

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL – PROEP  
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA – SAPC  
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

**DEMONSTRAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GUAPÓ-GO**

JAQUELINE MARQUES DE SOUSA  
JULIANA DE FATIMA LEITE BORGES REZENDE  
ORIENTADORA: M<sup>a</sup> MARISA COSTA AMARAL

GOIÂNIA  
MAIO/2021

JAQUELINE MARQUES DE SOUSA  
JULIANA DE FATIMA LEITE BORGES REZENDE

**DEMONSTRAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GUAPÓ-GO**

Artigo Científico apresentado ao Centro Universitário de Goiás - UNIGOIÁS sob orientação da Profa. M.<sup>a</sup> Marisa Costa Amaral, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

GOIÂNIA  
MAIO/2021

JAQUELINE MARQUES DE SOUSA  
JULIANA DE FATIMA LEITE BORGES REZENDE

DEMONSTRAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GUAPÓ-GO

Trabalho final de curso apresentando e julgado como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo no curso de Gestão Ambiental do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS na data de 01 /de junho 2021.

---

Profa. M<sup>a</sup> Marisa Costa Amaral (Orientadora)  
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

---

Profa. M<sup>a</sup>. Regina de Amorim Romacheli (Membro)  
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

---

Esp. Danilo Francisco da Cunha (Membro)  
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

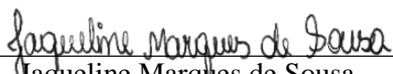
---

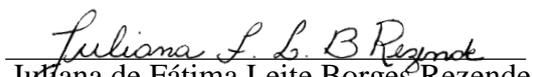
**ATA DE NOTA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Certificamos que no dia 01 de junho de 2021, as discentes Jaqueline Marques de Sousa e Juliana de Fátima Leite Borges Rezende, apresentaram o trabalho intitulado Demonstração da Eficiência do Sistema de Tratamento de Esgotamento Sanitário do Município de Guapó-GO, a banca examinadora composta pela professora e orientadora M<sup>a</sup> Marisa Costa Amaral, pela coordenadora, professora e membro da banca M<sup>a</sup>. Regina de Amorim Romacheli, e pelo professor e membro da banca Esp. Danilo Francisco da Cunha.

O trabalho atendeu satisfatoriamente a avaliação da banca, que levou em consideração aspectos quanto à: estrutura, abrangência temática, conteúdo e perspectivas metodológicas, teóricas e críticas e apresentação oral. Em reunião secreta, a banca examinadora decidiu pela aprovação do trabalho.

Professores/as Avaliadores/as	Nota Atribuída
Profa. M <sup>a</sup> Marisa Costa Amaral (orientadora)	10,00
Profa. M <sup>a</sup> . Regina de Amorim Romacheli	10,00
Prof. Esp. Danilo Francisco da Cunha	10,00
Média Final	10,00

  
Jaqueline Marques de Sousa  
Discente

  
Juliana de Fátima Leite Borges Rezende  
Discente

Profa. M<sup>a</sup> Marisa Costa Amaral  
Orientadora

Profa. M<sup>a</sup>. Regina de Amorim Romacheli  
Coordenadora/Membro

Prof. Esp. Danilo Francisco da Cunha  
Membro

# DEMONSTRAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GUAPÓ-GO

Jaqueline Marques de Sousa  
Juliana de Fátima Leite Borges Rezende  
M<sup>a</sup> Marisa Costa Amaral

**Resumo:** Em função do baixo nível de informação de qualidade de água dos corpos hídricos superficiais brasileiros e de suma importância a caracterização do efluente a ser lançado no corpo receptor de forma a estabelecer o adequado tratamento. Os métodos para avaliação do tratamento de efluentes são ferramentas importantes de prevenção, caracterização e controle da poluição, bem como proporciona a tomada de decisão para a elaboração de estratégia mais eficiente e que condiz com a realidade do município. Baseado neste contexto, a presente pesquisa tem por objetivo demonstrar a eficiência do sistema de tratamento de esgoto da estação de tratamento de esgoto (ETE) do município de Guapó/GO através da metodologia de comparação dos dados obtidos dos relatórios de ensaio disponibilizados pela Companhia de Saneamento de Goiás S/A com os padrões exigidos na legislação ambiental vigente e pesquisas bibliográficas em estudos publicados na literatura técnica e científica. Por meio dos resultados obtidos das análises físico-químicas e bacteriológicas foi possível confortar com os parâmetros ambientais vigentes e avaliar a eficiência do sistema de tratamento. Tais resultados indicou uma eficiência operacional superior a 80% da ETE Guapó/GO. Neste estudo, observou-se que mesmo utilizando parâmetros físico-químicos e bacteriológicos considerados de simples obtenção laboratorial, estes quando realizados de forma estruturada, são úteis para manter um nível de controle satisfatório da qualidade do efluente final devolvido ao meio ambiente, sendo ferramentas básicas para tomadas de decisão técnicas e operacionais na ETE Guapó/GO pela Companhia de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

**Palavras-chave:** Saneamento Básico. Corpo Hídrico. Parâmetros Físico-Químicos. Lançamento de Efluente. Legislação Ambiental.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o início da vida terrestre o rápido crescimento urbano tem gerado diversas consequências, tanto positivas quanto negativas, com tudo os países em desenvolvimento não conseguiram acompanhar esse número, acarretando vários problemas que afetam até os dias de hoje na economia e na saúde. O Brasil ainda é considerado um país subdesenvolvido devido ao baixo desenvolvimento econômico e social, marcado pela desigualdade econômica elevada (BRESSER-PEREIRA, 2011). São várias causas que contribuem para a condição de subdesenvolvimento como por exemplo nível baixo de escolaridade, a subnutrição, fome, problemas relacionados a saúde e condições precárias de moradia, devido à falta de infraestrutura e saneamento básico.

