoto coletado na cidade.

O município de Bebedouro integra a unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI) do Baixo Pardo/Grande, que é composta pelos seguintes municípios, Altair, Barretos, Bebedouro, Colina, Colômbia, Guaraci, Icém, Jaborandi, Morro Agudo, Orlândia, Terra Roxa e Viradouro, sendo que, além destes, os municípios de Guaíra e Pitangueiras, participam como representantes no comitê de bacias. Como podemos observar na Figura 3.

Dentre os vários problemas ambientais desta unidade hidrográfica, podemos citar a perda acentuada de água superficial provocada pelo intenso desmatamento e aceleração do processo erosivo em áreas urbanas e rurais; assoreamento e risco de desperenização de cursos d'água; disposição irregular de lixo; exploração sem controle de água subterrânea; aumento crescente da demanda de água; e devido à falta de tratamento ocorre o lançamento de esgotos urbanos não tratados nos corpos d'água que compõem a bacia.

**Figura 3 – Municípios que compõe o Comitê do Baixo Pardo/Grande**



**Fonte: CETESB (2016)**

De acordo com Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2016), a área de drenagem da bacia é de 7.177 km<sup>2</sup>. É constituída pelo Rio Pardo, desde a foz do Rio Mogi-Guaçu até a foz no Rio Grande (120 km) e Rio Grande, desde a Usina Porto Colômbia até a Usina Marimbondo (140 km) e possui dois reservatórios, o Porto Colômbia e Marimbondo (Rio Grande). Atende uma população de aproximadamente 400 mil habitantes. Possui 404 km<sup>2</sup> de vegetação natural remanescente que ocupa, aproximadamente, 5% de sua área (SEADE, 2017).

Na Tabela 2, podemos observar as informações sobre o esgotamento sanitário de alguns municípios que compõem a UGRHI em 2015. O índice de coleta médio na bacia (88%) está abaixo do executado em Bebedouro (100%), porém o índice de tratamento médio na bacia (60%) é de praticamente o dobro do realizado no município.

Ainda de acordo com as informações da Tabela 3, o sistema de esgotamento sanitário do município de Bebedouro, em 2015, obteve a taxa de atendimento de coleta de esgoto superior à média nacional (49,8%) e estadual (84,2%), totalizando 100% da população urbana com atendimento de coleta de esgoto (BRASIL, 2017).

Observamos ainda que apenas o município de Barretos, coleta e trata na totalidade seus esgotos sanitários, contando com uma população maior e uma extensão de rede menor que a de Bebedouro. O município de Orlandia, assim como Barretos e Bebedouro coleta 100% do esgoto gerado e trata 90,5%, um resultado próximo do ideal. Já as cidades de Colina, Guaíra e Guarací, tratam todo o esgoto coletado, mas não atendem a totalidade de suas populações no aspecto de coleta. Estes dados reforçam que não existe uma solução ou modelo padrão a ser aplicado a todos os municípios, devido à grande diversidade de desafios locais. Toda alternativa de saneamento deve ser bem planejada e executada para que atinja o máximo de eficácia e eficácia possível.

**Tabela 2 - Informações sobre o esgotamento na UGRHI em 2015**

Município	População Total (método geométrico)	Quantidade de Ligações	Volume de esgoto coletado (1.000 m <sup>3</sup> /ano)	Índice de coleta de esgoto (%)	Volume de esgotos tratado (1.000 m <sup>3</sup> /ano)	Índice de tratamento de esgoto (%)	Extensão da Rede coletora (km)
Barretos	112.345	45.276	8.512,23	100	8.512,23	100	577
Bebedouro	77.545	32.609	5.493,85	100	1.812,97	33	705
Colina	18.245	6.866	918,65	82,34	918,65	100	129
Guaíra	39.813	17.163	2.816,90	85	2.816,90	100	249
Guarací	9.976	3.425	530	90,67	530	100	32
Morro Agudo	30.307	9.953	1.913,08	71,85	0	0	135
Orlandia	42.354	13.750	3.536,00	100	3.200,00	90,5	285
Pitangueiras	38.211	13.363	3.893,62	82,79	0	0	84
Viradouro	18.372	6.815	1.063,48	80	163,48	15,37	74

**Fonte: Adaptado de BRASIL (2017)**

Percebeu-se ainda, que os menores municípios, como é o caso de Guarací e Colina tratam na totalidade seus efluentes, mas ainda não universalizaram o acesso a rede coletora. E os maiores municípios como Barretos, Orlandia e Guaíra apresentam ótimos índices de coleta e tratamento, e as exceções são Bebedouro e Pitangueiras, com apenas 33% e 0% de tratamento respectivamente.

