

ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS DO EFLUENTE SANITÁRIO: Qualidade do resíduo após tratamento em unidade de eletrólise para uso em condomínios

Diego Eloi Da Silva¹

Leopoldo Uberto Ribeiro Junior²

RESUMO

A presente pesquisa fornece uma alternativa interessante aos condomínios, hotéis e *resorts* nas margens do lago de Furnas-MG, no quesito tratamento de esgoto convencional, trazendo como sugestão a utilização da unidade de tratamento de esgoto por eletrólise. A pesquisa analisou a qualidade pós tratamento dos parâmetros físico-químicos (D.B.O, D.Q.O, S.S, Óleos e graxas totais e P.H) em relação às exigências impostas pela resolução N° 430, de 13 de maio de 2011. Para concretização dos objetivos desejados, o histórico dos resultados laboratoriais dos últimos sete anos de entrada e saída do efluente sanitário de uma unidade de tratamento por eletrólise foram divididos, reorganizados, compilados, analisados e confrontados com a presente resolução n° 430. Os resultados foram satisfatórios em relação à qualidade do efluente sanitário, onde foi possível constatar que a unidade de tratamento por eletrólise enquadra todos os parâmetros físicos-químicos impostos pela resolução n° 430, possibilitando assim o descarte do efluente sanitário pós tratamento em rios ou lagos.

Palavra chave: eletrólise; efluente sanitário; resolução n° 430; tratamento de efluentes.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento do turismo em Capitólio, na região do lago de Furnas, localizado no sudeste de Minas Gerais (MACHADO et al, 2020), aumentou a demanda de construções de condomínios, hotéis e resorts para acomodar e acolher os turistas. Isto causa impactos em toda região, sendo que um dos impactos negativos mais recorrentes se refere à destinação do esgoto gerado que está causando o aparecimento de algas venenosas no lago (ALMG, 2011).

¹Diego Eloi da Silva. Técnico eletrotécnica, ajustador mecânico. Tem atuação na área de geração de energia elétrica através de turbinas aeroderivadas bicomustíveis e manutenção/operação elétrica *offshore*.

²Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior. Engenheiro hídrico, com mestrado na área de energia e doutorado em recursos hídricos. Tem atuação na área de meio ambiente e segurança do trabalho.

Uma das possíveis soluções seria o tratamento de esgoto com lagoa facultativa anaeróbia, porém esta solução demanda grandes espaços físicos para implementação e a emissão de maus odores que incomodam as comunidades vizinhas e pessoas nas proximidades. (TRUPPEL, 2015).

Diante desse problema uma alternativa interessante ao sistema de tratamento convencional seria uma unidade de Omnipure, série 18mx a ser instalar nos empreendimentos hoteleiros, *resorts* localizados no lago de Furnas, esta unidade de tratamento sanitário por oxidação através de eletrólise é largamente utilizada em unidades marítimas de produção de petróleo (*offshore*), navios cruzeiros e marinha mercante. Para sugerir a instalação deste equipamento no meio *onshore*, verificaram-se os parâmetros físicos-químicos (D.B.O, D.Q.O, S.S, Óleos e graxas totais e P.H.) do efluente após tratamento oriundos da unidade tratamento sanitário por oxidação através de eletrólise de acordo com os parâmetros exigidos da resolução N° 430, de 13 de maio de 2011 (CONAMA, 2011), pelo fato desse equipamento ser utilizado apenas em unidades marítimas com normas específicas de descarte de efluente sanitário.

O efluente sanitário analisado em laboratório é descartado de uma unidade Omnipure, série 18mx, este equipamento tem a capacidade de processar até 60 m³/d, que demanda um espaço físico ínfimo em comparação com o tratamento convencional, sem odores, sem geração de lama, faz o tratamento de águas negras e águas cinzas juntas e ainda não gera nenhum impacto visual, pois pode ser abrigado em uma pequeno cômodo. (DE NORA, 2021).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Tratamento de esgoto por eletrólise

Quando há duas placas metálicas paralelas separadas fisicamente entre si e imersas em uma solução aquosa de salmoura, aplicada uma diferença de potencial em tensão contínua(Vcc) nas placas metálicas paralelas, a diferença de potencial(Vcc) impõe a passagem de corrente elétrica através do meio aquoso de salmoura. Com a circulação de elétrons pela salmoura ocorre a eletrólise (ROCHA et al, 2016).

Este fenômeno eletroquímico de oxidorredução gera principalmente dois novos compostos, o hipoclorito de sódio(NaClO) e o hidrogênio(H_2) (ROCHA et al, 2016).

