

EFICIÊNCIA DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: UM ESTUDO PARA O DISTRITO AGROINDUSTRIAL DE ANÁPOLIS

EFFICIENCY OF AN EFFLUENT TREATMENT PLANT: A STUDY FOR THE AGROINDUSTRIAL DISTRICT OF ANÁPOLIS

SEBASTIÃO AVELINO NETO

Doutor em Engenharia Civil, Professor do Curso da Engenharia Agrícola Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo (CCET)
savneto@gmail.com

VICTOR HUGO ALMEIDA LIMA

Mestrando em Engenharia Agrícola do Curso da Engenharia Agrícola Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo (CCET)
savneto@gmail.com

Resumo - O lançamento de efluentes de estações de tratamento em corpos d'água colocam em risco a qualidade da água e o funcionamento do ecossistema do corpo receptor. Nesse contexto, o objetivo deste estudo, de abordagem quali-quantitativa, é desenvolver uma análise dos resíduos líquidos gerados no Distrito Agroindustrial de Anápolis - GO, avaliar o desempenho operacional da Estação de Tratamento de Efluentes do DAIA, o atendimento à legislação ambiental vigente, mediante o despejo dos efluentes tratados no córrego Abraão. O estudo foi realizado entre novembro de 2015 e abril de 2016. O desempenho operacional foi determinado com base em parâmetros físico-químicos, são eles: detergentes, óleos e graxas, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), pH, sulfato total, fósforo Total, nitrogênio Total, sólidos totais (ST), sólidos totais fixos (STF), sólidos totais voláteis (STV), sólidos sedimentáveis (SSed) e sólidos suspensos (SS), determinados com base nas metodologias descritas em APHA. As resoluções CONAMA N° 357/2005 e CONAMA N° 430/2011 foram usados para verificação da confiabilidade operacional. Os resultados evidenciam que os resíduos líquidos provindos do Distrito Agroindustrial apresentam grandes oscilação suas concentrações, sendo que o volume de chuvas acaba por acentuar ainda mais essas variações. Baseado nas resoluções 357/2005 e 430/2011 do CONAMA, os efluentes tratados apresentam, para quase todos parâmetros e meses, uma desconformidade. O desempenho operacional com base na redução dos valores de DBO, DQO, sólidos totais sedimentáveis, óleos e graxas apresentou resultados significativos, sendo que as máximas remoções para os respectivos parâmetros foram de 74,67%, 69,45%, 100% e 97,16%. Conclui-se que o sistema de tratamento da ETE é precário, por isso necessita de melhorias, a fim de que os impactos ambientais, desencadeados pelo maior distrito goiano, sejam os menores possíveis.

Palavras-chaves: Efluente industrial. Confiabilidade operacional. Desempenho.

Abstract - The release of effluents from treatment plants into water bodies endangers the quality of the water and the functioning of the ecosystem of the receiving body. In this context, the objective of this study, with a qualitative-quantitative approach, is to develop an analysis of the liquid waste generated in the Agroindustrial District of Anápolis - GO, to evaluate the operational performance of the Effluent Treatment Station of DAIA, compliance with current environmental legislation, through the dumping of treated effluents in the Abraão stream. The study was conducted between November 2015 and April 2016. The operational performance was determined based on physicochemical parameters, they are: detergents, oils and greases, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), pH, total sulfate, Total phosphorus, Total nitrogen, total solids (TS), total fixed solids (STF), total volatile solids (STV), sedimentable solids (SSed) and suspended solids (SS), determined based on the methodologies described in APHA. CONAMA Resolutions No. 357/2005 and

CONAMA No. 430/2011 were used to verify operational reliability. The results show that the liquid waste from the Agroindustrial District presents great oscillation in their concentrations, and the volume of rainfall ends up accentuating these variations even more. Based on CONAMA resolutions 357/2005 and 430/2011, the treated effluents present, for almost all parameters and months, a non-conformity. The operational performance based on the reduction of the values of BOD, COD, total sedimentable solids, oils and greases presented significant results, and the maximum removals for the respective parameters were 74.67%, 69.45%, 100% and 97.16%. It is concluded that the treatment system of the WWTP is precarious, so it needs improvements, so that the environmental impacts, triggered by the largest district of Goiás, are the lowest possible.

Keywords: Industrial effluent. Operational reliability. Performance.

Introdução

Apesar de sua grande importância econômica e social, atividades industriais são consideradas as principais geradoras de efluentes líquidos com alta toxicidade, já que a água é usada em todo o processo produtivo. No Brasil, o segmento industrial denominado agroindustrial tem chamado a atenção, pois são tidas como as mais poluidoras, visto que os efluentes gerados são ricos em matéria orgânica, sólidos, óleos e graxas (CHISSINI, 2015; GIORDANO, 2004; MEES et al., 2009).

Observando o cenário, fica evidente que a não geração de efluentes é praticamente impossível, mas pode e deve ser controlada. Diante da produção desses resíduos líquidos, é necessário que eles sejam submetidos a diferentes tipos de tratamentos, a fim de que os padrões de lançamento estipulados em legislações ambientais possam ser atendidos. Para determinação do melhor tipo de tratamento, é de suma importância realizar uma caracterização qualitativa dos efluentes (BELTRAME et al. 2016).