À expansão das atividades antrópicas aliados ao crescimento populacional contribui para o aumento significativo do uso dos recursos naturais, entre eles, a água, um elemento

essencial para a manutenção da vida (LOPES, 2015). O crescimento sem nenhum planejamento leva os recursos hídricos a um processo de deterioração (PERES et al, 2010). A perda da qualidade da água ocorre devido às diversas impurezas que se acumulam e/ou a contaminam durante o seu percurso no ciclo hidrológico, geralmente decorrentes das atividades humanas (LOPES, 2015).

O problema do lançamento de águas residuárias tratadas ou não, provoca alterações nas propriedades físicas e químicas da água, o que pode resultar em profundas e severas alterações ecológicas no meio ambiente aquático (VON SPERLING, 1996). A diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e a deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas apontam para uma tendência de um aproveitamento racional desse precioso recurso, com o mínimo de dano ao meio ambiente (HUSSAR, 2002).

A coleta e tratamento do esgoto não serve apenas para descarga dos resíduos domésticos e efluentes gerados pelo organismo humano, mas é de extrema importância para a saúde e bem-estar da população, prevenindo diversas doenças causadas pela água contaminada, isso pode ocorrer devido a descargas de esgotamentos sanitários diretamente no meio hídrico sem processo de desinfecção e remoção da matéria sólida (GUIMARÃES, CARVALHO E SILVA, 2007).

O tratamento do esgoto é realizado na Estação de Tratamento de Efluentes (ETEs) tendo a função de descontaminação da água e remoção dos materiais sedimentáveis, através dos processos físicos, biológicos ou químico (CARVALHO et al, 2018).

O saneamento básico é peça fundamental quando se fala em qualidade dos recursos hídricos e garantia de bem-estar social. Com a falta de um saneamento adequado tem-se a intensificação da poluição e da contaminação das águas, o que pode afetar a saúde humana e consequentemente gerar altos custos ao governo.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE por meio da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, no Brasil o saneamento básico ainda é deficiente, onde apenas 60,3% dos municípios brasileiros possuíam serviço de esgotamento sanitário e desses 55%, apenas 57,6% do esgoto é realmente tratado antes de ser lançado no corpo hídrico, (IBGE, 2017). Dentre os segmentos do saneamento básico, o esgotamento sanitário representa o controle sobre a coleta e tratamento dos efluentes gerados tanto da atividade doméstica como industrial. Quando a disposição é feita de forma inadequada podem causar uma série de impactos que podem prejudicar a qualidade da água destinada aos vários tipos de usos, além de poder causar uma série de doenças infecciosas (VON SPERLING, 2005).

Com a finalidade de promover o saneamento básico em Goiás, o Governo do Estado, através da Lei nº 6.680 de 13 de setembro de 1967, criou a Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, uma empresa de sociedade de economia mista de capital aberto, presente em 225 dos 246 municípios do Estado de Goiás (GOIÁS, 1967).

Segundo o Relatório de Esgotamento Sanitário Municipal do município de Guapó/GO, indica um índice de 76,0% de coleta com tratamento, considerando que ainda muitas moradias disponíveis no município são antigas ou distantes do centro da cidade, muito dos moradores optam por sistemas alternativos constituídos de fossas negras em seus quintais sem o devido tratamento o que pode acarretar em diversos problemas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2017).

Diante do problema de saneamento básico enfrentado no Brasil, principalmente no que diz respeito ao tratamento e disposição adequada dos efluentes, têm surgido diversas pesquisas acerca da eficiência de métodos e de estação de tratamento de esgoto. Baseado neste contexto, a presente pesquisa tem por objetivo demonstrar a eficiência do sistema de tratamento de esgoto da ETE do município de Guapó/GO através da comparação dos dados obtidos dos relatórios de ensaio disponibilizados pela Companhia de Saneamento de Goiás S/A com os padrões exigidos na legislação ambiental vigente e pesquisas bibliográficas em estudos publicados na literatura técnica e científica.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia utilizada para desenvolvimento do presente trabalho, seguiu os preceitos do estudo exploratório, por meio de pesquisa bibliográfica descritiva aprofundada em estudos publicados na literatura técnica e científica.

Para analisar a eficiência do tratamento de efluentes do município de Guapó – GO, foram obtidos dados referentes aos relatórios de ensaios realizados pela Companhia de Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO S/A referente ao mês de dezembro de 2019 nos pontos montante de jusante do lançamento (água bruta) e do efluente bruto e tratado.

O monitoramento ambiental de longo prazo possibilita o conhecimento de tendências de evolução da qualidade, viabilizando o diagnóstico do corpo de água (PIAZZA et al., 2018). Para assegurar a qualidade dos recursos hídricos, é necessário saber qualidade atual e o uso previsto para as águas, para que se possa estabelecer os requisitos necessários de melhoria (GIRARDI; PINHEIRO; VENZON, 2019).

Dessa forma, os parâmetros analisados provenientes da água bruta montante e jusante foram baseados na resolução CONAMA nº 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as

condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. E para o efluente bruto e tratado o enquadramento seguiu a resolução CONAMA n° 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução CONAMA n° 357/2005.

