

# DIAGNÓSTICO SOBRE A EFICIÊNCIA DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA REGIÃO DE CORNÉLIO PROCÓPIO

*DIAGNOSIS OF SEWAGE TREATMENT PLANTS' EFFICIENCY IN CORNÉLIO PROCÓPIO REGION*

*DIAGNÓSTICO SOBRE LA EFICIENCIA DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE ÁGUAS RESIDUALES EN LA REGIÓN DE CORNÉLIO PROCÓPIO*

Aline Yumi Hattori<sup>1</sup>  
Ana Cláudia Barana<sup>2</sup>

## Resumo

O presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento dos principais parâmetros físico-químicos das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) no município de Cornélio Procópio e região entre os anos de 2015 e 2019. Nota-se que alguns sistemas de tratamento convencionais podem apresentar problemas de funcionamento, seja pela falha no dimensionamento ou por falhas durante a operação da ETE, tendo como consequência a baixa eficiência na remoção de matéria orgânica. A situação se torna mais grave quando o mesmo corpo hídrico, que atua como receptor de efluentes de estações de tratamento de esgoto, é utilizado como manancial de abastecimento público, mesmo estando distante do ponto de lançamento do efluente. Outro fator relevante é a matéria orgânica existente nos esgotos sanitários que, em decorrência da falta de tratamento adequado, pode causar a eutrofização de rios. Dessa forma, torna-se fundamental a realização de um levantamento qualitativo e quantitativo sobre a eficiência das ETEs, com o intuito de verificar o atendimento à legislação ambiental vigente quanto aos padrões de lançamento, bem como para servir como meio de divulgação de informações. Ao comparar os resultados obtidos com as legislações ambientais vigentes, verificou-se que algumas ETEs não atenderam aos padrões de lançamento em termos de DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e materiais sedimentáveis em alguns anos específicos. Porém, observou-se uma melhoria nos resultados de tais parâmetros ao longo do tempo, com exceção da ETE Araras onde se verificou um aumento de DBO nos anos de 2018 e 2019. Espera-se que o diagnóstico desenvolvido possa contribuir positivamente para a conscientização da população quanto ao uso racional dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** recursos hídricos; esgoto sanitário; eficiência de ETEs.

## Abstract

This research article aims to survey the main physical-chemical parameters of Sewage Treatment Plants (STP) in Cornélio Procópio city and region between 2015 and 2019. It is noted that some conventional treatment systems may have functional problems, either due to the failure in dimensioning or failures during the operation of the STP, resulting in low efficiency to remove organic matter. The situation becomes more aggravating when the same water body, which acts as an effluent receiver for sewage treatment plants, is used as a public water supply, even though it is distant from the effluent discharge point. Another relevant factor is the organic matter present in sanitary sewage, which, due to the lack of adequate treatment, can cause the eutrophication of rivers. Thus, it is essential to carry out a qualitative and quantitative survey on the efficiency of the STPs, to verify compliance with the current environmental legislation regarding the launch standards, as well as to serve as a means of disseminating information. When comparing the results obtained with the current environmental legislation, it was found that some STPs did not meet the launch standards in terms of COD (chemical oxygen demand), BOD (Biochemical oxygen demand), and sedimentable materials in some specific years. However, the results related to these parameters improved over time, except for STP Araras where there was an increase in BOD in 2018 and 2019. It is hoped that the diagnosis developed can contribute positively to the population's awareness regarding the rational use of water resources.

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental, Mestre em Ciência e Tecnologia pela UTFPR e Pós-graduanda em Engenharia e Gestão Ambiental pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). E-mail: ayhattori@gmail.com.

<sup>2</sup> Engenheira de Alimentos, Mestre e Doutora em Agronomia pela UNESP e Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). E-mail: acbarana@uepg.br.

**Keywords:** water resources; sanitary sewage; STPs' efficiency.

## **Resumen**

El presente trabajo tuvo el objetivo de realizar un análisis de los principales parámetros fisicoquímicos de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el municipio de Cornélio Procópio y región, entre los años de 2015 y 2019. Se percibe que algunos sistemas de tratamiento convencionales pueden presentar problemas de funcionamiento, ya sea por fallas en su dimensionamiento ya sea por fallas durante su operación, lo que trae como consecuencia una baja eficiencia en la remoción de materia orgánica. La situación se vuelve más grave cuando el mismo cuerpo hídrico, que funge como receptor de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, es utilizado como manantial de abastecimiento público, aun cuando esté lejos del punto de vertido del efluente. Otro factor relevante es la materia orgánica existente en las aguas residuales que, en consecuencia, de la falta de tratamiento adecuado, puede causar eutrofización de ríos. De esa forma, es fundamental la realización de un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de la eficiencia de las PTAR, con la intención de verificar la atención a la legislación ambiental vigente en materia de los parámetros de vertido, así como para servir como medio de divulgación de informaciones. Comparados los resultados obtenidos con lo establecido en las leyes ambientales vigentes, se constató que algunas PTAR no han respetado los valores límites de vertido en términos de DQO (Demanda Química de Oxígeno), DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y materiales sedimentables en algunos años específicamente. Sin embargo, se constató una mejora en los resultados de tales índices a lo largo del tiempo, a excepción de la PTAR Araras, en donde se verificó un aumento de DBO en los años 2018 y 2019. Se espera que el diagnóstico desarrollado pueda contribuir positivamente para la concientización de la población sobre el uso racional de los recursos hídricos.