Na Tabela 3 podemos observar os índices de qualidade das águas (IQA) calculado pela CETESB em 2016. Os impactos dos lançamentos de esgoto sem tratamentos podem ser evidenciados na qualidade das águas da UGRHI 12 do Baixo Pardo/Grande.

Os índices de qualidade das águas (IQA) do Baixo Pardo/Grande nos pontos coletados apresentam 86% das amostras consideradas boas e 14% ruins. Para o cálculo são consideradas variáveis de qualidade que indicam o lançamento de efluentes sanitários para o corpo d'água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais. Este índice, calculado em todos os pontos da Rede Básica, também pode indicar alguma contribuição de efluentes industriais, desde que sejam de natureza orgânica biodegradável. O

resultado demonstra a capacidade de autodepuração dos corpos d'águas. Porém não representa o potencial impacto dos esgotos sem tratamento.

**Tabela 3 – Distribuição percentual das categorias do IQA por UGRHI em 2016**

UGRHI	Descrição da UGRHI	Número de pontos de amostragem 2016	% de pontos em cada categoria do IQA				
			ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
1	MANTIQUEIRA	4		75	25		
2	PARAIBA DO SUL	29	17	72	7	3	
3	LITORAL NORTE	31		90	3	6	
4	PARDO	10		90		10	
5	PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI	86	2	59	21	17	
6	ALTO TIÊTE	71	10	24	10	28	28
7	BAIXADA SANTISTA	18		67	17	17	
8	SAPUCAI/GRANDE	16	6	81	13		
9	MOGI GUAÇU	36		89	8	3	
10	SOROCABA/MÉDIO TIÊTE	25	8	52	24	16	
11	RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL	13		92	8		
12	BAIXO PARDO/GRANDE	7		86		14	
13	TIÊTE/JACARÉ	13		85	8	8	
14	ALTO PARANAPANEMA	10	10	80	10		
15	TURVO/GRANDE	21	5	62	29	5	
16	TIÊTE/BATALHA	9	33	67			
17	MÉDIO PARANAPANEMA	8		100			
18	SAO JOSE DOS DOURADOS	6	67	33			
19	BAIXO TIÊTE	11	45	55			
20	AGUAPEI	11		82	18		
21	PEIXE	5	20	80			
22	PONTAL DO PARANAPANEMA	9	33	56	11		
ESTADO DE SÃO PAULO		449	8	64	12	11	4

**Fonte: CETESB (2016)**

A Tabela 4 apresenta o índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática (IVA).

Os índices de qualidade das águas para a proteção da vida aquática (IVA) do Baixo Pardo/Grande nos pontos coletados apresentam 29% das amostras consideradas boas, 29% regular, 29% ruins e 14% péssimas, e demonstram efetivamente o impacto dos lançamentos de esgotos não tratados. O IVA é utilizado para avaliar a qualidade das águas para a proteção da vida aquática, incluindo no seu cálculo as variáveis essenciais para os organismos aquáticos como oxigênio dissolvido, pH e toxicidade, além das substâncias tóxicas e o grau de

trofia, que avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e ao seu efeito relacionado ao crescimento das algas em excesso ou ao aumento de macrófitas aquáticas.

Quanto maior o volume de efluentes não tratados lançados nas sub bacias, piores são os resultados dos índices de qualidade das águas, o que está diretamente relacionado ao tamanho dos municípios e tipologia de tratamento.