Atividades potencialmente poluidoras estão sujeitas às resoluções CONAMA n° 357/2005 e n° 430/2011 (GIRARDI; PINHEIRO; VENZON, 2019). A CONAMA n° 430/2011 destaca que os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas do seu enquadramento.

Para o lançamento direto nos corpos receptores, os efluentes de qualquer fonte poluidora deverão possuir pH entre 5 e 9, temperatura inferior a 40 °C, materiais sedimentáveis até 1 mL/L, óleos minerais até 20 mg/L, óleos vegetais e gorduras animais até 50 mg/L, ausência de materiais flutuantes e DBO com remoção mínima de 60%. Adicionalmente, há 21 parâmetros inorgânicos, destes 14 são metais; e ainda 10 parâmetros orgânicos, sendo 5 destes compostos aromáticos (BRASIL, 2011).

Para os efluentes de sistemas de tratamento de esgoto sanitário, é mantida a mesma condição para pH, temperatura, materiais sedimentáveis e flutuantes. No entanto, é estabelecido o limite de 120 mg/L para a DBO, ou tratamento com eficiência de remoção mínima de 60%. Adicionalmente, as substâncias solúveis em hexano como óleos e graxas podem atingir o limite de 100 mg/L (BRASIL, 2011).

Em função do baixo nível de informação de qualidade de água dos corpos hídricos superficiais brasileiros e considerando as características da estação de tratamento de esgoto - ETE em estudo, o presente trabalho objetiva demonstrar a eficiência do sistema de tratamento de esgoto do município de Guapó/GO através da comparação dos dados obtidos dos relatórios de ensaio disponibilizados pela SANEAGO S/A com os padrões exigidos na legislação ambiental vigente e pesquisas bibliográficas em estudos publicados na literatura técnica e científica.

## 2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Estação de Tratamento de Efluente (ETE) selecionada no presente estudo, atua desde 2003 no município de Guapó-GO e situa-se próximo à Avenida Bandeirantes sobre as coordenadas geográficas latitude 16° 49' 6.05" S e longitude 49° 32' 15.34" O. A ETE Guapó dista do perímetro urbano evitando o possível incômodo dos moradores pelo mal cheiro dos resíduos do esgotamento sanitário, e próxima a rodovia federal BR-060 possibilitando o melhor fluxo dos caminhões que recolhem as matérias sedimentadas (lodos) que se formam.

Para melhor visualizar a distribuição espacial da ETE no município de Guapó, foi marcado a localização do empreendimento, no software Google Earth Pro utilizando a coordenada geográfica. Em seguida, esses pontos foram transferidos para o software QGIS Desktop 2.8.3 no qual, com o auxílio do shapfile dos município de Goiás coleta no Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG) e foi elaborado o mapa (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de Localização da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) no Município de Guapó/GO.



Fonte: Elaboração das autoras (2021).

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

Com a instituição da Política Nacional de Saneamento Básico em 2007 – Lei Nacional nº 11.445/2007, foi estabelecido o conceito atualizado de saneamento básico, que não se restringe apenas ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, incorporando, também, serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, bem como manejo das águas pluviais. Com base nesse entendimento, os quatro componentes passaram a ser gerenciados de forma integrada (ROSSONI; FARIA; SILVA; HELLER, 2020).

Nos últimos anos, verificou-se certo avanço na cobertura dos serviços de saneamento básico no Brasil (CAMPOS; MONTENEGRO, 2011). Entretanto, conforme a Pesquisa

Nacional de Saneamento Básico (PNSB), pouco mais da metade dos municípios possui acesso à rede geral de esgotamento sanitário.

De acordo com Pires, Silva e Monteiro (2015) no atual cenário, o tratamento de esgotos no Brasil apresenta um déficit considerável, quando se verifica, por exemplo, que apenas 45,7% das residências possuem coleta de esgoto e que somente 68,8% do esgoto coletado é tratado. Levando em conta os custos necessários nas obras e construções de saneamento, ainda é muito baixo no Brasil o número de municípios que possuem sistemas completos de esgotamento sanitário contemplando a rede coletora e tratamento, além do que muitos dos sistemas existentes atendem apenas a uma parcela destas cidades (FUNASA, 2015).

Por meio da literatura, é possível observarmos dois relevantes trabalhos, conduzidos por Rezende et al. (2007) e Saiani e Toneto Jr. (2010), que abordam os condicionantes envolvidos na cobertura de serviços de esgotamento sanitário no Brasil a partir de análises comparativas.

Referente ao aspecto do esgotamento sanitário no estudo de Rezende et al. (2007), aferiu-se que as maiores chances de presença de redes domiciliares pertencem aos municípios da Região Sudeste e do tipo autarquia. Neste estudo, foi constatada que a atuação dos modelos de gestão no Brasil depende de uma série de fatores que envolvem os municípios, como localização geográfica, aspectos socioeconômicos e tamanho da população. Aspectos como a escolaridade e a renda da população também são elementos que ajudam a definir o padrão de escolhas relativas ao saneamento básico.

Na perspectiva individual, a oferta, representada pelas soluções adotadas para o esgotamento sanitário, está intrinsecamente associada aos aspectos do meio físico, como disponibilidade de recursos hídricos, distância entre o domicílio e os mananciais de água e existência de áreas para a disposição dos esgotos (REZENDE et al., 2007).