**Palabras-clave:** recursos hídricos; aguas residuales; eficiencia de las PTAR.

## **1 Introdução**

Apesar da existência de diversos corpos hídricos no Brasil, muitos encontram-se ameaçados devido ao uso inadequado de suas águas. Com o avanço da urbanização e o crescimento populacional, houve aumento das demandas para suprir as diversas formas de uso da água. Além disso, a poluição dos corpos hídricos por lançamento de efluentes indevidamente tratados e/ou não tratados, tem acelerado a degradação ambiental, causando graves problemas relacionados à disponibilidade da água (TUNDISI, 2003; MACHADO; TORRES, 2013; SOARES; FERREIRA, 2017).

De acordo com o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto (BRASIL, 2018), elaborado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o índice de domicílios brasileiros com atendimento de rede de esgotos em 2018 foi, em média, de 53,2%. Já o índice de atendimento urbano com rede de esgotos foi de 60,9%. Especificamente no estado do Paraná, o diagnóstico afirma que o índice médio de atendimento urbano com rede coletora de esgoto aponta valores acima de 70%.

O diagnóstico também informa que o índice médio nacional de tratamento de esgoto produzido, que corresponde à parcela de esgotos gerados que receberam tratamento, baseando-se no volume de água consumido, foi equivalente a 46,3%. Já o índice médio de tratamento dos

esgotos coletados, que representa a parcela de volume de esgoto tratado em relação ao volume coletado, correspondeu a 74,5%.

Além do baixo índice de cobertura de rede de esgoto no país, outro fator preocupante é a ineficiência das estações de tratamento e disposição de esgotos. Na maioria dos casos são observados problemas de funcionamento decorrentes da falta de análise e acompanhamento do projeto durante as etapas de elaboração, execução e operação da ETE (CHERNICHARO *et al.*, 2018b).

De acordo com Barreto *et al.* (2013), a contaminação de corpos hídricos por matéria orgânica pode afetar a qualidade do ecossistema aquático e causar danos à saúde pública. As altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, como fósforo e nitrogênio provenientes da atividade humana, industrial e agropecuária, quando lançadas em lagos e rios sem o tratamento adequado, podem causar o fenômeno conhecido como eutrofização. Este fenômeno é capaz de provocar o crescimento excessivo de plantas e algas, resultando na diminuição da concentração de oxigênio dissolvido e, conseqüentemente, resultar na morte de peixes e outras espécies aquáticas.

Com relação às Estações de Tratamento de Efluentes (ETE), surge uma preocupação em relação à eficiência e operação dos sistemas convencionais utilizados para tratamento de esgotos municipais, quanto ao atendimento dos quesitos básicos previstos em legislação.

De acordo com Chernicharo *et al.* (2018a), no estado do Paraná predominam significativamente os sistemas anaeróbios do tipo UASB, representando cerca de 89% do total de estações construídas. Em termos de pós-tratamento de efluentes de reatores UASB/RALF, observou-se que no Paraná há uma preferência pela utilização de filtros biológicos percoladores, filtro anaeróbio e lagoas de polimento. Os autores também afirmam que os Reatores Anaeróbios de Leito Fluidizado (RALF) são uma variante do reator UASB que, por sua vez, é amplamente empregado pela SANEPAR.

Nesse contexto, torna-se relevante a abordagem sobre a eficiência dos sistemas de tratamento anaeróbio seguido de tratamento complementar ou pós-tratamento. De modo geral, esta estrutura é adotada na maior parte das ETES do Paraná, inclusive em pequenos municípios localizados no interior do estado, devido às vantagens de economia de área, baixo custo de implantação, simplicidade de construção, operação e manutenção, redução no consumo de energia, entre outras, quando comparada a processos aeróbios convencionais.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento teórico qualitativo e quantitativo das ETES localizadas nos municípios de Cornélio Procópio, Santa Mariana, Uraí e Assaí, bem como demais características regionais.

## 2 Metodologia

Este estudo dividiu-se em duas partes: levantamento de dados qualitativos e quantitativos.

O levantamento qualitativo baseou-se na caracterização física da área de estudo, incluindo a identificação das bacias hidrográficas em que os municípios estão localizados, bem como a identificação dos corpos hídricos receptores de efluente tratado proveniente das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) objetos de estudo. Por fim, apresentou-se uma breve descrição sobre a infraestrutura de cada ETE contemplada neste trabalho.

Para tanto, utilizou-se como referência a base de dados disponibilizada pelo Instituto Águas Paraná, Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG), Instituto Água e Terra, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

Ao todo foram contempladas seis estações de tratamento de esgoto (ETE): ETE Veado, ETE São Luiz e ETE Tangará, localizadas no município de Cornélio Procópio; ETE Araras, localizada no município de Santa Mariana; ETE Congonhas, situada no município de Uraí; ETE Peroba, no município de Assaí.

A escolha das ETES se deve à proximidade com o município de Cornélio Procópio e à disponibilidade de informações relacionadas aos parâmetros físico-químicos.

O levantamento quantitativo baseou-se em dados de parâmetros físico-químicos gentilmente disponibilizados pelo Laboratório do Instituto Água e Terra da regional de Londrina. Os parâmetros analisados foram: pH, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), óleos minerais, óleos vegetais e materiais sedimentáveis, referentes aos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019.