No sistema de tratamento de esgoto por eletrólise, o efluente sanitário é misturado com água salgada em uma proporção definida. Essa mescla de dejetos e água salgada é forçada a passar por várias placas consecuentes e separadas entre si, com diferencial de tensão contínua aplicada, realizando assim a reação eletroquímica da eletrólise, tratando consecutivamente o efluente sanitário (OMNIMPURE, 2011).

O sistema de tratamento de efluente sanitário através da eletrólise teve início em 1889 na Inglaterra por Webster, onde foi adicionado água do mar ao esgoto, aplicando uma tensão de 10 volts em tensão contínua, utilizando placas de ferro (SINOTE, 2004).

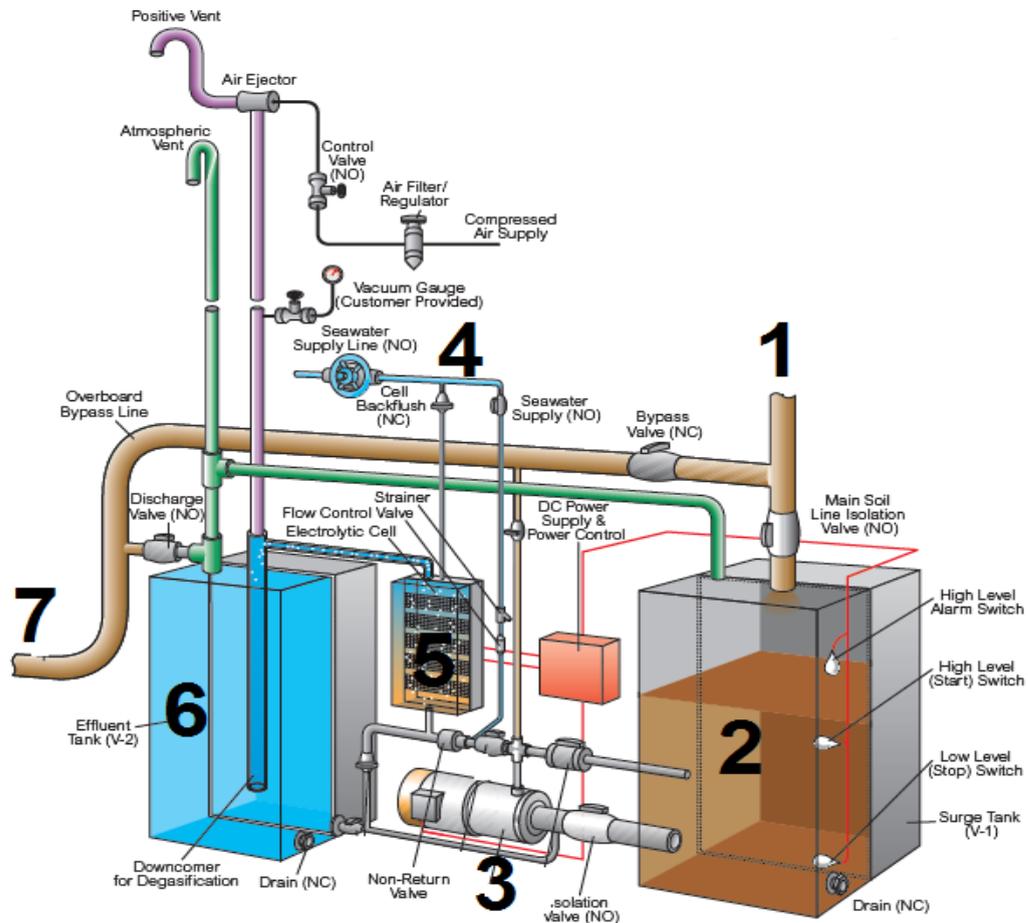
No Brasil, Saturnino de Brito propôs tratamento de efluentes sanitários através da eletrólise em 1943 (WILENDL, 1985). Na cidade paulista de Iracemápolis-SP em 1985, o tratamento eletrolítico de esgoto foi utilizado na cidade, mas abandonado mais tarde devido a problemas operacionais (SINOTE, 2004).

2.2 Funcionamento da unidade Omnipure 18mx no tratamento de esgoto

A unidade de tratamento de esgoto por eletrólise Omnipure 18mx funciona através do princípio da eletrólise em seu processamento de efluentes sanitários (OMNIPURE, 2011).