Saiani e Toneto Jr. (2010) ao estudarem os indicadores de cobertura por serviços de saneamento no Brasil do início da década de 1970 até 2004, verificaram tendência de elevação da cobertura tanto em água quanto em esgoto, à medida que aumenta a taxa de urbanização dos municípios fato observado em todas as regiões do Brasil, o que sugere maior facilidade de prover os serviços em concentrações do que em populações dispersas, caracterizando assim a formação de economias de densidade.

O adequado tratamento de efluentes e a disposição final é de extrema importância para o ambiente natural e também para a saúde humana, pois diminui o risco de poluição do solo, contaminação dos recursos hídricos e danos à saúde pública. Assim, verifica-se a necessidade

de se desenvolver e adaptar tecnologias economicamente viáveis de tratamento de efluentes (COLARES; SANDRI, 2013).

Von Sperling (2014) classifica o tratamento de esgoto por níveis, onde o tratamento preliminar objetiva a remoção de sólidos grosseiros; o tratamento primário, visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. No tratamento secundário, predominam mecanismos biológicos, com objetivo principal de remoção da matéria orgânica e ocasionalmente, nutrientes como nitrogênio e fósforo. O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos e/ou a remoção complementar de poluentes que não foram removidos o suficiente nos tratamentos anteriores.

O tratamento visa remover possíveis contaminantes presentes nos efluentes para que os níveis aceitáveis de concentrações desses contaminantes sejam atingidos de acordo com a legislação ambiental local (BRAZ et al., 2019). O grau de tratamento depende da necessidade específica de cada efluente (BORDIN et al., 2012).

Os métodos para avaliação do tratamento de efluentes são ferramentas importantes de prevenção, caracterização e controle da poluição, e a estratégia mais eficiente é o uso integrado de análises físicas, químicas e eco toxicológicas, que respondem como, quais e em que níveis os efluentes podem prejudicar a saúde humana e ecossistemas (TERA, 2016).

Com o intuito de traçar os planos de ação, para implementar a governança dos recursos hídricos, é necessário saber a qualidade atual e o uso previsto para as águas, para que se possa estabelecer os requisitos necessários de melhoria (GIRARDI; PINHEIRO; VENZON, 2019).

O enquadramento, instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) para assegurar qualidade dos recursos hídricos adequada aos diferentes usos. Se baseia na resolução do CONAMA nº 357 de 2005 para classificação dos corpos de águas superficiais (BRASIL, 2005). Como a classificação se dá por meio dos parâmetros de qualidade, é de grande importância o monitoramento dos corpos de água (GIRARDI; PINHEIRO; VENZON, 2019).

As ações de auto monitoramento da qualidade da água de efluentes e corpos hídricos são ações exigidas por diferentes órgãos de fiscalização e controle como por exemplo a Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, Secretária Municipal de Meio Ambiente – SEMMA, Vigilância Sanitária, Agência Nacional das Águas – ANA e entre outros. Essas ações de auto monitoramento geram laudos com parâmetros e periodicidade distinto, devido à ausência de normativas internas dentro de alguns órgão, bem como legislações distintas dependendo da área de atuação.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Estação de Tratamento de Esgoto de Guapó é constituída por dois módulos em paralelo, contendo duas lagoas facultativas mais uma lagoa de maturação em série. A lagoa facultativa 1, possui uma área média de 10.920 m<sup>2</sup>, contendo a profundidade de 2,0 m, com volume de efluentes de 21.840 m<sup>3</sup>, a lagoa facultativa 2, possui uma área média de 4.000 m<sup>2</sup>, com profundidade de 2,0 m e seu volume de efluentes é 6.000 m<sup>3</sup> e na lagoa de maturação que é onde o esgoto tratado é lançado possui uma área média de 4.000 m<sup>2</sup>, com profundidade de 1,0 m, e volume de 4.000 m<sup>3</sup> de efluente já tratado (SANEAGO, 2019).

O Quadro 1, que apresenta as características gerais das unidades de tratamento do Sistema de Tratamento da ETE Guapó.

Quadro 1 - Características Gerais das Unidades de Tratamento - ETE Guapó/GO.

Parâmetros	Lagoa 1 (Facultativa)	Lagoa 2 (Facultativa)	Lagoa 3 (Maturação)
Área Média (m <sup>2</sup> )	10.920	4.000	4.000
Profundidade (m)	2,0	1,5	1,0
Volume (m <sup>3</sup> )	21.840	6.000	4.000

Fonte – SANEAGO S/A, 2021.

A lagoa facultativa é um sistema de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica ocorre em duas camadas, sendo a superior aeróbia e a inferior anaeróbia (com e sem oxigenação) simultaneamente. Em lagoas facultativas, as condições aeróbias são mantidas nas camadas superiores das águas, enquanto as condições anaeróbias predominam em camadas próximas ao fundo da lagoa (SABESP, 2009). As Figuras 2 e 3 apresenta as lagoas facultativas disponível na ETE de Guapó/GO.

Figura 2 - Vista Lagoa 1 (Facultativa).



Fonte: SANEAGO S/A, 2021.

Figura 3 - Vista Lagoa 2 (Facultativa).



Fonte: SANEAGO S/A, 2021.

A lagoa de maturação é um processo de tratamento biológico usado como refinamento do tratamento prévio por lagoas, ou outro processo biológico. Reduz bactérias, sólidos em suspensão, nutrientes e uma parcela negligenciável da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (SABESP, 2009). A Figura 4 apresenta a imagem da lagoa de maturação disponível na estação de tratamento de esgoto do município de Guapó/GO.