Os dados quantitativos foram confrontados com os padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011) e Resolução SEMA nº 21/2009 (PARANÁ, 2009), conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Padrões de lançamento de efluentes das ETES, segundo a Resolução CONAMA nº 430/2011 e Resolução SEMA nº 21/2009

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA nº 430/2011	Resolução SEMA nº 21/2009
pH		5 a 9	
Materiais sedimentáveis	mL L <sup>-1</sup>	1	

Óleos minerais	mg L <sup>-1</sup>	< 20	< 20
Óleos vegetais	mg L <sup>-1</sup>	< 50	< 50
DQO	mg L <sup>-1</sup>		< 225
DBO	mg L <sup>-1</sup>	< 120	< 90

Fonte: Autoria própria (2020).

Ressalta-se que, entre as legislações ambientais vigentes, prevalecem os critérios mais restritivos. A Resolução SEMA nº 21/2009 (PARANÁ, 2009), que atua no âmbito estadual, complementa os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011), restringindo o valor de DBO e acrescentando o valor de DQO.

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Levantamento qualitativo

Os municípios de Cornélio Procópio, Santa Mariana, Uraí e Assaí estão localizados na região denominada “Norte Pioneiro Paranaense”. Esta região tornou-se conhecida pela fertilidade de solo, que apresentava alta produtividade quando comparada às demais áreas produtivas do país e, ao longo dos anos, atraiu milhares de pessoas com o intuito de implantar lavouras de café. Em meados de 1920, o cultivo de café apresentava um crescimento considerável na economia paranaense (VASCONCELOS; LUZ, 2014).

O norte pioneiro está localizado no Terceiro Planalto ou planalto basáltico, constituído por rochas ígneas eruptivas conhecidas como “terra roxa”. Com base na classificação de Köppen e Geiger, o clima da região é classificado como temperado úmido ou subtropical úmido (Cfa); com uma temperatura média do mês mais frio abaixo de 18 °C e a do mês mais quente acima de 22 °C (PARANÁ - ITCG, *s. d.*).

As principais características dos quatro municípios analisados estão descritas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características dos municípios de Assaí, Cornélio Procópio, Santa Mariana e Uraí

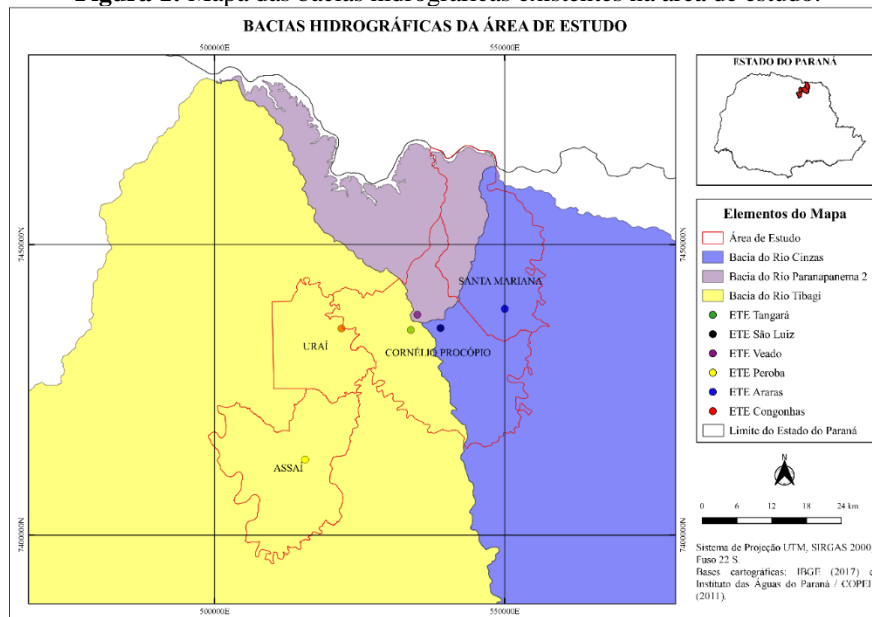
<b>Município</b>	<b>População (estimada)</b>	<b>Área territorial (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Economia</b>
Assaí	15.119	441.794	Diversificada (industrial e agropecuária)
Cornélio Procópio	47.845	635.698	Diversificada (industrial e agropecuária)
Santa Mariana	11.724	425.502	Agropecuária

Uraí	11.314	237.600	Agropecuária
------	--------	---------	--------------

Fonte: IBGE (2019), ITCG (2019), IPARDES (2020).

Em termos de unidades hidrográficas, a área de estudo encontra-se inserida em três diferentes bacias hidrográficas: Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas, Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema 2 e Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi, como pode ser observado na Figura 1.

**Figura 1:** Mapa das bacias hidrográficas existentes na área de estudo.



Fonte: Autoria própria (2020), adaptado de IBGE (2017), Instituto das Águas do Paraná/COPEL (2011).

Destaca-se que o município de Cornélio Procópio está inserido em uma região que abrange as três bacias hidrográficas e, por suas características de relevo ondulado, bem como a localização da área urbana, houve a necessidade de instalar três Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) para atender à demanda gerada em condições hidráulicas adequadas.

O município de Santa Mariana está localizado nas bacias hidrográficas do Rio das Cinzas e Paranapanema 2. No entanto, o perímetro urbano, que apresenta maior contribuição na geração de efluentes, abrange somente a bacia hidrográfica do Rio das Cinzas. Já os municípios de Assaí e Uraí apresentam toda sua área territorial inserida na bacia hidrográfica do Rio Tibagi.