Diante disso, é notório que os problemas ambientais estão diretamente relacionados ao desenvolvimento socioeconômico. Situação essa, vista no município de Anápolis, já que a cidade goiana é o berço do maior Distrito Agroindustrial do Estado, que popularmente é conhecido como DAIA (RIBEIRO; SANDRI; BOÊNO, 2013).

O distrito industrial de Anápolis, criado em 1976, dispõe de uma estação central de tratamento de efluentes, mas é válido ressaltar que indústrias instaladas nesse polo devem realizar, de acordo com o plano diretor do município de Anápolis, o pré-tratamento dos resíduos gerados. Por operar em sistema offset, o principal entrave enfrentado pela ETE-DAIA é capacidade de tratar o grande volume de efluentes, e conseguir atender os níveis permitidos para despejos desses resíduos líquidos em corpos hídricos. Após o tratamento, os

efluentes devem atender os padrões de lançamento estipulados para corpos d'água classe 2, visto que o córrego receptor, denominado de Abraão, pertence a referida classe (REZENDE, 2016).

Nessa perspectiva, diante dos problemas enfrentados pela Estação de Tratamento de Efluentes do DAIA, percebe-se a necessidade de investigar o sistema de tratamento instalado no distrito.

O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência do sistema de tratamento de efluentes do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) no município de Anápolis - GO.

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Efluentes do Distrito Agroindustrial do município de Anápolis, e no córrego receptor dos efluentes líquidos, denominado de Abraão conforme figura 1.

Figura 1 - Vista aérea da Estação de Tratamento de Efluentes do Distrito Agroindustrial de Anápolis e Córrego Abraão, Anápolis - GO.



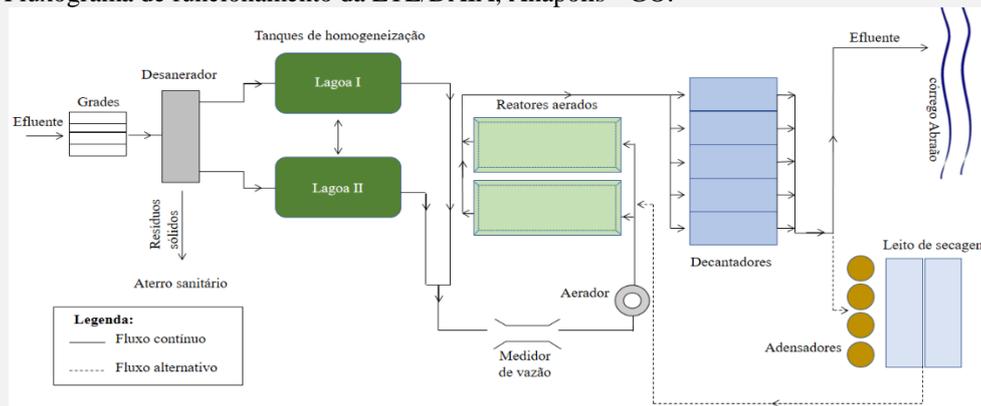
Fonte: Google Earth.

Estação de Tratamento de Efluentes do DAIA

É responsável pelo tratamento dos efluentes líquidos provindos dos mais variados segmentos industriais, sendo que 90% desse efluente é produzido por indústrias farmacêuticas. (ARAÚJO, CARVALHO; ANGELINI, 2011; RAMALHO; SCALIZE; CARAMORI, 2016).

Atualmente, a estação de tratamento de efluentes opera com uma vazão média de 45 L.s⁻¹ e dispõe de um sistema de grades (fina e grossa), desarenador, lagoas de estabilização do tipo anaeróbia, reatores aerados e decantador secundário (CODEGO, 2019). O efluente tratado é lançado, através de manilhas, no córrego Abraão. O fluxograma de funcionamento pode ser visto na figura 2.

Figura 2 - Fluxograma de funcionamento da ETE/DAIA, Anápolis - GO.



Fonte: Própria do autor.

Córrego Abraão

O Córrego Abraão, responsável por receber todo o volume de efluentes tratados pela ETE-DAIA, é localizado a pouco mais de 300 metros da estação de tratamento de efluentes do DAIA.

A área banhada pelo córrego em questão é de aproximadamente 29 ha, sendo que é situado na Bacia do Ribeirão das Antas. É afluente do Rio Extrema, que por sua vez está localizado na cabeceira das sub-bacias hidrográficas: Bacia do Ribeirão das Antas, Bacia do Ribeirão João Leite, Bacia do Rio Caldas e Bacia do Rio Piancó (RAMALHO; SCALIZE E CARAMORI, 2016; SANTOS et. al., 2015).

Com base na classificação dos corpos de água, elaborada pela resolução nº 357/2005 do CONAMA, o Córrego Abraão é pertencente a classe 2. Sendo os valores de vazão e concentração de oxigênio dissolvido para esse corpo d'água são, na devida ordem, de $0,11 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $8,30 \text{ mg L}^{-1}$ (CODEGO, 2019; RESENDE, 2016).