Figura 4 - Lagoa de Maturação (Lagoa 3).



Fonte: SANEAGO S/A, 2021.

A avaliação dos parâmetros químicos e físicos e biológicos são necessários para se garantir a qualidade do tratamento e evitar problemas ambientais, principalmente no que diz respeito a degradação dos corpos hídricos por lançamento de efluentes fora dos parâmetros permitidos pela legislação ambiental vigente. Por meio desses parâmetros de efluente bruto e tratado é possível avaliar o funcionamento da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE de forma a verificar se a técnica adotada está em conformidade com a legislação ambiental.

O Quadro 2 apresenta as análises realizadas pela Companhia de Saneamento de Goiás para o esgoto bruto e tratado no ano de 2019 no mês de dezembro. Todas as análises realizadas de acordo com os padrões APHA – *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater* (2017).

Quadro 2: Caracterização do Efluente (Bruto e Tratado).

Parâmetro	Ponto 3 Efluente Bruto	Ponto 4 Efluente Tratado	V.M.P CONAMA n° 430/2011	Método
<b>Físico-Químicos</b>				
Condutividade	-	653,0 µS/cm	NR	SMEWW 2510 B
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	530,6 mg/ LO <sub>2</sub>	62,1 mg/ LO <sub>2</sub>	Remoção de 60% de DBO	SMEWW 5210 B
DBO Filtrada	-	42,9 mg/ LO <sub>2</sub>	NR	SMEWW 5210 B
Demanda Química de Oxigênio - DQO	994,0 mg/LO <sub>2</sub>	422,0 mg/LO <sub>2</sub>	NR	SMEWW 5220 D
Oxigênio Dissolvido - OD	-	5,59 mg/ LO <sub>2</sub>	NR	SMEWW 4500-O C
pH	6,81	8,00	5,0 a 9,0	SMEWW 4500 H+B
Sólidos Suspenso	428,0 mg/L	225,0 mg/L	NR	SMEWW 2540 D
<b>Bacteriológicos</b>				
Coliforme Totais	1,5x10 <sup>5</sup> NMP/100mL	>2,4 x 10 <sup>5</sup> NMP/100mL	NR	SMEWW 9223 B
<i>Escherichia Coli</i>	2,6 x 10 <sup>4</sup> NMP/100mL	1,9 x10 <sup>4</sup> NMP/100mL	NR	SMEWW 9223 B

Fonte: SANEAGO S/A, 2021. \*V.P.M- Valor Máximo Permitido/ N.R – Não Regulamentado

O tratamento de esgoto é necessário para a descontaminação e remoção dos poluentes e não existem leis para seguir uma determinada forma de tratamento, cada tratamento deve ser feito conforme a características físicas, químicas e biológicas. Apesar de não possuir valores máximos permitidos tabelados para todos os parâmetros existentes a caracterização do efluente segue como base as recomendações da CONAMA n° 430/2011 que estabelece as condições e padrões para efluentes de sistema de tratamento de esgoto sanitário, para lançamento diretamente no corpos receptor.

Até meados de setembro de 2020 o Estado de Goiás utilizava além dos parâmetros estabelecidos na CONAMA n° 430/2011 os valores máximos permitidos estabelecidos no Decreto Estadual n° 1.745, de 06 de dezembro de 1979 que dispunha sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado de Goiás. Todavia esta legislação não encontra-se mais em vigor no Estado, sendo revogado pelo Decreto n° 9.710, de 03 de setembro de 2020 que regulamenta, no âmbito do Poder Executivo Estadual, a Lei Estadual n° 20.694, de 26 de dezembro de 2019, que dispõe sobre as normas gerais para o Licenciamento Ambiental no Estado de Goiás e dá outras providências.

Apesar de não estar mais em vigor em seu Art. 22 o Decreto n° 1.745/1979 fixava valores importantes e que não são encontrados na CONAMA n° 430/2011, como por exemplo:

V- DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento);

E outras concentrações máximas mais restritivas para os parâmetros como: Arsênio (As), Prata (Ag) e Selênio (Se).

Através da análise do efluente de entrada no sistema e o efluente tratado, após o sistema combinado de lagoas facultativas e de maturação, vide Quadro 2 é possível observar que o efluente bruto após tratamento tem uma queda significativa da carga poluidora o que indica que o método utilizado no tratamento caracteriza-se como eficiente. A afirmação considerou as concentrações dos efluentes e as eficiências de remoção dos integrantes DBO, DQO, pH, sólidos suspenso e coliformes (organismos termo tolerantes), que foram comparadas com valores mencionados na literatura técnica e a CONAMA n° 430/2011.

É importante mencionar que muitos dos parâmetros analisados não possuem valores regulamentados, o que dificulta estabelecer de forma clara se o efluente é apto a ser lançado em um corpo receptor. Dessa forma, para determinar a eficiência do tratamento não basta apenas conhecer as características do afluente e efluente, faz-se necessários o conhecimento das características reais do corpo receptor antes e depois do lançamento do efluente, para assim poder determina a eficiência da ETE de modo geral.