De acordo com os levantamentos apresentados nos Planos de Bacias do Rio das Cinzas, Itararé e Paranapanema 1 e 2, bem como o Plano da Bacia do Rio Tibagi, ambos disponibilizados no site do Instituto das Águas do Paraná (PARANÁ, 2013, 2015), apresenta-se um panorama geral sobre os usos múltiplos das águas dos corpos hídricos, inclusive os pontos de lançamentos das

ETEs. Destaca-se que as ETEs dos municípios de Assaí, Cornélio Procópio, Santa Mariana e Uraí são administradas pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, como pode ser observado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Levantamento da bacia hidrográfica na qual a ETE realiza o lançamento de efluentes, corpo hídrico e suas respectivas classes

Município	Nome da ETE em operação	Bacia Hidrográfica	Corpo receptor	Classe do Corpo receptor
Assaí	ETE Peroba	Tibagi	Ribeirão Peroba	2
Cornélio Procópio	ETE Tangará	Tibagi	Ribeirão Tangará	2
	ETE Veado	Parapanema 2	Ribeirão do Veado	2
	ETE São Luiz	Cinzas	Ribeirão São Luiz	2
Santa Mariana	ETE Araras	Cinzas	Ribeirão Araras	2
Uraí	ETE Congonhas	Tibagi	Rio Congonhas	2

**Fonte:** Instituto das Águas do Paraná (2014) e SANEPAR (2014).

Vale ressaltar que a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece condições e padrões de qualidade da água para águas doces de classe 2, como pode ser observado na Tabela 4.

**Tabela 4:** Condições e padrões de qualidade da água para águas doces de classe 2, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA nº 357/2005
pH		6,0 a 9,0
Materiais sedimentáveis	mL L <sup>-1</sup>	-
Óleos minerais	mg L <sup>-1</sup>	Virtualmente ausentes
Óleos vegetais	mg L <sup>-1</sup>	Virtualmente ausentes
DQO	mg L <sup>-1</sup>	-
DBO	mg L <sup>-1</sup>	5,0

**Fonte:** Autoria própria (2020).

Segundo o Plano de Bacias Hidrográficas do Rio das Cinzas, Parapanema 2 (2015) e Tibagi (2013), baseado nas informações cedidas pela SANEPAR, as ETEs analisadas utilizam sistema de tratamento anaeróbio do tipo Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado (RALF) acompanhado de um sistema de tratamento complementar como lagoa facultativa, filtro anaeróbio, lagoa de polimento e sedimentador, como pode ser observado na Tabela 5.

**Tabela 5:** Estruturas das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) analisadas.

<b>Municípios</b>	<b>ETE</b>	<b>Sistema de Tratamento</b>
Assaí	ETE Peroba	3 RALF + 1 lagoa facultativa + 1 lagoa de polimento
Cornélio Procópio	ETE Tangará	3 RALF + 2 filtros anaeróbios
Cornélio Procópio	ETE Veado	1 RALF + 1 filtro anaeróbio
Cornélio Procópio	ETE São Luiz	1 RALF + 1 filtro anaeróbio
Santa Mariana	ETE Araras	1 RALF + 1 lagoa de polimento
Uraí	ETE Congonhas	1 RALF + 1 sedimentador

**Fonte:** Autoria própria (2020).

### 3.2 Levantamento quantitativo

Na base de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) são apresentadas informações referentes às condições de saneamento básico dos municípios brasileiros. O Atlas sobre Esgotos (ANA, 2017) apresenta um panorama geral das Unidades da Federação, onde o Paraná apresenta uma parcela de população atendida por coleta de esgoto equivalente a 65%; a de população atendida por tratamento de esgoto correspondente a 64%. De modo geral, a parcela tratada em relação à coletada é igual a 98%.

Ainda de acordo com ANA (2017), o Paraná apresenta uma parcela de matéria orgânica removida equivalente a 57%. Quanto à capacidade de diluição de esgotos, em cerca de 61% dos municípios atendidos encontra-se classificada como boa ou regular, 37% como ruim ou péssima e o remanescente como ilimitado (2%).

Especificamente em relação aos municípios contemplados no presente estudo, a base de dados da ANA apresenta os índices de atendimento com coleta, índice de atendimento sem coleta e índice de atendimento por solução individual (fossa séptica) obtidos em meados de 2013, como podem ser observados na Tabela 5.

**Tabela 6:** Índices de atendimento de rede de esgoto nos municípios de Assaí, Cornélio Procópio, Santa Mariana e Uraí

<b>Município</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Índice de atendimento com coleta (%)</b>	<b>Índice de atendimento sem coleta (%)</b>	<b>Índice de atendimento por solução individual (%)</b>
Assaí	13.655	53,6	40,5	5,9
Cornélio Procópio	45.717	93,5	4,5	2
Santa Mariana	8.405	52,7	34,1	13,2
Uraí	9.568	77,8	21,8	0,4

**Fonte:** Agência Nacional Águas (2013).



Ao realizar a comparação entre os municípios, foi possível observar que Cornélio Procópio apresenta o maior índice de atendimento com coleta, 93,5%, para uma população estimada de 47.845 habitantes. Nota-se que os demais municípios possuem uma quantidade de habitantes muito inferior a Cornélio Procópio e os baixos índices de atendimento com coleta podem estar associados à precariedade de recursos e estruturas de saneamento básico.