**Tabela 4 – Distribuição percentual das categorias do IVA por UGRHI em 2016**

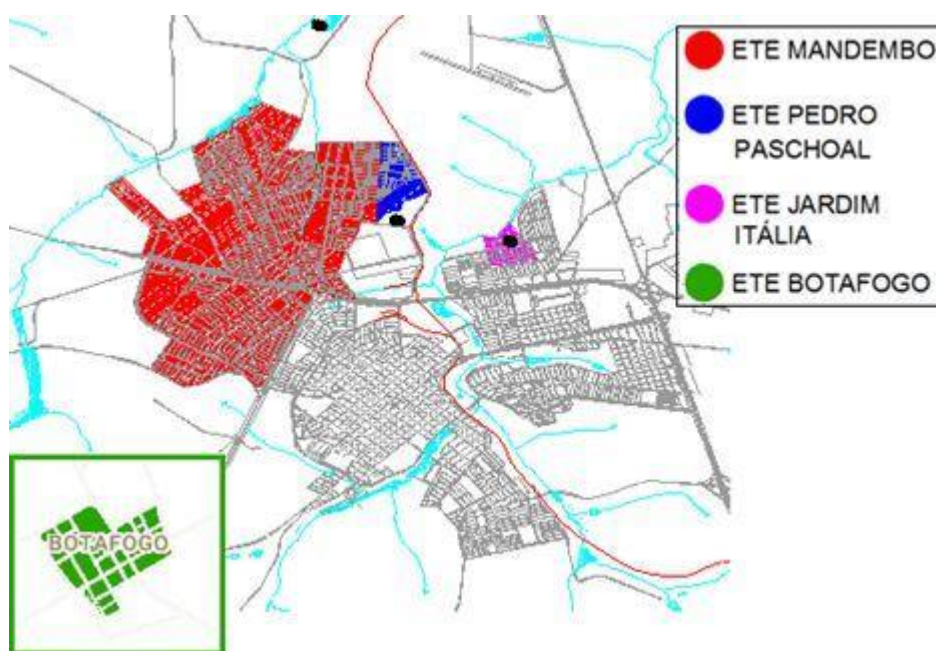
UGRHI	Descrição da UGRHI	Número de pontos de amostragem 2016	% de pontos em cada categoria do IVA				
			ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
1	MANTIQUEIRA	4		50	50		
2	PARAIBA DO SUL	28	7	46	43	4	
3	LITORAL NORTE	12	25	67	8		
4	PARDO	9	11	44	33	11	
5	PIRACICABA/CAPIVARI/JUNDIAI	78	5	27	42	24	1
6	ALTO TIÉTÊ	40		20	20	35	25
7	BAIXADA SANTISTA	8	13	38	25	25	
8	SAPUCAI/GRANDE	13	38	23	38		
9	MOGI GUAÇU	35	17	46	20	17	
10	SOROCABA/MÉDIO TIÉTÊ	20	5	15	50	25	5
11	RIBEIRA DE IGUAPE/LITORAL SUL	11	45	45	9		
12	BAIXO PARDO/GRANDE	7		29	29	29	14
13	TIÉTÊ/JACARÉ	13	8	31	38	23	
14	ALTO PARANAPANEMA	10	20	60		20	
15	TURVO/GRANDE	17	6	18	65	6	6
16	TIÉTÊ/BATALHA	9	11	33	44	11	
17	MÉDIO PARANAPANEMA	8	38	50	13		
18	SÃO JOSÉ DOS DOURADOS	6	33	33	17	17	
19	BAIXO TIÉTÊ	11	55	27	18		
20	AGUAPEI	10		70	30		
21	PEIXE	5	20	80			
22	PONTAL DO PARANAPANEMA	8	13	38	50		
<b>ESTADO DE SÃO PAULO</b>		<b>362</b>	<b>13</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>4</b>

Fonte: CETESB (2016)

Atualmente, existem quatro estações de tratamento de esgoto no município. Três ETES estão localizadas na região norte no município e uma no distrito de Botafogo.

Os sistemas de tratamentos atuais do município são insuficientes para atender toda a demanda de esgoto gerada, o que compromete a saúde da população e o meio ambiente. A Figura 4 detalha a área de cobertura de cada uma das ETES do município.

**Figura 4 - Área de Cobertura das ETEs**



**Fonte: Adaptado pelos autores**

Devido a não existência de tratamento total do esgoto coletado, o município de Bebedouro despeja a maior parte de seu esgoto (67%) sem nenhum tipo de tratamento, nos córregos Bebedouro e Mandembo, constituindo alto risco de contaminação. Comparado com a média de esgoto não tratado no estado de São Paulo, que é de 38%, o município de Bebedouro está muito deficiente neste aspecto. A carga poluidora remanescente pós-tratamento no município é de 2.815 kg de DBO por dia, que são lançados nos córregos. Carga muito acima dos limites estabelecidos pela legislação (CETESB, 2016).

Com exceção da ETE Mandembo, que utiliza lagoas de estabilização, as demais são unidades compactas com reatores anaeróbios de fluxo ascendente (RAFA, do Inglês UASB). Na Tabela 5 podemos observar as capacidades das ETEs e a eficiência de remoção de DBO.