Parâmetros analisados

As concentrações dos parâmetros, observadas entre os meses de novembro de 2015 a abril de 2016, foram cedidas pela Companhia de Desenvolvimento do Estado de Goiás, na pessoa do Engenheiro responsável pela estação. Foram analisados, no Laboratório Conágua, os seguintes parâmetros qualitativos: demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, óleos e graxas, potencial hidrogeniônico, sulfato total, fósforo total, nitrogênio total, sólidos totais, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis, sólidos dissolvidos totais, sólidos sedimentáveis, coliformes termotolerantes e turbidez.

As análises foram feitas com base nas metodologias apresentadas em Standard methods for examination of water and wastewater (APHA, 1999).

Análise dos resultados

Por meio da Equação 1 foi verificado o desempenho operacional da estação de tratamento ao longo do período analisado.

$$E = \left(1 - \frac{C_E}{C_{af}}\right) \cdot 100 \quad (1)$$

Em que:

E é a eficiência do sistema, em termos percentuais (%);

C_E é a concentração dos parâmetros do efluente; e

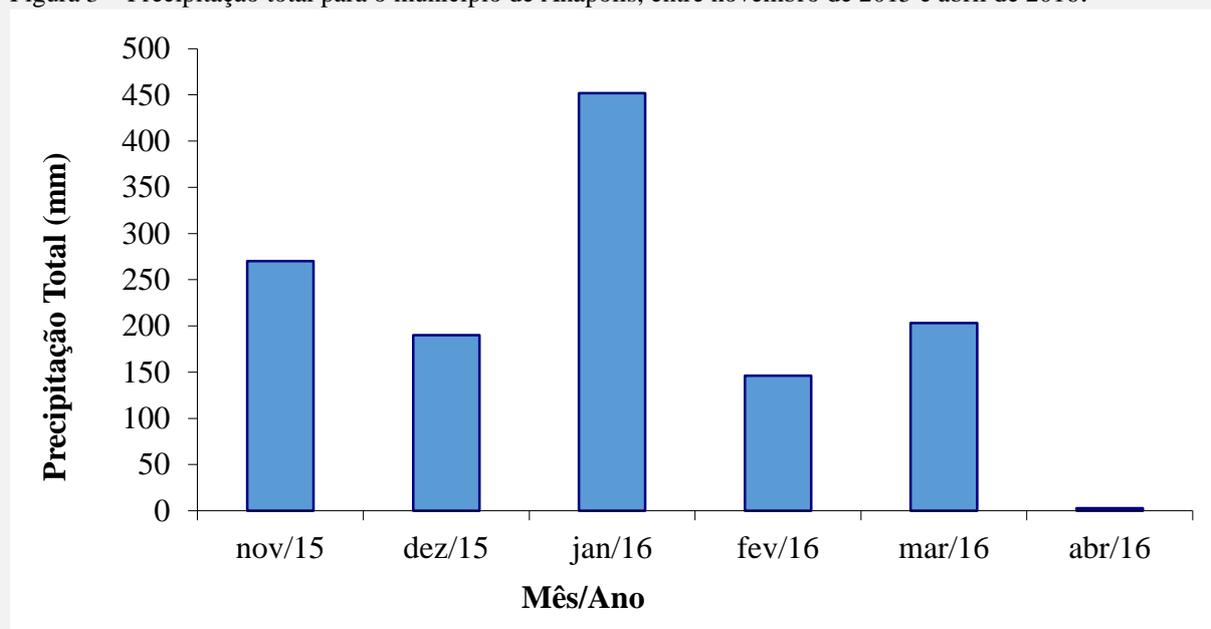
C_{af} é a concentração dos parâmetros do afluente.

As análises dos dados foram realizadas utilizando o software Microsoft Excel. A confiabilidade operacional, ou seja, o cumprimento a legislações ambientais, foi determinada a partir dos padrões descritos nas resoluções CONAMA Nº 357/2005 e CONAMA Nº 430/2011.

Resultados e discussão

O período de coleta de dados está compreendido entre a estação chuvosa e início da seca, sendo que o volume precipitado pode influir diretamente nos parâmetros a serem analisados. De acordo com Scaratti et al. (2014), os períodos de maior precipitação pluviométrica são os principais responsáveis por interferirem negativamente em sistemas de tratamento de resíduos líquidos. Na figura 3 é apresentada a precipitação média para o município de Anápolis - GO.

Figura 3 – Precipitação total para o município de Anápolis, entre novembro de 2015 e abril de 2016.



Fonte: HIDROWEB.

O volume precipitado em janeiro de 2016 foi o maior registrado durante o período de estudo, com média de 14,58 mm. Sob outra perspectiva, abril de 2016 registrou apenas 0,1 mm de chuvas, sendo assim é o período em que o município goiano adentra ao período de estiagem.

Desempenho operacional do sistema de tratamento de efluentes

O desempenho da ETE do Distrito Agroindustrial de Anápolis foi analisado entre novembro de 2015 e abril de 2016, com base na variação das concentrações de DBO₅, DQO, pH, sulfato total, detergentes, óleos e graxas, fósforo total, nitrogênio total, sólidos totais, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis, sólidos suspensos e sólidos sedimentáveis.

Na tabela 1, apresentada a seguir, estão listados os valores de DBO₅, DQO, pH e sulfato total presente no efluente bruto e efluente tratado.