Para a caracterização do corpo de hídrico receptor Ribeirão dos Pereiras foi realizada pela SANEAGO S/A análise montante e jusante do ponto de lançamento, vide Quadro 3, cujo objetivo é verificar se o efluente tratado lançado no corpo receptor atende aos padrões de lançamento e se o mesmo não está comprometendo a capacidade de autodepuração do corpo hídrico, essa ação serve para verificar quanto ao tratamento do efluente e funcionalidade da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Os cursos d'água, por meio de mecanismos naturais, conseguem até certo ponto assimilar os poluentes recebidos, depurando-se sem sofrer degradação considerável e mantendo seu complexo ecossistema aquático. Tais mecanismos envolvem principalmente diluição, sedimentação, oxidação biológica da matéria orgânica e reaeração (VON SPERLING,1996; BRAGA 2002).

Considerando a capacidade de autodepuração dos cursos d'água e as limitações de coleta e tratamento de efluentes no Brasil, a legislação ambiental permite o lançamento de efluentes nos corpos d'água, desde que se obedeça valores fixados pela Resolução CONAMA n° 357 (BRASIL, 2005), para diversas substâncias poluidoras, considerando o enquadramento dos corpos d'água de acordo com os diversos usos.

Baseado nesse contexto e na legislação ambiental pertinente, foram selecionados os seguintes parâmetros para análise: corante de origem antrópica, materiais flutuantes, resíduos sólidos objetáveis, substâncias que comuniquem gosto ou odor, óleo e graxas, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, coliformes totais e *Escherichia Coli*.

Quadro 3 - Caracterização do ponto de lançamento Ribeirão dos Pereiras (Montare e Jusante)

Parâmetro	Ponto 1 Água Bruta (Montante)	Ponto 2 Água Bruta (Jusante)	V.M.P CONAMA n° 357/2005	Método
Corante de Origem Antrópica	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	SMWW 2110
Matérias Flutuantes	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	SMWW 2110
Resíduos Sólidos Objetáveis	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	SMWW 2110
Substância que Comuniquem Gosto ou Odor	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	Visualmente Ausente	SMWW 2110
Óleo e Graxas	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	SMWW 2110
<b>Físico-Químicos</b>				
Condutividade	46,7 µS/cm	79,6 µS/cm	NR	SMEWW 2510 B
Cor	42,5 PT/L	35,5 PT/L	75 PT/L	SMEWW 2120 E
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	< 2,0 mg/ LO <sub>2</sub>	4,9 mg/ LO <sub>2</sub>	5 mg/ LO <sub>2</sub>	SMEWW 5210 B
Oxigênio Dissolvido - OD	7,09 mg/LO <sub>2</sub>	7,1 mg/LO <sub>2</sub>	>5,0mg/ LO <sub>2</sub>	SMEWW 4500-O C
pH	6,7	6,99	6,0 a 9,0	SMEWW 4500 H+B
Turbidez	85,0 UNT	30,0 UNT	100 UNT	SMEWW 2130 B
<b>Bacteriológicos</b>				
Coliforme Totais	24196,0 NMP/100mL	>24196,0 NMP/100mL	NR	SMEWW 9223 B
<i>Escherichia Coli</i>	2481,0 NMP/100mL	1354,0 NMP/100mL	1000,0 NMP/100mL	SMEWW 9223 B

Fonte: SANEAGO S/A, 2021. \*V.M.P - Valor Máximo Permitido / N.R- Não Regulamentado.

Por meio da análise dos dados do Quadro 3 é possível observar que a maior diferença do ponto de montante em relação ao ponto jusante está relacionado a condutividade, cor, DBO, turbidez e *Escherichia Coli*.

A condutividade elétrica é relacionada à capacidade de transmitir a corrente elétrica devido a presença de substâncias dissolvidas, em sua maioria inorgânicas e é proporcional à concentração de sólidos dissolvidos totais (TDS) e à salinidade (CAMPOS, 1999; BERGER et al, 2013). Dessa forma a condutividade elétrica representa a facilidade ou dificuldade de passagem da eletricidade na água, materiais orgânicos, como óleos, graxas, álcool, fenóis não

possuem a capacidade de conduzir eletricidade. Assim quando se apresentam na forma dissolvida na água, a condutividade elétrica é severamente reduzida.

Com a sazonalidade, a condutividade elétrica da água é alterada, sendo reduzida em períodos chuvosos pelo aumento da diluição dos íons, contudo o lançamento de efluentes pode elevar os valores da condutividade elétrica independentemente da sazonalidade. Não há um padrão de condutividade na legislação, porém, de acordo com Von Sperling (2005) em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até  $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (PIRATOBA et al., 2017). Dessa forma vide os dados apresentados no Quadro 3, é possível observar que em nenhum dos pontos (montante e jusante) há características de presença de lançamentos clandestinos. Uma vez que os resultados analisados encontram-se abaixo de  $80 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

A turbidez, por sua vez, tem forte influência sobre a atividade biológica de um corpo d'água. Consiste basicamente no grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra de água, devido à presença de sólidos em suspensão como areia, silte, argila, detritos, algas, bactérias e plâncton (CETESB, 2015). Desta forma, este parâmetro implica diretamente na redução da fotossíntese e, logo, na quantidade de oxigênio disponível.

Deste modo o aumento da cor e da turbidez no ponto montante pode estar relacionado ao fato de que neste ponto se tem uma agitação maior das particular devido ao lançamento do efluente tratado no ribeirão. É importante frisar que apesar de apresentar-se diferente de um ponto para o outro as análises ainda assim estão abaixo do valor máximo permitido, ou seja, estão em vigor com os padrões estabelecidos na norma brasileira.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) corresponde à quantidade de oxigênio consumido na degradação da matéria orgânica, através dos processos biológicos. Dessa forma, DBO elevada indica que há muita matéria orgânica presente. E em contrapartida a DBO baixa indica que não há poluição envolvida no corpo hídrico.

