

II-209 - DESEMPENHO DE UMA ETE TIPO UASB SEGUIDO DE FSA (ESTUDO DE CASO)

Renata Carlos Freire⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Ceará. Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará.

Fernando José Araújo da Silva⁽²⁾

Engenheiro Civil. Prof. Adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. PÓS-DEHA/UFC.

Romildo Lopes de Oliveira Filho⁽³⁾

Tecnólogo em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC-CE). Especialista em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela Faculdade Integrada do Ceará (FIC). Mestre em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Supervisor de Controle e Desenvolvimento Operacional de Esgoto da CAGECE.

Jane Mary Targino⁽⁴⁾

Tecnóloga em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC-CE). Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental pela Faculdade Frassinetti do Recife (FAFIRE) e em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

Endereço⁽¹⁾: Rua Dom Lino, 128 - Parcelândia - Fortaleza - CE - CEP: 60450-285 - Brasil - Tel: (85) 3237-5909 - e-mail: renata.carlosfreire@gmail.com

RESUMO

Sistemas de tratamento de esgoto muitas vezes são negligenciados quanto à qualidade do efluente tratado. Muitos deixam de realizar o tratamento adequado por falta de monitoramento de seus desempenhos. O controle de estações de tratamento de efluentes é extremamente importante para garantir a qualidade dos corpos receptores, estando diretamente ligado à manutenção e melhoria da saúde humana, auxiliando nos processos de gestão ambiental. Para isso, deve-se atender a limites determinados por normas específicas para cada parâmetro de qualidade dos efluentes tratados e Índice de conformidade, ambas com foco na não conformidade de um parâmetro ou conjunto de parâmetros. Um sistema fez parte do estudo, a Estação de Tratamento de Esgoto do presente estudo possui a tecnologia UASB seguido de FSA, onde quatro parâmetros de qualidade foram analisados: DQO, pH, *E. coli* e SST. Nos resultados obtidos, foi possível perceber que todas as médias dos parâmetros se apresentaram dentro do limite da legislação, entretanto, em alguns meses a *E. coli* não se apresentou dentro dos padrões. Além disso, foram utilizados indicadores de desempenho para quantificar a eficácia e eficiência do tratamento em relação aos gastos com energia elétrica e produto químico desinfetante. Concluiu-se que os maiores custos nessa estação, no período do estudo, foram referentes à energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade do Efluente, Tratamento Anaeróbio, Indicadores de Desempenho, Eficiência de tratamento, Legislação Vigente.

INTRODUÇÃO

Segundo Jordão e Pessoa (2011), uma das principais causas da poluição dos corpos d'água é o lançamento indiscriminado dos esgotos. Por isso, existe uma grande preocupação em relação ao grau de tratamento, ao destino final e suas consequências sobre o meio ambiente e a qualidade das águas. Muitas estações de tratamento de esgoto encontram-se ou trabalhando acima de sua capacidade ou produzindo efluente com qualidade insatisfatória. Algumas das consequências desse tratamento ineficiente são a eutrofização em rios e em lagos, contaminação de lençóis freáticos e mortalidade da fauna e da flora da região.

Von Sperling (2005) e Lettinga (1995) pontuam os seguintes requisitos em estudo técnico-econômico de escolha de alternativas de estações de tratamento de esgotos: baixo custo de implantação; pouca dependência de energia elétrica; disponibilidade de peças e equipamentos de reposição; simplicidade operacional, de manutenção e de controle; baixos custos operacionais; adequada eficiência na remoção das diversas categorias

de poluentes; baixos requisitos de área; existência de flexibilidade ao aumento de eficiência; poucas unidades integrando a estação; elevada vida útil; ausência de problemas que causem transtorno à população vizinha; possibilidade de recuperação de subprodutos úteis. Quanto a este conjunto, Matos et al. (2004) destacam para entidades reguladoras o uso de indicadores de desempenho, que têm como vantagens: identificação de áreas de atividade que necessitem de melhorias; apoio à formulação de políticas para o setor, de alocação de recursos, de investimentos e de desenvolvimento de novos instrumentos de regulação; e verificação da adequação do desempenho ambiental através da comparação com valores de referência pré-estabelecidos. Em relação aos indicadores referentes a custos operacionais, é necessário fortalecer e atualizar a literatura técnica. Visando enriquecer com informações sobre esse assunto, foi feito este trabalho.