Observa-se que DBO₅ e DQO apresentaram drásticas reduções após o tratamento em todos os meses observados, verifica-se que a DBO do efluente bruto oscilou entre os valores de 450,00 mg L⁻¹ e 1680,00 mg L⁻¹, enquanto a DQO variou entre 719,0 mg L⁻¹ a 2653,00 mg L⁻¹, sendo que o maior valor foi constatado no mês de abril de 2016, e o menor em janeiro do mesmo ano.

Crizel e Lara (2020), investigando o desempenho de uma estação de tratamento de efluentes, observaram que os valores de DBO do efluente bruto variaram entre 120,00 mg/L a 370,00 mg L⁻¹, os de DQO ficaram compreendidos entre 165,00 e 645,00 mg L⁻¹.

Tabela 1 - Concentrações de DBO₅, DQO, pH e sulfato total contidas no efluente bruto e tratado ao longo do período analisado.

Mês - ano	Parâmetros							
	DBO ₅		DQO		pH		Sulfato total	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
Nov - 2015	1157,1	324,0	1522,0	465,0	8,0	7,0	0,00	4,20
Dez - 2015	1157,1	494,0	1686,0	683,0	6,1	6,9	1,9	5,06
Jan - 2016	468,7	118,7	719,0	245,0	5,84	4,0	4,32	8,71
Fev - 2016	1680,0	553,8	2140,0	886,0	7,1	7,9	0,00	4,30
Mar - 2016	450,0	326,0	824,0	653,0	6,3	7,1	2,46	1,79
Abr - 2016	1425,0	450,0	2653,0	818,0	4,8	5,9	24,25	24,91

Nota: DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxigênio, DQO: Demanda Química de Oxigênio, pH: potencial hidrogeniônico. EB: efluente bruto, ET: efluente tratado.

* Todos os parâmetros estão em mg L⁻¹, exceto pH.

Fonte: CONÁGUA/CODEGO, 2016.

Em contrapartida, pH e sulfato total tiveram, em praticamente todo o período de estudo, um aumento significativo em seus valores no pós-tratamento. Os valores de pH no

pós-tratamento apresentaram valores superiores, exceto em novembro de 2015 e janeiro de 2016, aos do efluente bruto. Por meio desse aumento, conclui-se a adição de cal hidratada, produto utilizado para o controle de pH, na proporção usada não está sendo capaz de desenvolver seu papel, entretanto os valores se encontram dentro da resolução CONAMA 2011 que define o pH do efluente pode varia de 5 a 9.

Na tabela 2 estão apresentados os valores de detergentes, óleos e graxas, fósforo total e nitrogênio total presente no efluente bruto e efluente tratado.

Com base na remoção de óleos e graxas, a estação de tratamento foi capaz de reduzir suas concentrações em todos os meses, a concentração de óleos e graxas variou de 1,60 a 96,80 mg L⁻¹ no período em estudo. A maior concentração, registrada em dezembro de 2015, assim como os 70,40 mg L⁻¹ verificados em novembro de 2015, colocam em alerta o sistema de tratamento, já que esses valores são superiores a concentração máxima ideal para o bom funcionamento da ETE. Por outro lado, os demais meses apresentaram teores de óleos e graxas relativamente baixos, sendo que o menor valor, detectado em fevereiro de 2016, foi de 1,6 mg L⁻¹.

Tabela 2 - Concentrações de detergentes, óleos e graxas, fósforo total e nitrogênio, em mg L⁻¹, contidas no efluente bruto e tratado ao longo do período analisado.

Mês - ano	Parâmetros							
	Detergentes		Óleos e graxas		Fósforo total		Nitrogênio total	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
Nov - 2015	1,30	0,96	70,40	22,40	7,55	16,91	9,39	27,55
Dez - 2015	2,35	1,26	96,8	4,00	8,31	34,44	8,31	8,98
Jan - 2016	0,83	0,29	16,8	2,00	4,53	5,13	-	7,78
Fev - 2016	0,29	7,43	1,60	1,00	1,75	22,50	9,52	4,34
Mar - 2016	1,98	2,45	4,00	1,60	4,06	6,24	6,72	6,86
Abr - 2016	2,74	1,04	35,20	1,00	8,29	5,50	3,94	4,90

* Todos os parâmetros estão em mg L⁻¹.

Fonte: CONÁGUA/CODEGO, 2016.

Faustino e Silva (2020), levantando os impactos ambientais causados por uma estação de tratamentos que recebia efluentes de uma agroindústria, observaram que mesmo após o tratamento dos resíduos líquidos, o parâmetro óleos e graxas apresentava concentração de 306,8 mg L⁻¹, sendo que esse valor é superior ao estipulado para lançamento de efluentes abordado na resolução CONAMA nº 430/2011.

Verifica-se que a concentração de detergentes se manteve baixa em todos os meses, sendo que o maior teor e o médio foram, respectivamente, de 2,74 mg L⁻¹ e 1,58 mg L⁻¹. A redução de detergentes, exceto para os meses de fevereiro e março de 2016, teve um bom desempenho.

Fósforo e nitrogênio apresentaram, em quase todo o período observado, um acréscimo em seus valores no efluente analisado após o tratamento. Em relação ao parâmetro fósforo total, percebe-se a maior concentração para o mês de dezembro de 2015 e a menor em fevereiro de 2016. A concentração de nitrogênio variou de 3,94 a 9,52 mg L⁻¹, mas para o mês de janeiro não foi registrada a presença de nitrogênio no efluente analisado.