**Tabela 5 - Dados das ETE do Município de Bebedouro**

ETE	Capacidade Atual (m <sup>3</sup> /hora)	Tipologia do Processo	Eficiência Remoção de DBO (%)
ETE Mandembo	324	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Tanque de Desinfecção + Escada de Aeração	86,3
ETE Botafogo	13,5	Reator UASB + Calha Parshall + Decantador + Tanque de Desinfecção	95,0
ETE Pedro Paschoal	14,3		98,2
ETE Jardim Itália	17,1		98,5

**Fonte: SAAEB (2017)**

#### **4.1 ETE Mandembo**

A ETE Mandembo realiza o tratamento de 30 bairros, da região norte, oeste e noroeste. Fica cerca de 500 m do Córrego Mandembo, e está a 4 Km do perímetro urbano. A construção foi iniciada nos anos 90, e em 2001 foi retomada sendo concluída em 2003. Atende uma população de 23.500 habitantes. Para a operação da ETE foram construídos 2 km de emissários e uma estação elevatória para que o esgoto pudesse chegar até a estação. A Figura 5 apresenta uma visão aérea da ETE Mandembo.

**Figura 5 - ETE Mandembo.**



**Fonte: Google Earth, 2017**

O sistema primário é composto por gradeamento, caixa de areia e calha parshall. O sistema secundário é composto por uma lagoa anaeróbia e duas lagoas facultativas. Na lagoa anaeróbia o processo acelera a decomposição da matéria orgânica transformando-a em sais minerais e novos microrganismos, nas demais lagoas denominadas de lagoas facultativas o esgoto passa por um período para que ocorra o processo de estabilização da matéria orgânica de maneira eficiente. O sistema terciário é composto por sistema de labirintos e uma escada hidráulica destinada à desinfecção e a incorporação de oxigênio na água residual.

A eficiência de remoção de carga orgânica medida em DBO é superior a 80%. O efluente tratado é lançado no Córrego Mandembo. Os parâmetros de operação e de projeto da ETE Mandembo, além das características quantitativas e qualitativas do esgoto são apresentados na Tabela 6.



**Tabela 6 - Parâmetros da ETE Mandembo**

ETE Mandembo	T (dia)	Lvproj (g DBO/m <sup>3</sup> .dia)	Lsproj (kg DBO/ha .dia)	H (m)	L/B
Lagoa Anaeróbia	6,5	46	-	4,3	2,1
Lagoa Facultativa 1	8,7	-	270 *	1,95	FI
Lagoa Facultativa 2	11,9	-	197*	1,95	FI

**Fonte: Adaptado de Leonel (2016)**

Na Tabela 6, T representa o tempo de detenção em dias, Lvproj é a taxa de aplicação volumétrica de projeto, Lsproj é a taxa de aplicação superficial de projeto, H é a profundidade da lagoa, L é o comprimento, B é a largura, FI é o formato irregular e considerando 60% de remoção de carga orgânica na lagoa anaeróbia.

Os parâmetros propostos por VON SPERLING (2002) e JORDÃO E PESSOA (2011) apud LEONEL (2016) são:

- Para a Lagoa Anaeróbica T (dia) = 2 a 6; Lv(g DBO/m<sup>3</sup>.dia) = 100 a 400; H (m) = 3,0 a 5,0; L/B = 1 a 3;

- Para a Lagoa Facultativa T (dia): 15 a 45; Ls (kg DBO/ha.dia) = 100 a 350; H (m) = 1,2 a 2,0; L/B = 2 a 5.

Com relação a esses parâmetros a lagoa anaeróbia, em relação ao tempo de detenção, e a taxa de aplicação volumétrica está com parâmetros fora das margens recomendadas pela literatura, o que compromete a eficiência do tratamento.

O SAAEB informou que realiza monitoramento da ETE semanalmente, efetua análise visual e laboratorial. Os dados da entrada e da saída na ETE Mandembo da última semana de fevereiro/2017 são apresentados na Tabela 7.

De acordo com as informações fornecidas pelo SAAEB os parâmetros de saída e de remoção atendem a legislação (CONAMA 430/11) para remoção da DBO e DQO, já que a eficiência de remoção é superior a 60%.