Diante dos requisitos para a escolha do tipo de tecnologia de estações de tratamento, estão sendo criadas novas ETEs compactas, combinando reatores anaeróbios e aeróbios em série, apresentam-se como excelente alternativa para áreas urbanas de pequeno porte. Características como baixo custo de implantação, baixo dispêndio energético, simplicidade operacional, menor produção de lodo e facilidade de inserção em áreas restritas ou sensíveis a impactos em ambientes urbanos, contribuem para uma melhor aceitação por parte da população. Devido a esses benefícios, atualmente, apenas no estado do Ceará, segundo CAGECE (2018) há 15 sistemas com tratamento do tipo UASB seguido por filtro submerso aerado e cloração. No presente estudo será tratada essa tecnologia, por meio de estudo de caso da Estação de Tratamento de Esgoto José Euclides Ferreira Gomes (Fortaleza-CE), quanto à qualidade do efluente final e principais custos operacionais.

OBJETIVOS

Analisar parâmetros químicos e biológicos (Demanda Química de Oxigênio, Potencial Hidrogeniônico, Sólidos Suspensos Totais e *Escherichia coli*) para se monitorar a qualidade do efluente final comparando-os a legislação estadual vigente.

Verificar a influência de problemas operacionais na qualidade final do esgoto tratado e quais problemas na estação de estudo mais influenciam.

Caracterizar o sistema de tratamento e avaliar a eficiência do tratamento, com base em relatórios físico-químicos, comparando a remoção de matéria orgânica e a quantidade de cloro residual livre.

Quantificar os principais gastos no tratamento de esgotos da ETE (em energia ou em produtos químicos) e relacionar a população estimada.

METODOLOGIA UTILIZADA

A ETE do estudo

A estação de tratamento de esgoto José Euclides Ferreira Gomes, mostrada na Figura 1, está localizada em 3°51'14.79"S; 38°31'13.51"W, em Fortaleza no Estado do Ceará. Esse município apresenta os primeiros meses do ano como o período chuvoso, segundo a FUNCEME (2018), com pluviosidade média mensal desse período de 2018 de 218 mm, em comparação, a pluviosidade média mensal ao longo desse mesmo ano foi de 120 mm.

A ETE foi projetada para atender uma população de 11968 habitantes e vazão média de 14,71 l/s. A tecnologia de tratamento utilizada na ETE em questão é do tipo Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (UASB ou RAFA) com um pós-tratamento aeróbio (FSA). A ETE é composta por dois reatores UASB em paralelo, seguidos de dois Filtros Submersos Aerados (FSA) e dois Decantadores Lamelares (DL). Há no final de linha um Tanque de Contato (TC) e cinco Leitões de Secagem (LS). Os lodos em excesso removidos dos reatores são encaminhados para o leito de secagem, onde a parte líquida desse lodo é direcionada novamente ao sistema e a parte sólida é direcionada para tratamento e destino final. O filtro submerso aerado (FSA), é composto de um tanque preenchido com material suporte, através do qual o esgoto e o ar fluem permanentemente. As descargas desses filtros são feitas através da descarga nos decantadores. O processo de aeração é constituído por dois sopradores operando em conjunto e um soprador reserva. Os decantadores são do tipo lamelares para facilitarem a sedimentação dos sólidos. No tanque de contato ocorre o procedimento de desinfecção do

efluente, por meio de soluções que permitem a cloração. No caso da ETE em estudo, é utilizado hipoclorito de sódio, de modo que a dosagem é feita em dois tanques de solução e bombas dosadoras.



Figura 1: ETE José Euclides

Avaliação do desempenho

A qualidade do tratamento foi considerada com base nos parâmetros DQO, SST, pH e *E.coli*. O primeiro parâmetro está relacionado a diminuição de oxigênio dissolvido na amostra que está relacionado a quantidade de matéria orgânica. Os SST estão relacionados ao aumento da turbidez e podem servir como proteção para organismos patogênicos. O pH é importante, pois nesse tipo de tratamento é utilizada a decomposição biológica e eles vivem em uma determinada faixa desse parâmetro. Por último, a *E. coli* é um indicador da presença de microrganismos que podem vir a ser patogênicos. O período de avaliação desses parâmetros ocorreu do mês de novembro de 2017 ao mês de julho de 2018. Este prazo de análise se deve ao fato de a estação está pronta para o início da sua operação a partir do segundo semestre de 2017. Para analisar os parâmetros físico-químicos citados foram utilizadas duas legislações estaduais, a Resolução N° 154/2002 e a N° 02/2017 da COEMA, pois estas são mais restritivas que a CONAMA Resolução N° 430/2011, para comparar os parâmetros de DQO, SST, pH e *E.coli* com os valores destes parâmetros com os do efluente final. Os procedimentos analíticos seguiram os métodos descritos em APHA (2012).