Gerhardt, Reisdorfer e Cardoso (2018), avaliando a eficiência da remoção de nitrogênio e fósforo de efluentes de uma indústria, mais especificadamente do ramo frigorífico, obtiveram um valor médio de 10,40 mg L⁻¹ para o elemento fósforo. Já o nitrogênio amoniacal, que somado às concentrações de nitrogênio orgânico resultam no teor de nitrogênio total, foi muito superior ao teor do parâmetro antes citado, uma vez que o valor determinado foi de 90,30 mg L⁻¹.

As concentrações de sólidos totais, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis, sólidos suspensos e sólidos sedimentáveis, verificadas no efluente bruto e efluente tratado, podem ser observadas na tabela 3.

Tabela 3 - Concentrações de sólidos, em mg L⁻¹, contidas no efluente bruto e tratado ao longo do período analisado.

Mês - ano	Parâmetros									
	ST		STF		STV		SS		SSed	
	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET	EB	ET
Nov - 2015	1159,0	963,0	715,0	643,0	444,0	320,0	257,1	135,7	10,0	0,0
Dez - 2015	797,0	1005,0	252,0	651,0	545,0	354,0	160,8	99,0	5,8	0,1
Jan - 2016	1834,0	641,0	1008,0	422,0	826,0	219,0	377,0	26,0	53,3	0,1
Fev - 2016	999,0	1133,0	554,0	804,0	445,0	324,0	251,1	232,0	13,8	4,3
Mar - 2016	567,0	907,0	213,0	130,0	354,0	777,0	168,0	220,0	10,0	0,4
Abr - 2016	1089,0	1067,0	668,0	626,0	421,0	441,0	263,0	170,0	18,7	0,6

Nota: ST: sólidos totais, STF: sólidos totais fixos, STV: sólidos totais voláteis, SS: sólidos suspensos, SSed: sólidos sedimentáveis, EB: efluente bruto, ET: efluente tratado.

* Todos os parâmetros estão em mg L⁻¹.

Fonte: CONÁGUA/CODEGO, 2016.

Ao analisar a tabela 3, os valores de sólidos apresentaram alta variação em sua concentração no decorrer do período de estudo, sendo essa variação compreendida entre 567,00 mgL⁻¹ a 1834,00 mgL⁻¹. Verifica-se que a maior concentração de sólidos totais, ocorrida no mês de janeiro, apresenta variação condizente com o volume de chuvas. Possivelmente esse aumento está correlacionado com o carregamento de partículas sólidas, por parte das chuvas, que acabam por se misturarem com os efluentes industriais.

O teor mínimo e máximo de sólidos totais fixos foram, nessa referida ordem, de 213,00 mg L⁻¹ e 1008 mg L⁻¹. As concentrações de sólidos totais voláteis oscilaram entre 354,00 mg L⁻¹ e 826,00 mg L⁻¹. Vale ressaltar que na maior parte dos meses observados, a concentração de sólidos totais fixos foi superior à concentração de sólidos totais voláteis, ou seja, o efluente apresenta maior quantidade de resíduos fixos em relação à presença de compostos orgânicos.

Os valores para sólidos suspensos totais variaram de 160,80 a 377,00 mg L⁻¹, com média de 246,17 mg L⁻¹ para o efluente bruto. Com relação aos valores de sólidos sedimentáveis, o menor valor, 5,80 mg L⁻¹, foi registrado em novembro de 2015. Por outro lado, o maior valor foi observado em janeiro de 2016. É oportuno observar ainda que a concentração de sólidos suspensos totais sempre foi superior à concentração de sólidos sedimentáveis. Costa (2019) estudando o desempenho da ETE instalada na Universidade Federal de Sergipe, constatou variações para sólidos suspensos totais e sólidos sedimentáveis de, respectivamente, 2,00 a 368,00 mg L⁻¹ e 0,20 a 9,00 mg L⁻¹.

Diante dos dados apresentados anteriormente, observa-se que a estação de tratamento não se mostra eficaz para remoção de diversos parâmetros. Desse modo, a tabela 4 lista o desempenho do sistema de tratamento, com base na redução das concentrações, para cada um dos parâmetros ao longo dos meses analisados.

De acordo com a resolução do Conama, nº 430, para o lançamento de efluentes, deve ser removido 60% de sua carga orgânica DBO₅. Diante disso, observa-se que a apenas nos meses de dezembro e março a estação de tratamento não esteve em acordo com a resolução, tendo como eficiência de 57,31% e 27,56% para os respectivos meses. A maior remoção de DBO₅ ocorreu no mês de janeiro, atingindo eficiência de 74,67%.

A demanda química de oxigênio apresentou máxima redução, cerca de 69%, no mês de janeiro. Por outro lado, em março, a estação apresentou eficiência de apenas 20,75%.

Percebe-se que apesar da oscilação no desempenho de remoção de DBO₅ e DQO, a estação foi capaz de, em todos os meses, reduzir suas concentrações.

Tabela 4 - Desempenho operacional da ETE – DAIA durante seis meses.