Apesar do valor das análises bacteriológicas apresentarem-se acima do valor máximo permitido, em seu Art. 15 a legislação estabelece as seguintes condições para coliformes termotolerantes:

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

É importante salientar que a norma estabelece condições de amostragem em pelo menos em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano. Como para o presente trabalho se teve acesso apenas as análises realizadas em um dia não é possível classificar se o parâmetro está dentro dos valores máximos permitidos. Todavia chama-se a atenção para o valor expressivo observado na análise, principalmente pelo fato do Ribeirão ser ponto de captação do abastecimento do município de Guapó/GO.

Outro ponto importante a ser observado é o valor da DBO jusante do ponto de lançamento pois apesar de estar abaixo do valor máximo permitido (VMP) está apresenta-se alta, principalmente se considerarmos que a norma estabelece como VMP para DBO até 5mg/L O<sub>2</sub>. Dessa forma é necessário que seja realizada uma avaliação por meio da equipe técnica da Companhia de Saneamento de Goiás, pois o elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis nas águas e, ainda pode obstruir os filtros de areais utilizados nas estações de tratamento de água.

De maneira geral quando comparado as análises com a legislação ambiental vigente é possível observar que ambos os pontos (montante e jusante) atendem com aos padrões exigidos, estando todos os parâmetros abaixo dos valores máximos permitidos.

## **5. CONCLUSÃO**

Com base nos dados da literatura técnica e científica e nos dados laboratoriais realizados na água bruta (montante e jusante) e no efluente (bruto e tratado) pela Companhia de Saneamento de Goiás, vide Quadro 2 e 3, é possível observar que o nível de remoção apresenta-se satisfatório e dentro dos valores máximos permitidos da legislação ambiental vigente.

Tais análises laboratoriais quando comparada aos parâmetros estabelecidos em norma indica uma eficiência operacional superior a 80% o que indica uma excelente funcionalidade da ETE Guapó/GO.

Entretanto chama-se a atenção para os parâmetros relacionados a água bruta da DBO e *Escherichia Coli*. Dessa forma sugere-se um acompanhamento por meio da SANEAGO S/A pois tais parâmetros podem interferir no equilíbrio da vida aquática, bem como aumentar os custos operacionais de tratamento do efluente.

Em função do baixo nível de informação de qualidade de água dos corpos hídricos superficiais brasileiros e de suma importância a caracterização do efluente a ser lançado no corpo receptor de forma a estabelecer o adequado tratamento. A falta do monitoramento das

diferentes fontes de água e o desconhecimento da população das causas e problemas associados à contaminação concorrem para a alta incidência de doenças de veiculação hídrica, principalmente se considerar que grande parte dos corpos receptores de efluentes dos estados brasileiro também são responsáveis pelo abastecimento do próprio município.

Dessa forma, os métodos para avaliação do tratamento de efluentes são ferramentas importantes de prevenção, caracterização e controle da poluição, bem como proporciona a tomada de decisão para a elaboração de estratégia mais eficiente e que condiz com a realidade do município.

Neste artigo é possível observar que mesmo utilizando parâmetros físico-químicos e bacteriológicos considerados de simples obtenção laboratorial, estes quando realizados de forma estruturada, são úteis para manter um nível de controle satisfatório da qualidade do efluente final devolvido ao meio ambiente, sendo ferramentas básicas para tomadas de decisão técnicas e operacionais na ETE Guapó/GO por meio da Companhia de Saneamento de Goiás S/A.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (Brasil); COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia nacional de coleta de preservação de amostras:** água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB, 2011.

APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 23 ed. Washington, DC. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897: Planejamento e amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, p.14, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, p.22, 1987.

BERGER, J. S.; HERMES, E.; ZENATTI, D. C.; GONÇALVES, M. P.; LINS, M. A.; WULF, V. S. Relação entre série de sólidos e condutividade elétrica em biodigestor tubular utilizado no tratamento de efluente de amidonária. **Scientia Agraria Paranaensis - SAP**, 12, 10, 377-383, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.18188/sap.v12i0.9562>.

BRAGA, B. (2002). Introdução à engenharia ambiental. São Paulo. Prentice Hall. 1

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2007.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). Brasília. Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao\\_Consehos\\_Resolu%C3%A7%C3%A3o\\_Alta\\_-\\_Capa\\_Atualizada.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_Consehos_Resolu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf). Acesso em: 01 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 8.277. Dispõe sobre o reuso de água para fins não potáveis em novas edificações públicas federais e privadas residenciais, comerciais e industriais, e dá outras providências. Brasília, DF. Congresso Nacional [2017]. Disponível em [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1592540](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1592540). Acesso em: 30 de mar. 2021.

BRASIL. Lei nº 11.445 de janeiro 2007, Esta Lei estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Brasília, DF. Presidência da República [2007]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/11445.htm). Acesso em: 30 de mar. 2021.