Os dados quantitativos disponibilizados pelo Laboratório do Instituto Água e Terra, em termos de análises físico-químicas de amostras de efluentes das Estações de Tratamento de Efluentes, referem-se ao monitoramento temporário (final de 2015 a início de 2019) para verificação da carga poluidora lançada em corpos hídricos, gerada especificamente pelas ETEs contempladas no presente estudo.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos da ETE Peroba, localizado no município de Assaí.

**Tabela 7:** Médias anuais dos resultados dos parâmetros físico-químicos das ETEs contempladas no estudo

ETE	Parâmetros Físico-Químicos	CONAMA 430/2011 SEMA 21/2009	2015	2016	2017	2018	2019
ETE Peroba	pH	5 a 9	7,35	7,8	7,78	7,3	8,5
	DQO	< 225 mg L <sup>-1</sup>	113,5	164,8	153,8	179	59
	DBO	< 120 / < 90 mg L <sup>-1</sup> <sub>1</sub>	30	52,6	50,2	58	28
	Materiais sedimentáveis	< 1 mL L <sup>-1</sup>	0,1	0,16	0,12	0,1	0,1
	Óleos minerais	< 20 mg L <sup>-1</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	Óleos vegetais	< 50 mg L <sup>-1</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
ETE São Luiz	pH	5 a 9	6,8	7,06	7	6,9	
	DQO	< 225 mg L <sup>-1</sup>	92	94,2	166,4	106	
	DBO	< 120 / < 90 mg L <sup>-1</sup> <sub>1</sub>	37,5	32,4	59,2	46	
	Materiais sedimentáveis	< 1 mL L <sup>-1</sup>	0,1	0,14	0,12	0,1	
	Óleos minerais	< 20 mg L <sup>-1</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10	
	Óleos vegetais	< 50 mg L <sup>-1</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10	
ETE Tangará	pH	5 a 9	6,75	7	6,96	7	6,9
	DQO	< 225 mg L <sup>-1</sup>	91,5	87,4	116,8	104	106
	DBO	< 120 / < 90 mg L <sup>-1</sup> <sub>1</sub>	29	26,52	37,6	40	48
	Materiais sedimentáveis	< 1 mL L <sup>-1</sup>	0,1	0,16	0,14	0,1	0,1
	Óleos minerais	< 20 mg L <sup>-1</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	Óleos vegetais	< 50 mg L <sup>-1</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
ETE	pH	5 a 9	6,75	7	6,8	6,9	

	DQO	< 225 mg L <sup>-1</sup>	159,5	189,8	135	147	
	DBO	< 120 / < 90 mg L <sup>-1</sup> <sub>1</sub>	95,5	61,4	45,8	49	
	Materiais sedimentáveis	< 1 mL L <sup>-1</sup>	1	0,3	1,4	0,2	
	Óleos minerais	< 20 mg L <sup>-1</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10	
	Óleos vegetais	< 50 mg L <sup>-1</sup>	19,5	17,4	< 10	< 10	
ETE Araras	pH	5 a 9	7,25	7,32	7,44	7,5	6,7
	DQO	< 225 mg L <sup>-1</sup>	277	224,8	232,8	192	56
	DBO	< 120 / < 90 mg L <sup>-1</sup> <sub>1</sub>	88	72,2	73,6	100	123
	Materiais sedimentáveis	< 1 mL L <sup>-1</sup>	0,1	0,12	0,12	0,1	1,2
	Óleos minerais	< 20 mg L <sup>-1</sup>	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	Óleos vegetais	< 50 mg L <sup>-1</sup>	10,85	< 10	< 10	< 10	< 10
ETE Congonhas	pH	5 a 9	6,8	7,06	6,98	7,1	7,29
	DQO	< 225 mg L <sup>-1</sup>	298,5	292,4	182,8	162	95
	DBO	< 120 / < 90 mg L <sup>-1</sup> <sub>1</sub>	116	105,8	59,6	52	45
	Materiais sedimentáveis	< 1 mL L <sup>-1</sup>	1,15	2,88	1,8	0,4	< 0,1
	Óleos minerais	< 20 mg L <sup>-1</sup>	19,5	< 10	< 10	< 10	< 10
	Óleos vegetais	< 50 mg L <sup>-1</sup>	< 10	22,8	< 10	< 10	< 10

**Fonte:** Laboratório do Escritório Regional do Instituto Água e Terra de Londrina – ERLON (2019).

Por meio da Tabela 6 foi possível observar que nas ETE Peroba (Assaí), ETE São Luiz (Cornélio Procópio) e ETE Tangará (Cornélio Procópio), todos dos parâmetros analisados encontram-se dentro dos limites máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011) e Resolução SEMA nº 21/2009 (PARANÁ, 2009).

No entanto, a ETE Veado, localizada no município de Cornélio Procópio, não atendeu aos padrões de lançamento exigidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 em termos de materiais sedimentáveis, no ano de 2017, uma vez que a legislação ambiental estabelece o valor máximo de 1 mL L<sup>-1</sup>. O valor médio de 1,4 mL L<sup>-1</sup>, obtido em 2017, pode estar associado a fatores climáticos ou operacionais da ETE, ocorridos no período da coleta da amostra, visto que, nos valores obtidos ao longo de 2017, foi observado um comportamento atípico apenas em uma amostragem, resultando em 5,50 mL L<sup>-1</sup>. Em relação à DBO obteve-se valor superior ao limite estabelecido somente pela Resolução SEMA nº 21/2009. Observou-se valor equivalente a 95,50 mg L<sup>-1</sup> em 2015, ultrapassando o limite de 90 mg L<sup>-1</sup>. Os demais parâmetros físico-químicos encontram-se dentro dos limites máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 e Resolução SEMA nº 21/2009.