A Resolução da COEMA N° 02/2017, em seu artigo 12, estabelece os padrões para lançamento de esgotos sanitários em corpo hídrico. Considerando esse artigo foram escolhidos os principais parâmetros relacionados a este estudo de caso, são estes:

- a) pH: entre 5 e 9;
- b) SST: até 150 mg/L para lagoas de estabilização e até 100 mg/L para outras tecnologias;
- c) Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L;
- d) *Escherichia coli*: até 5000 NMP/100mL.

Além destes parâmetros, existe um não mencionado pelo artigo da legislação estadual vigente, o qual é também importante para determinar a quantidade de matéria orgânica no efluente final, que é a Demanda Química de Oxigênio (DQO), pois é uma análise mais rápida de realizar em comparação com a DBO. Assim, embora não seja mais vigente, tem-se como referência artigo 4 da Resolução anterior, a COEMA N° 154/2002, que estabelece a seguinte condição para o descarte de efluentes sanitários:

a) Demanda Química de Oxigênio: até 200 mg/L.

Para chegar a eficiência de remoção da DQO, um dos parâmetros mais importantes do tratamento de esgoto considerando a destinação final, é necessário saber a concentração desse parâmetro no afluente e no efluente. Para calcular essa remoção é utilizada a fórmula a seguir:

$$E = \frac{S_0 - S}{100 \times S_0} \quad (1)$$

Onde:

S: concentração de DQO efluente (mg/L);

S₀: concentração de DQO afluente (mg/L);

E: eficiência de remoção de DQO (%).

A vazão média foi utilizada no cálculo de alguns indicadores, para a estação deste estudo de caso, o cálculo da vazão média foi a partir do medidor ultrassônico tipo Doppler para aferir a vazão pitométrica de cada bomba e então ser calculada a vazão média estimada pela leitura dos horímetros de cada bomba. Assim, a vazão média foi calculada pela equação abaixo:

$$V_{méd} = \frac{(V_{b1} \times h_1) + (V_{b2} \times h_2)}{N} \quad (2)$$

no qual:

V_{méd}: vazão média da estação (m³/dia);

V_{b1}: vazão medida da bomba 1 (m³/h);

V_{b2}: vazão medida da bomba 2 (m³/h);

h₁: tempo de funcionamento da bomba 1 (h);

h₂: tempo de funcionamento da bomba 2 (h);

N: número de dias do mês (dias).

Para esse trabalho, foram calculadas as vazões médias da estação para os meses de abril a julho de 2018.

Um importante dado relacionado à vazão e a indicadores de desempenho é a população atendida pela aquela estação. Devido à falta desse dado e a percepção por parte da equipe de que muitas das casas não estavam sendo habitadas, por isso utilizamos a vazão média de entrada da estação para calcular o equivalente populacional da ETE José Euclides.

Com relação a avaliação dos custos de operação, apenas os valores de consumo e custo de energia e cloração do esgoto foram analisados. Os dados nesse caso correspondem ao intervalo de abril a junho de 2018, período em que se foi iniciado o uso desses indicadores. Os dados utilizados foram o consumo energético e o consumo de produtos químicos. Para possibilitar a comparação com outras estações foram utilizados os valores de volume de esgoto tratado e kg de DQO removido em relação ao efluente final. Os indicadores utilizados neste trabalho foram baseados no estudo de Matos et al. (2004).

A quantidade de descargas de lodo e espuma diárias foi modificada ao longo do tempo, para testar a frequência que seria melhor nos resultados da estação. Nos itens abaixo são mostradas as diferentes frequências de descarte ao longo dos períodos, assim:

- A partir de 19 de fevereiro, espuma: 3 vezes ao dia, floculento: diariamente, denso: mensalmente e decantador: 3 vezes ao dia;
- A partir de 17 de abril, espuma: 2 vezes ao dia, floculento: semanalmente, denso: mensalmente e decantador: 3 vezes ao dia;
- A partir de 29 de maio, espuma: 1 vez ao dia, floculento: semanalmente e denso: mensalmente e decantador: diariamente;
- A partir de 9 de julho, espuma: diariamente, floculento: quinzenalmente, denso: mensalmente e decantador: diariamente.