Parâmetros	Eficiência (%)					
	Nov-15	Dez-15	Jan-16	Fev-16	Mar-16	Abr-16
DBO ₅	72,00	57,31	74,67	67,03	27,56	68,42
DQO	69,45	59,49	65,92	58,60	20,75	69,17
Sulfato total	100,00*	166,32*	101,32*	100,00*	27,24	2,72*
Detergentes	26,15	46,38	65,06	2467,07 *	23,74*	62,04
Óleos e graxas	68,18	95,87	88,10	37,50	60,00	97,16
Fósforo total	123,97	314,44*	13,25*	1185,71	53,69*	33,66
Nitrogênio total	193,40*	8,06*	-	54,41	2,08*	24,37*
ST	16,91	26,10*	65,05	13,41*	59,96*	2,02
STF	10,07	158,33*	58,13	45,13*	38,97	6,29
STV	27,93	35,05	73,49	27,19	119,49*	4,75*
SS	47,22	38,43	93,10	7,61	30,95*	35,36
SSed	100,00	98,28	99,81	68,84	96,00	96,79

Nota: DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxigênio, DQO: Demanda Química de Oxigênio, pH: potencial hidrogeniônico, ST: sólidos totais, STF: sólidos totais fixos, STV: sólidos totais voláteis, SS: sólidos suspensos, SSed: sólidos sedimentáveis.

* Resultados considerados ineficientes.

Fonte: CONÁGUA/CODEGO, 2016.

Para o parâmetro sulfato total, a ETE apresentou seu pior desempenho quando comparado com demais parâmetros. Em exceção de março de 2016, o efluente tratado apresentou valores superiores ao efluente bruto. Esses acréscimos estão intimamente ligados a adição do coagulante sulfato de alumínio durante o processo de tratamento.

A ETE, com base na remoção de detergentes, apresentou máxima redução no mês de janeiro de 2016, sendo que mais 65% de tal parâmetro foi removido do efluente bruto. Para janeiro, dezembro e abril o tratamento apresentou-se eficiente, diferente dos meses de fevereiro e março, que apresentaram um acréscimo desse parâmetro ao fim do tratamento. Para óleos e graxas, exceto no mês de fevereiro, a estação apresentou redução maior ou igual a 60%, sendo que em abril esse parâmetro sofreu redução de 97,16%.

As concentrações de fósforo total demonstraram grandes variações, sendo que para o mês de fevereiro houve uma redução superior a 1000%, enquanto em dezembro houve um aumento na concentração do efluente tratado em quase 315%. Já o nitrogênio total, não sendo possível quantificar sua variação para janeiro de 2016, apresentou aumento em seus valores,

exceto no mês de fevereiro de 2016, no efluente tratado. Com esse aumento de fósforo e nitrogênio no resíduo líquido tratado, o córrego Abraão ficará sujeito à eutrofização.

A remoção de sólidos totais apresentou resultados insatisfatório em boa parte dos meses, sendo que apenas em janeiro a eficiência foi superior a 65%. Os sólidos totais fixos não apresentaram resultados satisfatórios para os meses de dezembro e fevereiro. Após o tratamento, os resíduos voláteis apresentaram, em março e abril, aumento em suas concentrações. Quanto os sólidos suspensos, para o março a estação fez um papel inverso e acabou por aumentar seus valores após o efluente ser tratado e para o mês de fevereiro os valores não aumentarão, porém a eficiência foi inferior a mínima indicada pela norma do Conama que é de 20 %. Para os sólidos sedimentáveis, o desempenho da ETE se mostrou totalmente eficiente, já que para quase todo o período analisado teve-se remoção superiores a 95%. Portanto, é possível considerar que os decantadores são necessários e eficientes.

Confiabilidade operacional do sistema de tratamento de efluentes

Após o tratamento de efluentes, a Estação de Tratamento do Distrito Agroindustrial de Anápolis despeja os resíduos líquidos no córrego Abraão. De acordo com a classificação dos corpos de água, determinada pela resolução CONAMA nº 357/2005, o corpo receptor em questão é enquadrado na classe 2.

Desse modo, a ETE –DAIA apresentará confiabilidade se não houver falha no desempenho, ou seja, se não houver descumprimento dos limites estabelecidos pelas legislações ambientais CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011.

Na tabela 5 são listadas as concentrações dos parâmetros óleos e graxas, pH, turbidez, fósforo total, sulfato total e sólidos sedimentáveis, das quais permite verificar se o efluente tratado atende os padrões especificados pelas legislações ambientais.

De acordo com a tabela 2 e tabela 5, verifica-se que o parâmetro óleos e graxas atende o valor determinado na resolução CONAMA nº 357/2005 e CONAMA nº 430/2011, sendo que suas concentrações, em exceção para o mês de novembro que apresentou uma concentração superior a 10% do máximo permitido, não foram maiores que 20,0 mg L⁻¹.

Chaves et al. (2017) estudando ETEs no estado de Sergipe, constatou que em todas as unidades observadas, a concentração de óleos e graxas manteve-se muito abaixo do limite estabelecido nas legislações.

Tabela 5 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos do efluente tratado da ETE-DAIA.