Para a ETE Araras (Santa Mariana), foi possível observar que, nos anos de 2015 e 2017, os valores de DQO foram superiores aos padrões de lançamentos previstos pela Resolução SEMA nº 21/2009 (valor máximo de 225 mg L<sup>-1</sup>). Já para a DBO, foram observados valores superiores a 90 mg L<sup>-1</sup>, segundo a Resolução SEMA nº 21/2009, nos anos de 2018 e 2019. Ao considerar os padrões de lançamento previstos pela Resolução CONAMA nº 430/2011 (valor máximo de 120 mg L<sup>-1</sup>), os índices de DBO foram superiores somente em 2019. Em termos de materiais sedimentáveis, obtiveram-se valores superiores aos padrões de lançamento no ano de 2019, o qual resultou em 1,20 mL L<sup>-1</sup>, ou seja, 0,20 mL L<sup>-1</sup> acima do permitido pelas legislações ambientais vigentes.

Na ETE Congonhas, localizada no município de Uraí, observou-se que, tanto para DQO quanto para DBO, os valores obtidos foram superiores aos padrões de lançamento nos anos de 2015 e 2016, quando comparados com a Resolução SEMA nº 21/2009. Já para materiais sedimentáveis, os valores obtidos foram superiores aos padrões de lançamento até o ano de 2017.

Destaca-se que, no ano de 2019, a ETE São Luiz e a ETE Veado foram dispensadas de monitoramento pelo fato de o órgão ambiental competente estabelecer que havia dados suficientes para um possível diagnóstico das ETEs localizadas no município de Cornélio Procopio e, por esse motivo, não foram descritos os resultados dos parâmetros.

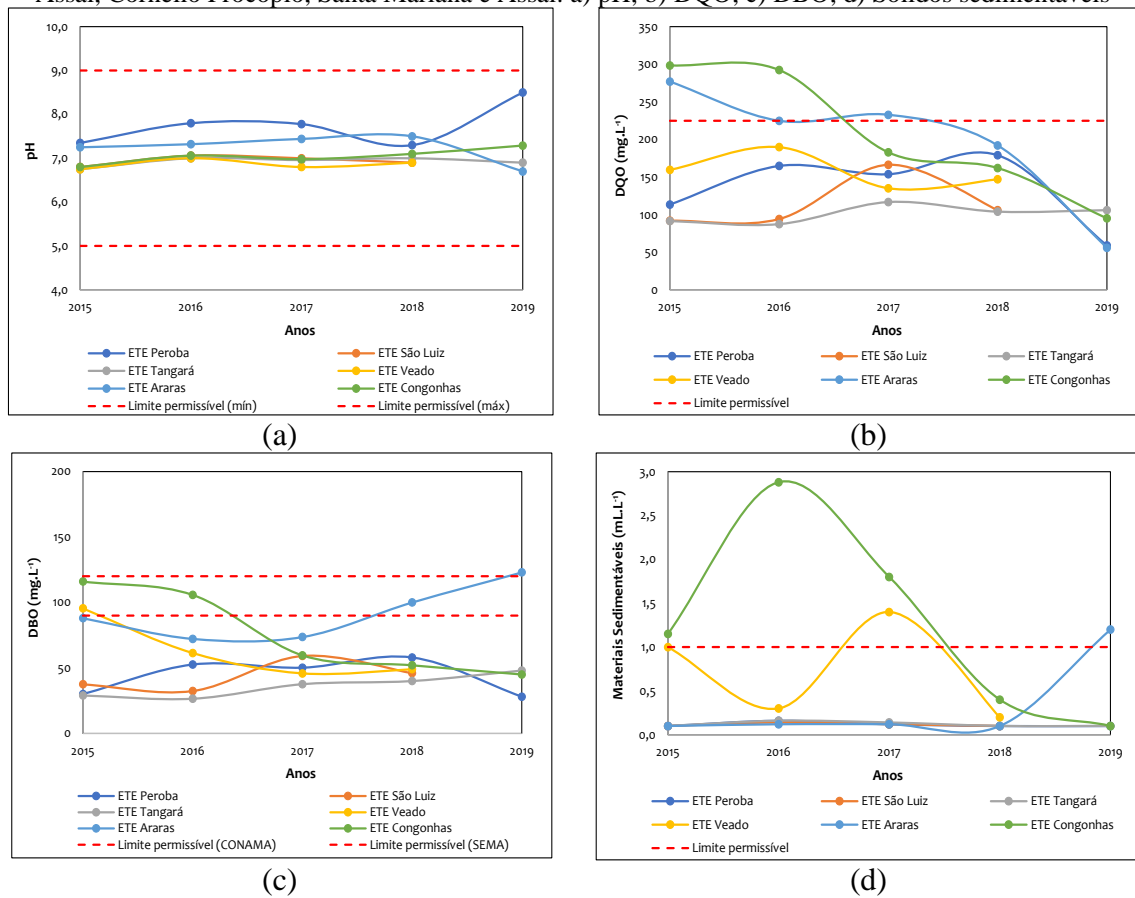
Com base nos resultados obtidos, foi possível observar que as ETEs que não atenderam aos padrões de lançamento de esgoto são compostas apenas por um RALF e um sistema de tratamento complementar como filtro anaeróbico (ETE Veado), lagoa de polimento (ETE Araras) ou sedimentador (ETE Congonhas). Assim, a ineficiência no tratamento do efluente pode estar associada à falta de manutenção, falhas na operação e de dimensionamento, além de variáveis externas relacionadas à qualidade do efluente e vazão que chega na ETE.