A figura 1, juntamente com os descritivos explicativos, irá demonstrar basicamente como é o feito o tratamento de esgoto, segundo manual do fabricante Omnipure 18mx (OMNIPURE, 2011):

Figura 1: Unidade de tratamento Omnipure, série 18mx.



Fonte: Catálogo Comercial Omnipure, série 18mx, 2015.

1-Entrada do esgoto bruto vindo dos clientes: O efluente sanitário bruto entra para o interior do tanque (V-1).

2-Tanque de armazenamento de esgoto bruto(V-1): Este tanque tem a função de armazenar o efluente sanitário até atingir o nível para iniciar o processamento.

3-Bomba maceradora: Após o tanque de esgoto bruto(V-1) atingir o nível necessário, a bomba maceradora deverá macerar os dejetos sanitários deixando em uma forma física líquida e uniforme.

4-Entrada de Água salgada: saindo da bomba maceradora, os dejetos sanitários na consistência líquida vão se misturar na proporção ideal com água salgada.

5-Bookcell: A mistura dejetos sanitários líquidos + água salgada, serão “impostos” a passar no bookcell (Livro de células) que na verdade são 36 placas anódicas e catódicas de titânio, energizadas com a tensão de 100 a 200 Vcc, dispostas de maneira física de receber a passagem da mistura entre as placas dos dejetos sanitários líquidos + água salgada, realizando assim a reação eletroquímica de eletrólise.

6- Tanque de efluentes tratados(V-2): Os efluentes após o tratamento seguem para o tanque (V-2), que tem a função de fornecer uma retenção do efluente tratado de 30 minutos.

7- Descarte do efluente tratado: Depois do tempo de residência de 30 min, o efluente sanitário tratado é descartado para o meio marinho.

2.3 Parâmetros físico-químicos da Resolução N° 430, 13 de maio de 2011 (CONAMA, 2011)

No Brasil as diretrizes para descarte de efluente sanitário estão contidas na resolução 430/2011, que dispõe sobre “condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores” (CONAMA, 2011, p.01).

Para o lançamento do esgoto tratado, deverão ser seguidos os parâmetros conforme tabela 1:

Tabela 1: Parâmetros máximos estabelecidos adaptado da Resolução 430/2011:

PARÂMETROS:	VALORES MÁXIMOS:
D.B.O 5 dias a 20° C	máximo 120 mg/l
D.Q.O	sem parâmetros
Sólidos sedimentáveis (SS)	máximo 1ml/l
Óleos e graxas totais	máximo 100 mg/l
P.H.	5 a 9

Fonte: Resolução 430 CONAMA, 2011.

Os principais parâmetros físico-químicos dos efluentes sanitários são D.B.O, D.Q.O, sólidos sedimentáveis S.S, óleos e graxas totais e P.H. (SPERLING, 2003; SPERLING, 1996; MICHALAKE; et al, 2016).

O parâmetro D.B.O caracteriza-se por mensurar a quantidade de oxigênio necessária para garantir a estabilidade bioquímica de material orgânico contido na amostra, ou seja, quanto maior for o valor, maior a será a necessidade de oxigênio para estabilizar os compostos orgânicos (MICHALAKE, 2016).

O parâmetro D.Q.O, por sua vez, é a quantidade de oxigênio demandada por materiais e substâncias orgânicas e minerais, para a realização de uma reação química de oxidação em condições estabelecidas. Este parâmetro torna-se importante, pois torna possível avaliar o latente poluidor, neste caso é o consumo de oxigênio oriundos de esgotos domésticos e

industriais, então nestas condições pode-se estimar o efeito dos agentes poluidores nos ecossistemas aquáticos (ZUCCARI, 2005).

O parâmetro D.Q.O não possui um valor de referência para descarte do efluente sanitário após tratamento, segundo a resolução nº430 (CONAMA, 2011). Porém, algumas legislações ambientais estaduais como a da SABESP de 2009, exige um valor máximo de 180 mg/l, já no estado do Paraná é aceito um valor de até 50 mg/l (MICHALAKE; et al, 2016)

Já os sólidos sedimentáveis S.S são todas partículas de matérias encontradas nos efluentes sanitários após tratamento, partículas depositadas ou em suspensão, o principal objetivo de quantificar os sólidos suspensos é conhecer a matéria orgânica total presente no efluente após tratamento (MICHALAKE, 2016).