Parâmetros	Mês - ano					
	Nov-15	Dez-15	Jan-16	Fev-16	Mar-16	Abr-16
Óleos e graxas (mg L ⁻¹)	22,40 * ^x	4,00	2,00	1,00	1,60	1,00
pH	7,00	6,90	4,00* ^x	7,90	7,10	5,90 ^x
Turbidez	70,40	184*	13,20	202*	193*	152*
Fósforo total (mg L ⁻¹)	16,91*	34,44*	5,13*	22,50*	6,24*	5,50*
Sulfato total (mg L ⁻¹)	4,20	5,06	8,71	4,30	1,79	24,91
Sólidos sedimentáveis (mg L ⁻¹)	0,00	0,10	0,10	4,30*	0,40	0,60
Coliformes termotolerantes (NMP L ⁻¹)	1400	54000*	11000*	450,00	4900	18,00

Nota: NMP: Número Mais Provável.

* Resultados em desacordo com as resoluções do CONAMA nº 357/2005.

× Resultados em desacordo com as resoluções do CONAMA nº 430/2011.

Fonte: CONÁGUA/CODEGO, 2016.

Para o pH, observa-se que o valor máximo em ambas as legislações não foi superior em nenhum dos meses, mas o mesmo não pode ser considerado com os valores mínimos. O efluente tratado, para janeiro de 2016, esteve em desacordo tratado com ambas as resoluções. Para abril de 2016, o pH registrado foi inferior a 6,0, por isso, não poderia ser lançado no corpo receptor de classe 2, conforme a resolução nº 357/2005.

Com base na turbidez do efluente tratado, apenas novembro e janeiro apresentaram valores inferiores a 100 NTU, sendo esse o limite máximo estipulado na resolução 357/2005 e demonstrado na tabela 2. Em contrapartida, nos demais meses, o resíduo líquido chegou a apresentar valores superiores a 50% do limite preconizado.

No que diz respeito a concentração de fósforo total, em todo o período analisado, apresentou valores superiores a 0,1 mg L⁻¹, que é preconizado na resolução de 357/2005. O parâmetro sulfato total apresentou, em todos os meses, concentrações inferiores a 250 mg L⁻¹, sendo assim, está em acordo com a resolução 357/2005.

Referente aos sólidos sedimentáveis, apenas a resolução 430/2011 estipula padrões a serem seguidos. Observa-se que apenas em fevereiro a concentração excedeu o teor de 1,0 mg L⁻¹, por isso é o único mês que esteve fora dos padrões de lançamento.

Schlussaz (2014), ao analisar a ETE – Ronda em Ponta Grossa – PR verificou que os parâmetros fósforo total e sólidos sedimentáveis apresentaram resultados em acordo com os valores previstos na legislação. Sendo que a concentração de fósforo total no efluente tratado ficou em torno de $4,43 \text{ mg L}^{-1}$ e o teor de sólidos suspensos foi inferior à $1,0 \text{ mg L}^{-1}$.

Quanto aos coliformes termotolerantes, nos meses de dezembro e janeiro, o efluente lançado no corpo receptor não atende ao padrão preconizado pela resolução CONAMA 357/2005. É válido ressaltar que a estação tem como finalidade tratar resíduos líquidos de origem industrial, mas a presença de coliformes indica que a estação recebe efluentes sanitários.

Conclusões

Levando em consideração os aspectos qualitativos dos efluentes, verificou-se grandes oscilações dos parâmetros analisados. Essas variações tiveram relações diretas com a pluviosidade mensal, como é o caso das concentrações de sulfato total e sólidos de um modo geral. Os teores de sulfato total, quando se registrou pelo menos 5,00 mm de precipitação, mantiveram-se inferiores a $4,32 \text{ mg L}^{-1}$, mas apresentou um aumento para $24,25 \text{ mg L}^{-1}$ quando o volume de chuvas não excedeu os 0,1 mm. Todos os sólidos apresentaram aumentos satisfatórios no mês em que ocorreu o maior volume de chuvas, sendo que o parâmetro sólido total saltou de $797,00 \text{ mg L}^{-1}$ para $1834,00 \text{ mg L}^{-1}$.

Os sólidos sedimentáveis, não detectáveis em janeiro de 2016, chegaram a apresentar, em fevereiro de 2016, $4,30 \text{ mg L}^{-1}$. Os valores de pH variaram de 4,0 a 7,0. O teor de óleos e graxas apresentou-se sempre baixo, exceto para janeiro onde foram encontrados $22,40 \text{ mg L}^{-1}$ no efluente tratado. Portanto, ao se analisar dos padrões de lançamentos observados na resolução CONAMA nº 430/2011 do, os valores de sólidos sedimentáveis, pH, óleos e graxas não apresentaram, em pelo menos um mês, desconformidade.

As concentrações de sulfato total variaram de $1,79 \text{ mg L}^{-1}$ a $24,91 \text{ mg L}^{-1}$, por isso, com base nos padrões referentes à classe 2, que é a classificação do córrego Abraão, os teores foram inferiores, em todos os meses, ao que é previsto. Demais parâmetros não apresentaram conformidade com a resolução CONAMA nº 357/2005, sendo que o fósforo esteve, em todos os meses, fora dos padrões, já que suas concentrações oscilaram entre $5,13 \text{ mg L}^{-1}$ e $34,44 \text{ mg L}^{-1}$.