Os valores dos parâmetros se comparado com as frequências de descarga devem sempre considerar o mês seguinte a mudança de descargas, pois as análises físico-químicas são coletadas no meio do mês de referência.

RESULTADOS OBTIDOS

Os Gráficos das Figuras 2 e 3 comparam os valores de DQO e pH do esgoto tratado com o valor de referência da legislação, respectivamente. Segundo COEMA Resolução N° 154/2011, o valor de referência da demanda química de oxigênio é 200 mg/L e, de acordo com COEMA Resolução N° 02/2017, o do potencial Hidrogeniônico é entre 5 e 9.

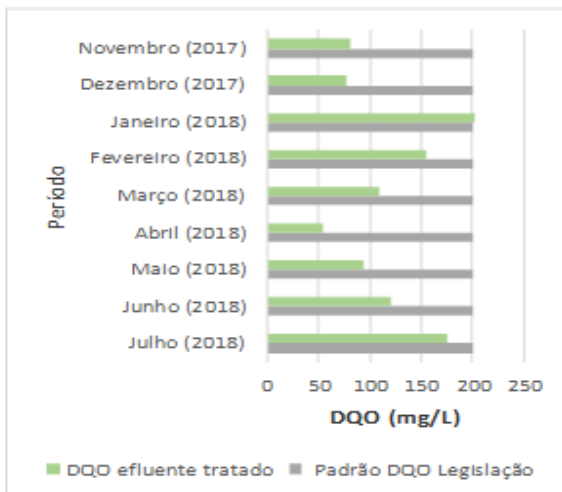


Figura 2: Comportamento do parâmetro DQO no efluente tratado.

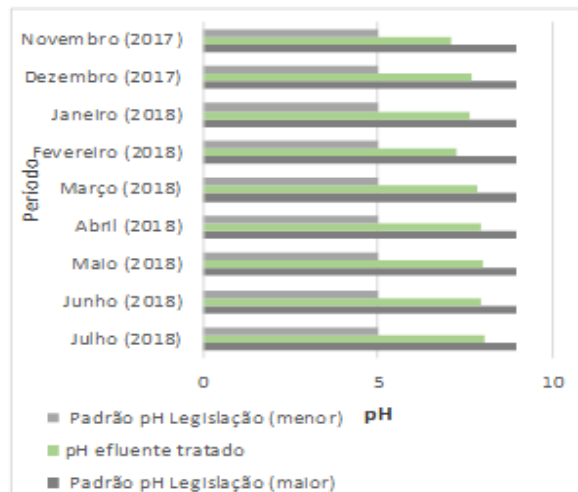


Figura 3: Variação do pH no efluente tratado.

Pode-se constatar que os valores mensais de DQO do esgoto tratado, bem como o valor médio do período estiveram dentro do recomendado pela legislação, com exceção do mês de janeiro, que teve um excedente de aproximadamente 2 mg/L em relação ao estabelecido no padrão estadual. O parâmetro pH se manteve dentro da faixa definida pela COEMA Resolução N°02/2017. Esse parâmetro não variou consideravelmente e os valores se aproximam mais da faixa maior da legislação.

As Figuras 4 e 5 representam os parâmetros sólidos suspensos totais e *Escherichia coli* do efluente final no período do estudo, respectivamente. Para o SST, a COEMA Resolução N° 02/2017 define como 100 mg/L o limite desse parâmetro para UASB e para *E. coli*, essa legislação define como 3,00E+03 NMP/100mL.