Por fim, os óleos e graxas totais são substâncias orgânicas minerais, vegetais ou de origem animal, geralmente sendo os ésteres, hidrocarbonetos ou gorduras. Este tipo de substância dificilmente será encontrada em águas de origem natural, existindo predominantemente em esgotos industriais, domésticos, oficinas mecânicas diversas e postos de combustíveis (ORSSATTO, 2010). O potencial hidrogeniônico P.H define se a solução ou mistura encontra-se ácida ou alcalina. A escala do pH é de 0 a 14, sendo as soluções abaixo de 7 ácidas e acima de 7 alcalinas (MICHALAKE, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo de caso. Segundo Mascarenhas (2012, p.50), o estudo de caso é “uma pesquisa bem detalhada, sobre um ou poucos objetos. A ideia é refletir sobre um conjunto de dados para descrever com profundidade o objeto de estudo – seja ele uma pessoa, uma família, uma empresa ou uma comunidade”.

Para concretização dos objetivos desejados, primeiramente foi concebido por meio de tabela eletrônica o histórico dos resultados laboratoriais dos últimos 7 anos de entrada e saída do efluente sanitário, estes dados foram gentilmente disponibilizados unicamente para realização deste trabalho, pela coordenação de produção do FPU P-53, por meio de tabela eletrônica extraída do aplicativo corporativo restrito *eplab*. Este histórico de resultados é oriundo da unidade de tratamento de esgoto do fabricante Omnipure, série 18mx, operando em condições normais na unidade marítima FPU P-53, situado na Baía de Campos no norte do estado do Rio de Janeiro-RJ.

Na segunda etapa, o trabalho verificou a qualidade do efluente com propósito explicativo dos resultados. A pesquisa qualitativa explicativa procura identificar os relacionamentos encontrados no fenômeno ou dados em estudo (MARSHALL e ROSSMAN (1999). Para melhor entendimento e compreensão, o histórico dos resultados das análises de 2013 a 2019, foram compilados e organizados definitivamente por meio de tabela eletrônica, onde os resultados foram divididos em sete análises anuais, e depois subdivididos em 3 quadrimestres sendo eles, 1º quadrimestre, 2º quadrimestre e 3º quadrimestre. Após esta reorganização, foi possível confrontar o histórico com os parâmetros físico-químicos D.B.O, D.Q.O, S.S, Óleos e graxas totais e P.H. da resolução nº 430 (CONAMA, 2011).

Os parâmetros físico-químicos citados são os principais verificados de um efluente após tratamento (SPERLING, 2003; SPERLING, 1996; MICHALAKE; et al, 2016); Ainda segundo Michalake 2016, p. 1564 “a realização das análises físicas e químicas, durante as etapas do tratamento do esgoto, possibilita o acompanhamento da eficiência e qualidade do efluente sanitário”.

Os resultados laboratoriais foram comparados criteriosamente um a um, com os devidos parâmetros de qualidade e controle da resolução 430 (CONAMA, 2011). Para Michalake 2016, p. 1564 “o controle serve para caracterizar e monitorar o efluente tratado”. Ainda segundo Filho 2019, p. 06 “das condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários (Resolução CONAMA nº 430/2011)”.

Por fim, com todo o histórico analisado, de acordo com a resolução 430 (CONAMA, 2011), foi possível conhecer a eficiência do equipamento através da qualidade do efluente sanitário após tratamento na unidade Ompipure, Série 18mx. A utilização deste tipo de tratamento de esgoto na região do lago de Furnas, vai depende diretamente da eficiência do equipamento em tratar o efluente sanitário, pois “Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução” (CONAMA, 2011, p.01)

4 RESULTADOS

O histórico resumido dos resultados laboratoriais referentes à qualidade do efluente sanitário após tratamento na unidade Ompipure, série 18mx, encontra-se na tabela 1.

Tabela 1: Adaptação do histórico dos resultados laboratoriais dos parâmetros físico-químicos:

Ano	Período	Parâmetros físico-químicos de 2013 a 2019 após tratamento				
		D.B.O	D.Q.O	Sólidos sedimentáveis	Oleos e Graxas	P.H.
2013	1º Quadrimestre	.....	.....	.....	.....	.....
	2º Quadrimestre	.....	.....	.....	.....	.....
	3º Quadrimestre	90mg O ₂ /l	53mg O ₂ /l	0,042ml/l	<10mg/l	8,31
2014	1º Quadrimestre	76mg O ₂ /l	91mg O ₂ /l	0,068ml/l	<10mg/l	6,5
	2º Quadrimestre	2mg O ₂ /l	85mg O ₂ /l	0,009ml/l	<10mg/l	8,8
	3º Quadrimestre	5mg O ₂ /l	93mg O ₂ /l	0,066ml/l	<10mg/l	7,86
2015	1º Quadrimestre	2mg O ₂ /l	136mg O ₂ /l	0,016ml/l	<10mg/l	8,12
	2º Quadrimestre	72mg O ₂ /l	97mg O ₂ /l	0,162ml/l	46mg/l	8,46
	3º Quadrimestre	98mg O ₂ /l	234mg O ₂ /l	0,537ml/l	13mg/l	8,9
2016	1º Quadrimestre	8mg O ₂ /l	50mg O ₂ /l	0,027ml/l	<10mg/l	6,7
	2º Quadrimestre	46mg O ₂ /l	215mg O ₂ /l	0,048ml/l	15mg/l	7,23
	3º Quadrimestre	25mg O ₂ /l	226mg O ₂ /l	0,153ml/l	46mg/l	8,39
2017	1º Quadrimestre	27mg O ₂ /l	512mg O ₂ /l	0,218ml/l	38mg/l	8,9
	2º Quadrimestre	25mg O ₂ /l	101mg O ₂ /l	0,250ml/l	36mg/l	7,67
	3º Quadrimestre	9mg O ₂ /l	26mg O ₂ /l	0,127ml/l	11mg/l	6,67
2018	1º Quadrimestre	65mg O ₂ /l	127mg O ₂ /l	0,223ml/l	<10mg/l	7,35
	2º Quadrimestre	11,7mg O ₂ /l	1144,4mg O ₂ /l	0,062ml/l	41mg/l	7,45
	3º Quadrimestre	31,6mg O ₂ /l	151mg O ₂ /l	0,047ml/l	<10mg/l	7,45
2019	1º Quadrimestre	51,9mg O ₂ /l	1,64mg O ₂ /l	0,027ml/l	10mg/l	8
	2º Quadrimestre	<5,00mg O ₂ /l	1,36mg O ₂ /l	0,010ml/l	4mg/l	7,5
	3º Quadrimestre	1,525mg O ₂ /l	1,39mg O ₂ /l	0,157ml/l	8mg/l	8

Fonte: EPLAB FPU P-53, 2021.

O parâmetro D.B.O está dentro dos padrões, segundo a resolução n° 430 (CONAMA, 2011) o valor de referência máximo aceito perante a norma é de 120 mg/l, no período analisado de 2013 a 2019, o valor máximo encontrado no resultado foi de 98 mg/l, destacando ainda valor mínimo no período foi de 1,525 mg/l no 3º quadrimestre de 2019. Analisando o parâmetro sólidos sedimentáveis máximo no período foi de 0,537 ml/l, a resolução n° 430 (CONAMA, 2011) exige o valor de 1ml/l para descarte do efluente sanitário após tratamento, este parâmetro está atendendo satisfatoriamente a resolução; destaca-se também nos resultados de S.S. o valor mínimo de 0,009ml/l no 2º quadrimestre de 2014; Com o ótimo resultado deste parâmetro, comprova a boa eficiência da bomba maceradora. O item óleos e graxas o valor máximo nos resultados foi de 46 mg/l a resolução exige um valor de até 100 mg/l, ou seja, este parâmetro também enquadra-se. O potencial Hidrogeniônico (P.H) o valor máximo no neste histórico foi de 8,9 e o valor mínimo de 6,5 a resolução n° 430 exige que o

P.H. não enquadre abaixo que 5 (solução ácida) e não ultrapasse 9 (solução alcalina), sendo assim este parâmetro encontra-se na normalidade segundo as exigências da referida resolução.

No 3º quadrimestre de 2015 foram observados os maiores resultados de D.B.O, sólidos sedimentáveis e P.H(alcalino), estes parâmetros citados não estavam desenquadrados mas chamou a atenção, devido ser os maiores de toda a série histórica, possivelmente o equipamento estava necessitando de limpeza nas células eletrolíticas (*bookcell*) para melhorar a eficiência no tratamento do efluente sanitário (OMNIMPURE, 2011).

O parâmetro D.Q.O, até o presente trabalho, não possui um valor de referência para descarte do efluente sanitário após tratamento, segundo a resolução nº430 (CONAMA, 2011). Porém, algumas legislações ambientais estaduais como a da SABESP de 2009 exigem um valor máximo de 180 mg/l, enquanto que no estado do Paraná é aceito um valor máximo de até 50 mg/l (MICHALAKE; et al, 2016). Na série histórica de sete anos, a média aritmética de D.Q.O foi de 174,52 mg/l com valor máximo de 1144,44 mg/l e mínimo de 1,36 mg/l.