De acordo com Chernicharo *et al.* (2018b), problemas relacionados ao não atendimento de padrões de lançamento pode estar associados a limitações intrínsecas que os sistemas anaeróbios apresentam em termos de remoção de matéria orgânica, nutrientes e outros compostos de menor biodegradabilidade. Os autores ainda afirmam que a perda de sólidos no efluente pode dever-se ao recebimento de efluentes não domésticos; sobrecarga hidráulica e velocidades ascensionais elevadas associadas à entrada excessiva de água pluvial na rede coletora de esgoto; mal dimensionamento dos vertedouros; e elevatórias capazes de causar zonas de sobrecarga hidráulica e arraste de sólidos, bem como picos excessivos de vazão.

Segundo Chaves *et al.* (2017), o baixo desempenho em termo de remoção de DBO, pode estar associado à qualidade do esgoto bruto recebido, onde podem ocorrer valores superiores aos valores típicos.

Na Figura 2 são apresentados os gráficos dos parâmetros de pH, DQO, DBO e materiais sedimentáveis.

**Figura 2:** Gráficos dos parâmetros físico-químicos das Estações de Tratamento de Esgotos dos municípios de Assaí, Cornélio Procópio, Santa Mariana e Assaí: a) pH; b) DQO; c) DBO; d) Sólidos sedimentáveis



Fonte: Autoria própria (2020).

Nota-se que, para óleos vegetais e minerais, não foi observada variação significativa, a qual esteve dentro dos limites máximos permissíveis pela legislação ambiental vigente, em todas as ETEs analisadas.

De modo geral, verificou-se que, entre as ETEs analisadas, somente a ETE Veado, localizada em Cornélio Procópio, a ETE Araras, localizada no município de Santa Mariana e a ETE Congonhas, localizada no município de Uraí, apresentaram ocorrências de não atendimento aos padrões de lançamento de efluentes. Apesar de tais ocorrências, foi possível observar que ao longo dos anos houve melhoria nos resultados em termos de DQO, DBO e materiais sedimentáveis, com exceção da ETE Araras, que apresentou valores de DBO

superiores aos padrões de lançamento estabelecido pela Resolução SEMA nº 21/2009 ( $< 90 \text{ mg L}^{-1}$ ) nos anos de 2018 ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) e 2019 ( $123 \text{ mg L}^{-1}$ ).

Vale ressaltar que a Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece que, em caráter temporário, o órgão ambiental poderá autorizar o lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões de lançamento, desde que haja comprovação de interesse público, atendimento ao enquadramento do corpo receptor, fixação de prazo máximo para o lançamento, entre outros requisitos. Desde que não ocorram danos ao ecossistema aquático, sem possibilidades de eutrofização do corpo hídrico e que o corpo hídrico apresente boa capacidade de autodepuração da matéria orgânica, tais valores podem ser aceitáveis perante o órgão ambiental. De qualquer modo, o empreendimento responsável pelo saneamento do município deve adotar medidas cabíveis para garantir o tratamento de esgotos sanitários e preservar a qualidade da água dos corpos hídricos afetados.

Nota-se que o atendimento dos padrões de lançamento de efluentes é de suma importância, uma vez que a Resolução SEMA nº 21/2009 estabelece que as operadoras de serviços de esgotos são obrigadas a apresentar ao Instituto Água e Terra um relatório anual contendo informações de quaisquer alterações realizadas na estrutura da ETE, bem como a quantificação dos lodos gerados no processo de tratamento, matéria orgânica afluente e lançada após tratamento, por município e por bacia hidrográfica.

#### **4 Conclusão**

A partir dos dados obtidos no presente levantamento, verificou-se que o Paraná, apesar de apresentar evidências de deficiência na remoção de matéria orgânica em algumas estações de tratamento, é o segundo estado com maior índice de população urbana atendida com sistema coletivo de tratamento de esgotos, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2020).

Ao comparar os resultados obtidos nas ETEs analisadas com a Resolução CONAMA nº 430/2011 verificou-se que a maioria das estações de tratamento entre os anos de 2015 e 2019 atenderam aos padrões de lançamento, com exceção da ETE Araras, que apresentou valor de DBO equivalente a  $123 \text{ mg L}^{-1}$  em 2019 e a ETE Congonhas, que apresentou valores de materiais sedimentáveis superior a  $1 \text{ mL L}^{-1}$  nos anos de 2015, 2016 e 2017.

No entanto, de acordo com a Resolução SEMA nº 21/2009, por ser mais restritiva em termos de DBO e DQO, verificou-se que apenas 50% das Estações de Tratamento de Esgoto analisadas (ETE Peroba, ETE São Luiz e ETE Tangará) atenderam integralmente aos padrões de lançamento de efluentes. Vale ressaltar que as demais estações de tratamento apresentaram

melhorias nos resultados de DQO e DBO ao longo dos anos, com exceção da ETE Araras que, especificamente para DBO, apresentou valores superiores a 90 mg L<sup>-1</sup> estabelecidos pela legislação supracitada em 2018 e 2019.

Quanto aos demais parâmetros — como pH, óleos minerais e vegetais — todas as estações de tratamento estavam em conformidade com a legislação ambiental vigente.