**Tabela 7 - Parâmetros da ETE Mandembo**

Parâmetro	Entrada	Saída	% Remoção
DBO (mg/l)	308,5	42,4	86,3
DQO (mg/l)	1071	221	79,4
pH	6,6	7	-

**Fonte: Adaptado de LEONEL (2016)**

#### **4.2 ETEs Jardim Itália, Pedro Paschoal e Botafogo**

As demais ETEs localizadas no município de Bebedouro, são do tipo compactas. São conhecidas como ETE Jardim Itália, ETE Pedro Paschoal e ETE Botafogo (Figura 6). São

compostas por Reator UASB, calha Parshall, decantador e tanque de desinfecção. Seu efluentes tratados são lançados no Córrego Bebedouro e Botafogo.

**Figura 6 - ETE Botafogo**



**Fonte: SAAEB (2017)**

Na Tabela 8, estão representados os dados operacionais, ano de construção e inauguração, quantidade de unidades habitacionais atendidas e eficiência de remoção de DBO de cada uma das ETEs compactas.

**Tabela 8 - Dados das ETEs Compactas**

ETE	Ano de Construção e Inauguração	Unidade Habitacionais Atendidas	Eficiência Remoção de DBO (%)
ETE Botafogo	2013 / 2015	500	>95,0
ETE Pedro Paschoal	2015 / 2016	298	98,2
ETE Jardim Itália	2014 / 2014	431	98,5

**Fonte: SAAEB (2017)**

Na legislação para DBO e sólidos sedimentáveis, segundo a Resolução CONAMA 430/11, a concentração de DBO deve ser igual ou inferior a 120 mg/L ou eficiência de remoção igual ou superior a 60%. Portanto, todas as ETEs compactas do município estão dentro dos parâmetros ambientais em relação a remoção de DBO.

## **5. Conclusão**

O município de Bebedouro está à frente da maioria dos municípios brasileiro sem relação à coleta de esgoto sanitário, pois possui 100% de cobertura na coleta para a população urbana. Porém, em relação ao tratamento do esgoto, deixa muito a desejar, pois 67% deste esgoto coletado, cerca de 3.680.880 m<sup>3</sup>/ano, não recebe nenhum tipo de tratamento e é

lançado nos corpos d'água, prejudicando o meio ambiente, a qualidade de vida e a saúde da população.

Existem projetos para construção de novas ETEs no município, que estão em fase de projeto ou de licitação. Em abril de 2017 foi assinado o contrato autorizando a licitação e posteriormente, a construção da ETE Turvânia, outro distrito do município. O SAAEB está aguardando também a aprovação documental para posterior licitação para a ETE Bebedouro, que trataria o restante do esgoto. Portanto, torna-se necessário a aceleração desses projetos por parte do município e demais órgãos responsáveis.

Já nas zonas rurais, seria necessário um maior estímulo à utilização de soluções individuais de tratamento de esgoto. Além disso, o município deve desenvolver programas contínuos de educação ambiental para a população, proporcionando esclarecimentos sobre saneamento básico, reuso e uso racional da água.

O SAAEB não forneceu todos os dados solicitados, em especial sobre as análises realizadas, semanalmente, nas entradas e saídas das ETEs. Portanto, houve dificuldades de comparação dos dados com a literatura. Tal efeito despertou interesse para futuras pesquisas com o intuito de realizar coletas e análises laboratoriais dos efluentes nas entradas e nas saídas das ETEs. Essa é a situação atual do município de Bebedouro com relação ao tratamento de esgoto, que poderá ser estudado ou comparado para estudos futuros daqui 5 ou 10 anos.

## 6. Referências

AQUINO, S. F. de; CHERNICHARO, C. A. L. Acúmulo de ácidos graxos voláteis (agvs) em reatores anaeróbios sob estresse: causas e estratégias de controle. *Eng. Sanitária Ambiental*, Rio de Janeiro. n. 2, p. 152-161, abr./jun. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522005000200009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522005000200009) &lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 7 nov. 2016.

ARCIEVALA, S. J. *Wastewater treatment and disposal*. New York: Marcel Dekker, 1981.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS*. Brasília, 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2010*. Brasília: IBGE, 2010.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. *Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

\_\_\_\_\_. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. *Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2015*. Brasília: SNIS, 2017.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. da; Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. *Rev. Ambient. AÁgua*, Taubaté, v. 8, n.

1, p. 186-205, Abr. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2013000100014&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2013000100014&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 07 nov. 2016.

CALIJURI, M. L. et al; Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes. *Eng. Sanit. Ambient*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 421-430, set. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522009000300016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522009000300016)>. Acesso em: 27 set. 2016.