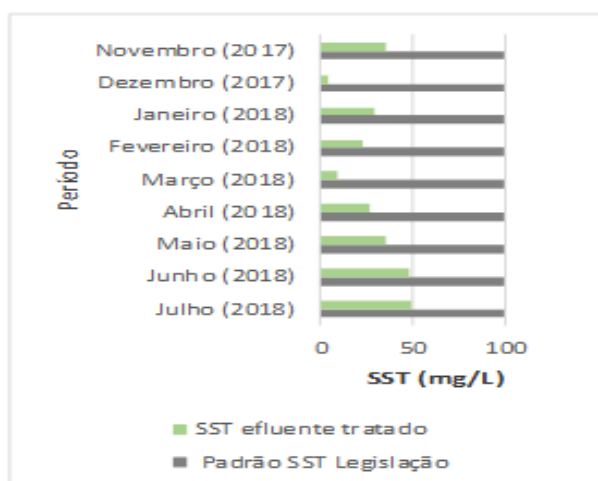


Figura 4: Comportamento do parâmetro SST no efluente tratado

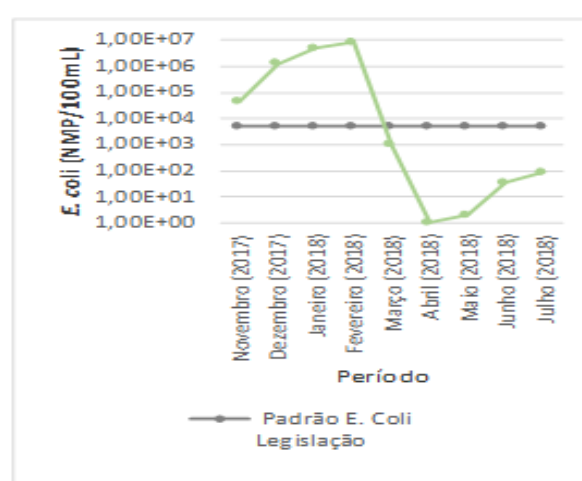


Figura 5: Comportamento do parâmetro *E. coli* no efluente tratado

A partir do gráfico acima, compreende-se que em todos os meses de análise o valor do padrão de SST na estação de estudo se apresentou bem menor que o exigido pela SEMACE, ou seja, os valores desse parâmetro ao longo dos meses se apresentaram menores que a metade do valor exigido pela legislação para esse tipo de tecnologia. Os valores de *E.coli* dos primeiros meses são maiores que $3,0E+03$ NMP/100mL, demonstrados no Gráfico 5, ou seja, fora do padrão de legislação. Isso ocorreu, pois, a etapa de desinfecção foi implantada somente no final do mês de fevereiro de 2018. Logo, justifica todos os valores maiores que o exigido na Resolução 02/2017 da COEMA.

Em relação as Tabelas 1 e 2, estas possuem o objetivo de mostrar a estatística básica tanto para os parâmetros de qualidade final quanto para o de eficiência de remoção da DQO.

Tabela 1: Estatística básica dos parâmetros pH, DQO, SST e *E. coli* do efluente tratado

Variável estatística	pH	DQO	SST	<i>E. coli</i>
Nº de dados	9	9	9	9
Mínimo	7,12	55	5	1,00E+00
Máximo	8,09	201	50	8,20E+06
Mediana	7,85	109	30	9,80E+02
Desvio Padrão	0,34	49	15	2,94E+06
Média	7,73	119	29	<u>2,84E+03</u>

Tabela 2: Análise estatística da remoção de DQO

Estatística	Remoção DQO (%)
Nº dados	6
Média	89,5%
Mediana	91,5%
Máximo	93,6%
Mínimo	85,1%

Com base no projeto da estação deste estudo de caso, essa porcentagem de remoção de DQO fica em torno de 91,06%, em termos de valores médios, que de 1080 mg/L de DQO presente no esgoto bruto foi removido 967 mg/L, sendo lançado 113 mg/L de DQO, indicando uma eficiência de aproximadamente 89,54%. Por essa tabela é possível concluir que a menor taxa de remoção foi de 85%, logo, dentro do que foi descrito por outros autores, como Nascimento et al. (2000), que obteve cerca de 80 a 94% de eficiência de remoção de DQO.

A Figura 6 tem como objetivo mostrar a variação de vazão ao longo dos meses e a relação entre a vazão média e a vazão de projeto. O mês com a menor relação entre as vazões foi o mês de junho, ou seja, maior vazão média. Em todos os meses de comparação de vazão, eles foram iguais ou menores a 50% da vazão de projeto.

A partir dos volumes afluentes foi possível encontrar o valor de 4835 habitantes, através do equivalente populacional. E considerando essa quantidade estimada de habitantes foi possível calcular o consumo de cloro por habitante, o qual teve como resultado 0,079 kg/hab.mês. Além disso, chegamos ao valor do consumo de energia por habitante de 2,279 KWh/hab. mês.