Dessa forma, foi possível concluir que, em termos de legislação federal, a maioria das estações estudadas apresentaram boa eficiência no tratamento de efluentes sanitários, com melhora gradativa na remoção de matéria orgânica ao longo dos anos. Porém, em termos de legislação estadual, verificou-se que metade das estações de tratamento atenderam aos padrões de lançamento.

Por fim, destaca-se que a existência de legislações estaduais mais restritivas demonstra a preocupação quanto à preservação dos recursos hídricos, forçando os empreendimentos a buscar melhorias na eficiência do tratamento de efluentes.

## 5 Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório do Instituto Água e Terra do Escritório Regional de Londrina que gentilmente cedeu os resultados das análises físico-químicas realizadas nas estações de tratamento de esgoto contempladas no presente trabalho.

## Referências

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Esgoto**: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília: ANA, 2017.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Esgoto**: Atualização da Base de Dados de Estações de Tratamento de Esgoto no Brasil. Brasília: ANA, 2020.

BARRETO, L. V.; BARROS, F. M.; BONOMO, P.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S. Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2165-2179, 2013.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2005.

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

Ambiente-CONAMA. Brasília: CONAMA, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.

BRASIL. SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2018**. Brasília: MDR, 2018.

CHAVES, V. S.; SCHNEIDER, E. H. M.; LIMA, A. S. P.; MENDONÇA, L. C. Desempenho das estações de tratamento do esgoto de Aracaju. **Revista DAE**, São Paulo, n. 209, v. 66, p. 51-58, 2017.

CHERNICHARO, C. A.L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Reatores anaeróbios**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

CHERNICHARO, C. A. L; RIBEIRO, T. B.; GARCIA, G. B.; LERMONTOV, A.; PLATZER, C. J.; POSSETTI, G. R. C.; ROSSETO, M. A. L. L. R. Panorama do tratamento de esgoto sanitário nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil: tecnologias mais empregadas. **Revista DAE**, São Paulo, n. 213, v. 66, 2018a.

CHERNICHARO, C. A. L; RIBEIRO, T. B.; PEGORINI, E. S.; POSSETTI, G. R. C., MIKI, M. K.; SOUZA, S. N. Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário – Parte 1: Tópicos de interesse. **Revista DAE**, São Paulo, n. 214, v. 66, 2018b.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Características Gerais da População**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jul. 2020.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 178 p.

PARANÁ. IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico – Município de Assaí**. Curitiba: IPARDES, 2020.

PARANÁ. IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico – Município de Cornélio Procópio**. Curitiba: IPARDES, 2020.

PARANÁ. IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico – Município de Santa Mariana**. Curitiba: IPARDES, 2020.

PARANÁ. IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico – Município de Uraí**. Curitiba: IPARDES, 2020.

PARANÁ. ITCG - INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ (ITCG). Disponível em: [http://www.geoitcg.pr.gov.br/geoitcg/pages/templates/initial\\_public.jsf?windowId=31a](http://www.geoitcg.pr.gov.br/geoitcg/pages/templates/initial_public.jsf?windowId=31a). Acesso em: 10 jul. 2020.

PARANÁ. ITCG - INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ (ITCG). Relatório de cálculo de área dos municípios do Estado do Paraná – ano 2019. Disponível em: [https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-07/relatorio\\_de\\_calculo\\_de\\_area\\_dos\\_municipios\\_do\\_parana2019.pdf](https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/relatorio_de_calculo_de_area_dos_municipios_do_parana2019.pdf) Acesso em: 10 jul. 2020.

PARANÁ. INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ – Águas Paraná. **Plano de Bacia do Rio Tibagi**. Curitiba, Cobrape, 2013. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/pagina-119.html>. Acesso em: 25 jul. 2020.

PARANÁ. INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ – Águas Paraná. **Elaboração do Plano das Bacias Cinzas, Itararé, Paranapanema 1 e 2**: Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia do Norte Pioneiro. Volume I e II. Curitiba: IAP/Engecorps, 2015. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/pagina-274.html>. Acesso em: 25 jul. 2020.

PARANÁ. SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Resolução nº 021, de 22 de abril de 2009**. Dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento. Curitiba: SEMA, 2009. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO\\_SEMA\\_21\\_2009\\_LICENCIAMENTO\\_PADROES\\_AMBIENTAIS\\_SANEAMENTO.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_21_2009_LICENCIAMENTO_PADROES_AMBIENTAIS_SANEAMENTO.pdf). Acesso em: 10 jul. 2020.

PARANÁ. SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Bacias hidrográficas do Paraná – Série Histórica**. 2. ed. Curitiba: SEMA. 2013. Disponível em: [https://www.paranagua.pr.gov.br/imgbank2/file/meio\\_ambiente/material-didatico/Revista\\_Bacias\\_Hidrograficas\\_2015.pdf](https://www.paranagua.pr.gov.br/imgbank2/file/meio_ambiente/material-didatico/Revista_Bacias_Hidrograficas_2015.pdf). Acesso em: 10 jul. 2020.

SOARES, E. M.; FERREIRA, R. L. Avaliação da qualidade da água e a importância do saneamento básico no Brasil. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 13, n. 6, 2017.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez. 1. ed. São Carlos: Rima, IIE, 2003. 248 p.

VASCONCELOS, L. H. C.; LUZ C. E. Transformações na paisagem urbana de Cornélio Procópio (1920-2014). **Geoingá**: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Maringá – PR, v. 6, n. 2, p. 86-105, 2014.