O histórico compilado dos resultados laboratoriais dos parâmetros D.B.O e D.Q.O a montante e jusante encontra-se no tabela 2:

Tabela 2: Adaptação do histórico dos resultados laboratoriais dos parâmetros D.B.O e D.Q.O a montante e jusante:

Ano	Periodo	Parametro D.B.O		Parametro D.Q.O	
		D.B.O Montante	D.B.O Jusante	D.Q.O Montante	D.Q.O Jusante
2013	1° Quadrimestre	.....	.....	.....	.....
	2° Quadrimestre	.....	.....	.....	.....
	3° Quadrimestre	503mg O2/l	90mg O2/l	93mg O2/l	53mg O2/l
2014	1° Quadrimestre	509mg O2/l	76mg O2/l	608mg O2/l	91mg O2/l
	2° Quadrimestre	119mg O2/l	2mg O2/l	139mg O2/l	85mg O2/l
	3° Quadrimestre	153mg O2/l	5mg O2/l	416mg O2/l	93mg O2/l
2015	1° Quadrimestre	69mg O2/l	2mg O2/l	226mg O2/l	136mg O2/l
	2° Quadrimestre	270mg O2/l	72mg O2/l	309mg O2/l	97mg O2/l
	3° Quadrimestre	809mg O2/l	98mg O2/l	1120mg O2/l	234mg O2/l
2016	1° Quadrimestre	170mg O2/l	8mg O2/l	249mg O2/l	50mg O2/l
	2° Quadrimestre	786mg O2/l	46mg O2/l	855mg O2/l	215mg O2/l
	3° Quadrimestre	121mg O2/l	25mg O2/l	358mg O2/l	226mg O2/l
2017	1° Quadrimestre	76mg O2/l	27mg O2/l	576mg O2/l	512mg O2/l
	2° Quadrimestre	265mg O2/l	25mg O2/l	376mg O2/l	101mg O2/l
	3° Quadrimestre	126mg O2/l	9mg O2/l	139mg O2/l	26mg O2/l
2018	1° Quadrimestre	293mg O2/l	65mg O2/l	458mg O2/l	127mg O2/l
	2° Quadrimestre	324,3mg O2/l	11,7mg O2/l	1176,7mg O2/l	114,4mg O2/l
	3° Quadrimestre	227,9mg O2/l	31,6mg O2/l	707,4mg O2/l	151mg O2/l
2019	1° Quadrimestre	371mg O2/l	51,9mg O2/l	2,92mg O2/l	1,64mg O2/l
	2° Quadrimestre	80mg O2/l	<5,00mg O2/l	2,9mg O2/l	1,36mg O2/l
	3° Quadrimestre	661mg O2/l	1,525mg O2/l	1,62mg O2/l	1,39mg O2/l

Fonte: EPLAB FPU P-53, 2021.

Verificando a efetividade através da qualidade no tratamento do efluente sanitário da unidade Omnipure, série 18mx, através dos valores médios no período de 2013 a 2019 da entrada(montante) e saída(jusante) dos parâmetros D.B.O e D.Q.O, o valor médio do D.B.O a montante é de 312,27 mg/l, o valor médio após o tratamento de 34,30 mg/l. Isso representa uma redução de 89,02% em relação à entrada de esgoto bruto, ainda, o valor médio a jusante do tratamento, ficou bem abaixo dos 120 mg/l exigidos pela resolução nº430 (CONAMA, 2011) e bem acima que 60% de remoção de D.B.O. O parâmetro D.Q.O o valor médio de entrada foi de 411,24 mg/l e o valor médio a jusante foi de 174,07 mg/l, o tratamento garantiu uma redução de D.Q.O de 57,67% em relação a entrada da unidade de tratamento de esgoto.

Do ponto de vista econômico, o custo operacional mensal da unidade é muito elevado, devido ao fato de o principal insumo para tratamento de esgoto por eletrólise ser a energia elétrica; a unidade consome 30 KW/h (OMNIPURE, 2011), o custo do KW/h, classe B3(demais classes) da concessionária de energia elétrica de Minas Gerais, é de R\$ 0,887

(CEMIG, 2021); Operando 12 horas por dia durante 30 dias, o custo mensal com energia elétrica será aproximadamente de R\$ 9.579,60. Já as estações de tratamento de esgoto convencionais apresenta um custo operacional médio de R\$ 0,96/m³, segundo pesquisa realizada com 44 estações de tratamento convencionais na região sudeste do Brasil (SANTOS, 2018); Utilizando o mesmo volume do efluente tratado do exemplo acima, o custo mensal de uma estação de tratamento de esgoto convencional será aproximadamente de R\$ 864,00, ou seja o custo para manter a operação da unidade de tratamento de esgoto por eletrólise é em torno de 11,08 vezes maior que uma estação de tratamento convencional.