CASAROTTI, E. G. et al. Avaliação da influência do vento na circulação de uma lagoa de estabilização. *Eng. Sanitária Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 4, p. 401-412, Dec. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 06 nov. 2016.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2016*. São Paulo: CETESB, 2016. (Série Relatórios).

COLARES, C. J. G.; SANDRI, D.; Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. *Revista Ambiental Água*, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 172-185, abril. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2013000100013](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2013000100013) lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 nov. 2016

FREITAS, M. B. de; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, Liz Maria de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, Jun. 2001. Disponível em: <[http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102311X2001000300019&lng=en&nrm=iso](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102311X2001000300019&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 30 de set. 201

GALVAO JUNIOR, A. C.; Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil. *Revista Panam Salud Pública*, Washington, v. 25, n. 6, p. 548-556, jun.2009. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v25n6/v25n6a12.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2016.

ICLEI RESÍDUOS. *Apoiando a gestão local de resíduos*. Disponível em: <[http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page\\_id=411#](http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page_id=411#)>. Acesso em: 28 ago. 2017.

KUNZ, A. et al; Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. *Química Nova*, São Paulo, v.25, n.1, p.78-82, fev. 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422002000100014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000100014)> .Acesso em: 20 set. 2016.

LEONEL, L.F. *Desempenho de estações de tratamento de esgoto-uma análise de sistemas de lagoas de estabilização de pequeno e médio porte integradas à avaliação da qualidade dos corpos hídricos na UGRHI 12 – Baixo pardo/grande*. (Dissertação de Mestrado) São Carlos, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2016.

LEONETTI, A. B. et al. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, p. 331-348, 2011. Disponível em:<[http://www.scielo.br /scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-76122011000200003](http://www.scielo.br /scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122011000200003)>. Acesso em: 07 nov. 2016.

LOBLER, C. A.; SILVA, J. L. S.; Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas do município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Ambient. Água*, Taubaté , v.

10, n. 1, p. 141-152, mar. 2015 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2015000100141&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2015000100141&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 out. 2016.

METCALF & EDDY. *Tratamento de efluentes e recuperação de resíduos*. 5th ed. New York: MetCalf & Eddy, Inc, 2015. 1819 p.

PERH, *Plano Estadual De Recursos Hídricos 2016*. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/planoestadualderecursoshidricos>>. Acesso em: 17 set. 2017.

PHILIPPI JUNIOR, A. (Ed.). *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. Baurer: Manole, 2005.

PERH, *Plano Estadual De Recursos Hídricos 2016*. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/planoestadualderecursoshidricos>>. Acesso em: 17 set. 2017.

PMB; Prefeitura Municipal De Bebedouro. *Plano diretor*. Disponível em: <[http://www.bebedouro.sp.gov.br/portal/plano\\_diretor\\_diagnostico-2016.pdf](http://www.bebedouro.sp.gov.br/portal/plano_diretor_diagnostico-2016.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2017.

SAAEB, *Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto de Bebedouro*. Notícias. Disponível em: <<http://saaeb.bebedouro.sp.gov.br/home/>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

SEADE, *Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados*, Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo 2017. Disponível em: <[http://www.bebedouro.sp.gov.br/portal/plano\\_diretor\\_diagnostico-2016.pdf](http://www.bebedouro.sp.gov.br/portal/plano_diretor_diagnostico-2016.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2017.

SOUSA, A.C.A.; COSTA, N. R. Incerteza e dissenso: os limites institucionais da política de saneamento brasileira. *Rev. Adm. Pública*, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, p. 587-599, jun. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-7612201300300003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-7612201300300003)>. Acesso em: 17 out. 2016.

SOUSA, J. T. de et al; Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 285-290, dez. 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522004000400004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522004000400004)> . Acesso em: 27 set. 2016.

TIRABOSCHI, M. H. F. de S. *Contribuição para concepção e análise de alternativas de tratamento de esgotos sanitários com base em princípios e critérios de sustentabilidade*. (Dissertação de Mestrado) São Carlos, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2004.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. *Tratamento anaeróbico de esgotos: um manual para regiões de clima quente*. Campina Grande: Epgraf, 1994.

VON SPERLING, M. *Lagoas de estabilização*. 2. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1986.

\_\_\_\_\_. *Lodos ativados*. 2. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.

\_\_\_\_\_. *Princípios básicos do tratamento de esgoto*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.