L⁻¹. A presença de coliformes termotolerantes são indícios que a estação recebe efluentes sanitário, apesar de não ser a função dessa unidade de tratamento de resíduos líquidos.

No que concerne à desempenho operacional do sistema, não se mostrou eficaz na redução da grande parte dos parâmetros analisados, no entanto, foi capaz de, em todos os meses observados, reduzir drasticamente os valores de DBO, DQO, sólidos totais sedimentáveis, óleos e graxas. A máxima de redução de DBO, DQO, sólidos totais sedimentáveis, óleos e graxas, foram, respectivamente, de 74,67%, 69,45%, 100% e 97,16%. Por outro lado, o pior desempenho operacional registrado para os mesmos parâmetros citados, e na mesma ordem, foram de 27,56%, 20,75%, 68,84 e 37,50%.

À vista do exposto, constata-se que a situação da ETE-DAIA necessita de melhorias em todo o sistema, afim de que o Distrito Agroindustrial possa continuar desenvolvendo suas atividades, que são essenciais à econômica goiana, sem desencadear problemas ambientais.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington (EUA), 1999. 1325 p.

ARAÚJO, C. S. do C.; CARVALHO, A. R.; ANGELINI, R. **Uso de bioindicadores de qualidade da água em rios receptores de efluentes de estações de tratamento de esgoto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26. 2011, Porto Alegre.

BELTRAME, T.F.; BELTRAME, A.F.; LHAMBY, A. R.; PIRES, V. K. Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: Uma discussão sobre o tema. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 351-362, 2016.

BRASIL. **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. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, [2005].

BRASIL. **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: Ministério do Meio Ambiente, [2011].

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**, Sergipe, v.209, n.66, p.51-58, 2017.

CHISSINI, C.R.C. **Adequação de parâmetros físicos e químicos de efluente industrial e relação com a toxicidade**. 2015. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências Ambientais), Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

CODEGO. **Companhia de Desenvolvimento Econômico de Goiás: Distritos industriais da CODEGO - Anápolis**. 2019.

COSTA, V. L. J. de. **Desempenho da ETE da UFS**. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Sergipe - UFS, São Cristóvão, 57 p, 2019.

CRIZEL, M. G.; LARA, A. C. Avaliação da eficiência de uma estação de tratamento de efluentes instalada em uma universidade federal: questão de gestão ambiental. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Chapecó, v.8, n.3, p.54-70, 2020.

FAUSTINO, A. M. C.; SILVA, R.F. Impactos ambientais e eficiência do sistema de tratamento de efluentes líquidos do abatedouro regional de Paudalho – PE. **Revista Sustentare**, Paudalho, v.4, n.1, p.24-36, 2020.

FRANCO, E. S. **Avaliação da influência dos coagulantes sulfato de alumínio e cloreto férrico na remoção de turbidez e cor da água bruta e sua relação com sólidos na geração de lodo em estações de tratamento de água**. 2009. 207 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

GERHARDT, R.; REISDORFER, G.; CARDOSO, M. G. Remoção de nitrogênio e fósforo de efluente industrial através da precipitação de estruvita. **Revista Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, p. 35-40, 2018.

GIORDANO, G. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. 1.ed. Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia sanitária e Meio Ambiente, 2004. 81p.

HIDROWEB. **Séries históricas para Anápolis – GO**. 2018.

MEES, J.B.R.; GOMES, S.G.; VILAS BOAS, M.A.; AJADIR, F.; SAMPAIO, S.C. Removal of organic matter and nutrients from slaughterhouse wastewater by using *Eichhornia crassipes* and evaluation of the generated biomass composting. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.466-473, 2009.

ORSSATTO, F.; HERMES, E.; BOAS, M. A. V. Eficiência de remoção de óleos e graxas de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, Cascavel – Paraná. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 4, p. 249-256, 2010.

RAMALHO, F.L.; SCALIZE, P. S., CARAMORI, S. S. Peroxidase de gramínea de Cerrado como alternativa no tratamento de efluentes agroindustriais. **Revista Ambiente e água**, Taubaté, v.11, n.1, p.50-50, 2016.

RIBEIRO, E. A.; SANDRI, D.; BOÊNO, J. A. Qualidade da água de córrego em função do lançamento de efluente de abate de bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.4, p.425-433, 2013.

SANTOS, H. L. dos; OLIVEIRA, B. S. de; OLIVEIRA, W. N. de; MACEDO, M. A.; NUNES FILHO, O.J.; OLIVEIRA, A. L. G.; SIRQUEIRA, R.V.; FUJIMOTO, J. T. Caracterização da qualidade da água de um trecho do rio Extrema, no município de Anápolis - Goiás. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21, 2015, Brasília. **Anais eletrônicos**[...]. Brasília: ABRH, 2015.

SCARATTI, D.; BOLZON, A. L.; UNGERICHT, J. C.; SCARATTI, G. Influência das condições hidroclimáticas no tratamento de esgoto sanitário por lagoas de estabilização de esgoto, **Revista Evidência**, Joaçaba, v. 14 n. 2, p. 139-154, 2014.

SCHLUSAZ, M. **Avaliação da eficiência da estação de tratamento de efluentes (ETE – ronda, Ponta Grossa – PR) através da análise de parâmetros físico-químicos**. 2014. 230 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014.