O Omnipure, série 18 mx é montado sobre um *skid*, o que facilita a logística, montagem e manutenção em qualquer espaço físico (OMNIPURE, 2011). O custo para aquisição, instalação e montagem de uma unidade de tratamento por eletrólise com a capacidade de processamento de 2500 L/H (60 m³/d) é orçado em torno de R\$ 530.000,00 (FILHO; et al, 2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo fornecer uma alternativa interessante aos condomínios existentes ou em construção nas margens do lago de Furnas-MG, em que diz respeito ao tratamento de esgoto convencional, trazendo como sugestão a utilização da unidade de tratamento por eletrólise. A pesquisa analisou a qualidade dos parâmetros físico-químicos D.B.O, D.Q.O, S.S, Óleos e graxas totais e P.H após processamento na unidade Omnipure 18mx, por este equipamento estar em operação em unidades marítimas atendendo normas específicas para descarte de efluente sanitário em mar aberto.

Os parâmetros físico-químicos D.B.O, D.Q.O, S.S, Óleos e graxas totais e P.H provenientes da unidades de tratamento por eletrólise analisados de acordo com a resolução n°430 (CONAMA, 2011) trouxe resultados importantes, consistentes, esclarecedores e muito satisfatórios sobre a qualidade do efluente sanitário. Foi possível constatar que a unidade de tratamento de esgoto Omnipure, série 18mx consegue, enquadrar todos os parâmetros D.B.O, D.Q.O, S.S, Óleos e graxas totais e P.H para descarte em rios ou lagos, comprovando assim a eficiência da unidade no tratamento de esgoto no quesito qualidade do efluente sanitário tratado.

Uma lacuna importante na resolução nº430, (CONAMA, 2011) é o fato da presente resolução não firmar o devido valor de referência para o parâmetro D.Q.O, sendo este um dos parâmetros mais importantes para descarte de efluente sanitário após tratamento (SPERLING, 2003; SPERLING, 1996; MICHALAKE; et al, 2016); Com esta falta de parâmetro de referência, vindo de uma resolução federal, abre “brechas” para os estados brasileiros estipularem o valor de referência de acordo com suas legislações ambientais estaduais ou em alguns casos, o estado nem possui um valor de referência de D.Q.O para descarte de efluente pós tratamento. Para uma isonomia ambiental e jurídica, seria necessário a resolução nº 430 passar por atualização com estudos sérios, eficazes e capaz de chegar em um o valor ótimo de referência para o parâmetro D.Q.O.

Foi constatado no decorrer da pesquisa que o custo operacional da unidade de tratamento por eletrólise é elevado, devido ao alto consumo de energia elétrica; Para dar continuidade a presente pesquisa, deve-se realizar um trabalho voltado para uma fonte de alimentação alternativa de energia elétrica, visando diminuir os custos operacionais ou se possível, alguns hotéis ou *resorts* vizinhos trabalhassem de maneira conjunta e cooperada dividindo os custos operacionais entre os cooperados ou sócios. Uma outra sugestão seriam as parcerias público/privada entre os municípios limítrofes do lago de Furnas e os proprietários dos hotéis e *resort*, sempre visando a redução dos custos operacionais.

ABSTRACT

This research provides an interesting alternative to condominiums, hotels and resorts on the shores of Lake Furnas-MG, in terms of conventional sewage treatment, suggesting the use of a sewage treatment unit by electrolysis. The research analyzed the post-treatment quality of physical-chemical parameters (D.B.O, D.Q.O, SS, Total oils and greases and PH) in relation to the requirements imposed by resolution N° 430, of May 13, 2011. To achieve the desired objectives, the history of laboratory results of the last seven years of sanitary effluent entering and leaving an electrolysis treatment unit were divided, reorganized, compiled, analyzed and compared with the present resolution n° 430. The results were satisfactory in relation to the quality of the effluent sanitary, where it was possible to verify that the electrolysis treatment unit fits all the physical-chemical parameters imposed by the resolution n° 430, thus enabling the disposal of the sanitary effluent after treatment in rivers or lakes.