BRAGA, B. (2002). Introdução à engenharia ambiental. São Paulo. Prentice Hall. 12

BRAZ, L. M.; AGUIAR, A. B. S.; RODRIGUEZ, R.P.. Potencial for anaerobic treatment of wastewater from pet bottle washing in a fluidized bed reactor. **Journal of Water Process Engineering**, v.31, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100817>

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Desenvolvimento e subdesenvolvimento no Brasil. **Agenda brasileira: temas de uma sociedade em mudança**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011

BORDIN, A.; SILVEIRA, U. S.; FRANK, F.; BETTIOL, V. R.. Reciclagem de plástico e Tratamento de efluentes: uma possibilidade para reuso da água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3. **Anais**. Goiânia: IBEAS, 2012.

CAMPOS, H.K.T.; MONTENEGRO, M.H.F. (2011) Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico/SINISA. In: REZENDE, S.C. (org.). *Cadernos temáticos*. Brasília: Ministério das Cidades. (Panorama do Saneamento Básico no Brasil, v. 7). 647 p.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**, ABES, Rio de Janeiro, 1999.

CARVALHO, Alba Veronica Paz de et al. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE (ETE) EM UMA INDÚSTRIA. **REVISTA DE TRABALHOS ACADÊMICOS-UNIVERSO RECIFE**, v. 4, n. 2-1, 2018.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Águas superficiais**. 2015.

COLARES, Carla Joviana Gomes; SANDRI, Delvio. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.172-185, abr. 2013. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993x>.

FELIX, Marielle Vieira et al. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DO EFLUENTE DE TANQUE SÉPTICO POR SISTEMA ALAGADO CONSTRUÍDO EM ESCALA PILOTO. 2020.

FUNASA, **Manual de Saneamento 2015**. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br>. Acesso em: 01 abr. 2021.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Saneamento básico. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%2019/Cap%201.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

GIRARDI, Rubia; PINHEIRO, Adilson; VENZON, Pedro Thiago. Parâmetros de qualidade de água de rios e efluentes presentes em monitoramentos não sistemáticos. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 16, n. 2019, 2019.

GOIÁS, Lei Estadual nº 6.680, de 13 de setembro de 1967. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/91487/pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

HUSSAR, G.J. Aplicação da Água de escoamento de tanque de piscicultura na irrigação da alface: Aspectos Nutricionais. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, n. 27, p.4952, 20 jan. 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário** / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro : IBGE, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101734.pdf>. Acessado em: 12 mai. 2021

ITB- INSTITUTO TRATA BRASIL. Etapas do processo de tratamento de esgoto. Brasil: 13 de agosto 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2019/08/13/voce-sabe-como-e-tratado-o-esgoto-que-geramos/>.

LOPES, Thiara Reis. **Caracterização do esgoto sanitário e lodo proveniente de reator anaeróbio e de lagoas de estabilização para avaliação da eficiência na remoção de contaminantes**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas. Relatório de Esgotamento Sanitário Municipal de Guapó-GO, 2017. Disponível em: [http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas\\_Esgoto/Goi%C3%A1s/Relatorio\\_Geral/Guap%C3%B3.pdf](http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Goi%C3%A1s/Relatorio_Geral/Guap%C3%B3.pdf). Acesso em: 12 mai. 2021.

PIAZZA, G. A. et al. **Influence of hydroclimatic variations on solute concentration dynamics in nested subtropical catchments with heterogeneous landscapes**. Science of the total environment, v. 635, p. 1091-1101, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718311549>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

PIRATOBA A. R. A. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcacena, PA, Brasil. **Ver. Ambient. Água**, 12, 3, 435-456, 2017 DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>.

PERES, Leandro José Simoni et al. Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora. **Revista Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal-SP**, v. 7, n. 1, p. 020-036, 2010.

REZENDE, AT. Reuso Urbano de Água para fins não potáveis no Brasil. Juiz de Fora, JDF, Brasil: 2016. Disponível em: <https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC-AMANDA-REZENDE-FINAL.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

REZENDE, S.C.; WAJNMAN, S.; CARVALHO, J.A.M.; HELLER, L. (2007) Integrando oferta e demanda de serviços de saneamento: análise hierárquica do panorama urbano brasileiro no ano 2000. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 12, n. 1, p. 90-101.

ROSSONI, Hygor Aristides Victor et al. Aspectos socioeconômicos e de desenvolvimento humano municipal determinantes na ausência de prestadores de serviços de esgotamento sanitário no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 393-402, 2020.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Tipos de Tratamento**, 2009. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=61>. Acesso em: 19 abr. 2021.

SAIANI, C.C.S.; TONETO JR., R. (2010) Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 19, n. 1 (38), p. 79-106.

SANEAGO. Saneamento de Goiás S/A. Relatório de Ensaio – Estação de Tratamento de Esgoto de Guapó/Go, 2019.

SARCINELLI, Aline Rocha Dias; DE ARAÚJO COELHO, Érika. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS.

SATELLES, José Lopes et al. Influência do lançamento do efluente da estação de tratamento de esgoto doméstico no igarapé Grande em Boa Vista/RR. 2011.

SOUZA, Claudinei Fonseca et al. Eficiência de estação de tratamento de esgoto doméstico visando reuso agrícola. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 587-597, 2015.

TERA. **Quais são os métodos utilizados em análise de efluentes**. 2016. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/quais-sao-os-metodos-utilizados-nas-analises-para-efluentes>. Acessado em: 20 abr. 2021.

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

VON SPERLING, Marcos. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Lagoas de Estabilização, vol. 03. Minas Gerais: ABES, 1996.

VON SPERLING, Marcos. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Lodos Ativados, vol. 04. Minas Gerais: ABES, 1997.

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

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