Keyword: electrolysis; sanitary effluent; resolution N° 430; wastewater treatment.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEMIG. **Companhia Energética de Minas Gerais. Valores de tarifas e serviços.** <https://www.cemig.com.br>. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/>. Acesso: 29/03/21.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 430, 13 de maio de 2011.** www2.mma.gov.br, 2011. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 22/02/2021.

DE NORA. **Omnipure séries mc/mx**, www.denora.com, 2021. Disponível em: <https://denora.com/products/brands/OMNIPURE/OMNIPURE-Series-MC-MX.html>. Acesso em: 18/02/2021.

FILHO, F. J.C.; PEREIRA, L. R.; PAULA, L. G. SALGADO, M. C. **Estudo de viabilidade técnico e econômico de uma ETE piloto que utiliza sistema eletrolítico como alternativa para tratamento de águas residuárias.** <https://tratamentodeagua.com.br>, 2019. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/viabilidade-ete-piloto-sistema-eletrolitico/>. Acesso: 29/03/2021.

MACHADO, A. F.; SOUZA, B. B.; KELMER, M. A. **O turismo de natureza em Capitólio-MG: práticas e impactos.** <http://periodicos.unespar.edu.br>, 2020. Disponível em: <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/raei/article/view/3245/2315>. Acesso em: 22/02/21.

MARSHALL, C.; ROSSMAN, G. B. **Designing qualitative research.** 3rd. ed. Newbury Park, CA: Sage, 1999.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia Científica.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

METCALF, X. X.; EDDY, Y. Y. **Wastewater engineering treatment and reuse.** 4th ed. Mc GrawHill, 2003.

MICHALAKE A. E.; SILVA C. R.; SILVA F. F. **Análise dos parâmetros físico-químicos do esgoto tratado de Curitiba.** <https://periodicos.ufsm.br>, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/22180>. Acesso em: 24/02/2021.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa. **Capitólio pede investimento para estruturar turismo na região.** www.jusbrasil.com.br, 2011. Disponível em: <https://al-mg.jusbrasil.com.br/noticias/2762105/capitolio-pede-investimentos-para-estruturar-turismo-na-regiao>. Acesso em: 22/02/2021

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.** <https://ferramentas.unipinheiral.edu.br>, 2010. Disponível

em:<<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=1357&article=572&mode=pdf>>. Acesso em: 15/03/2021.

ROCHA. A. C. C.; ALVES. C. J.; VITORIANO. J. O.; PERREIRA. L. P. S.; BARAÚNA. J. B. F. O.; **Eletrólise aquosa de salmoura: Descarga elétrica X método convencional.** <http://www.metallum.com.br>, 2016. Disponível em:<<http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/519-022.pdf>>. Acesso em: 16/03/2021

SANTOS. F. N. B. **Análise comparativa dos custos operacionais de 44 estações de tratamento de esgoto na região sudeste do Brasil.** <https://repositorio.ufmg.br/>, 2018. Disponível em:<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/31029/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Filipe_Bicalho_RFinal_20190903.pdf>. Acesso em: 30/03/2021.

SINOTI. A. L. L. **Processo eletrolítico no tratamento de esgoto sanitário: Estudo da sua aplicabilidade e mecanismo associados.** <https://www.livrosgratis.com.br>, 2004. Disponível em:<<https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-136914/processo-eletrolitico-no-tratamento-de-egotos-sanitarios--estudo-da-sua-aplicabilidade-e-mecanismos-associados>>. Acesso em: 15/03/2021.

SPERLING, M. V. **Princípios básicos de tratamento de esgoto.** 2 ed. Minas Gerais: UFMG. 1996.

TRUPPEL, A. **Redução de odores de uma lagoa de estabilização de esgoto sanitário e avaliação da qualidade de seu efluente.** <https://repositorio.ufsc.br>, 2002. Disponível em:<<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/8350>>. Acesso em: 22/02/2021.

WIENDL, W. G. **Processos eletrolíticos para depuração de esgotos - uma revisão secular.** Revista DAE, p. 50-54, 1985.

WIENDL, W. G. **O Processo Eletrolítico no Tratamento de Esgotos Sanitários.** Rio de Janeiro, RJ, ABES, p. 368, 1998.

ZUCCARI. M. L.; GRANER. C. A. F.; LEOPOLDO. P. R.; **Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) em águas e efluentes por método colorimétrico alternativo.** <http://www.embrapa.br>, 2005. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/17498/determinacao-da-demanda-quimica-de-oxigenio-dqo-em-aguas-e-efluentes-por-metodo-colorimetrico-alternativo>>. Acesso em: 16/03/2021.