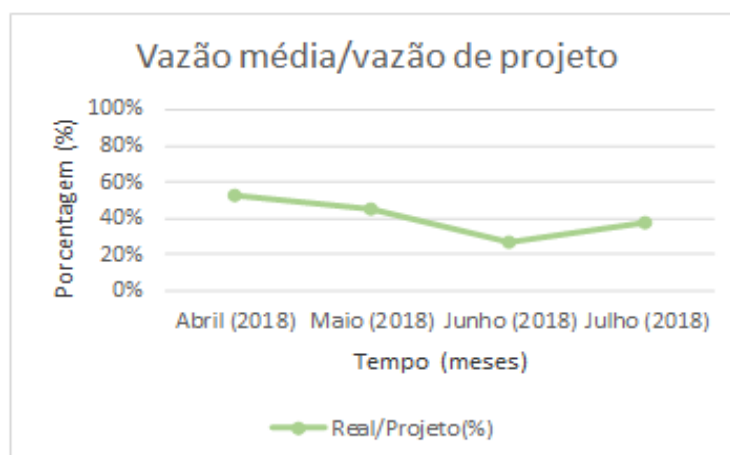


Figura 6: Relação entre a vazão média e a vazão de projeto

Na Tabela 3 estão alguns indicadores de desempenho ligados aos custos de energia elétrica, produtos químicos e a custos de tratamento do esgoto, nesse estudo de caso.

Tabela 3: Indicadores de desempenho de energia, produto químico e custos

Estatística	Nº dados	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Potência consumida(kwh/mês)	6	11285,75	11401,00	10364,00	11978,00	708,75
Energia Elétrica (R\$/mês)	6	6994,51	7047,10	6085,63	7851,17	776,83
Potência consumida(kwh/kg DQO removida)	4	0,67	0,68	0,62	0,71	0,04
Cloro (kg/mês)	4	381,15	377,30	323,40	446,60	53,90
Produtos Químicos (R\$/mês)	4	2656,62	2629,78	2254,10	3112,80	375,68
Custo com Energia e Produto Químico(R\$/mês)	4	9651,13	9676,88	8339,73	10963,97	1152,51
Ocupação do solo pelo tratamento (m ² /m ³)	4	0,11	0,10	0,08	0,16	0,03

O desvio padrão da potência consumida e do custo com energia, como aparece na tabela acima, possuem um valor maior que 5%, pois os meses com menores consumos foram os meses com problemas elétricos na estação. Considerando a potência consumida pela remoção de matéria orgânica, é possível perceber pequena alteração dos valores ao longo dos anos. Em relação ao custo de energia elétrica e de produto químico, é possível perceber que o primeiro é maior nesta estação em questão.

Ainda sobre a potência, as variações entre os KWh mensais foram pequenas e as maiores variações foram devido a problemas elétricos nos meses de janeiro e fevereiro. Considerando ainda a Tabela 3, o indicador de ocupação do solo mostra como a estação é eficiente, pois com uma pequena área consegue tratar quantidade relevante do volume. É possível observar na tabela acima que o consumo de hipoclorito de cálcio não varia muito ao longo dos meses, isso ocorre, pois, os operadores possuem o padrão de colocar 15,4 kg do produto diariamente, chegou-se a esta quantidade a partir das análises de cloro residual livre no efluente final, onde percebeu-se que se dosasse menos cloro que isto, o efluente final não apresentava cloro residual. As maiores variações podem ter ocorrido devido a falta do produto na estação.

A Tabela 4 mostra os IDs relacionados a eficiência da estação.

Tabela 4: Comparação entre indicadores de desempenho relacionados a eficiência operacional

Estatística	Média
Potência consumida(kWh/m ³ esgoto)	1,430
Cloro (kg/ m ³ esgoto)	0,053
Custo energia (R\$/m ³ esgoto)	0,965
Custo prod. Químico (R\$/m ³ esgoto)	0,366

Em relação a potência consumida, é importante considerar que cerca de 61% do valor médio de kWh/mês são para o bombeamento do esgoto bruto e tratado, logo uma parte relevante da energia consumida e, consequentemente, dos custos com energia elétrica. O custo de produto químico chega a ser 38% dos gastos com energia elétrica.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com o demonstrado na Figura 2, os meses que apresentaram a demanda química de oxigênio maior que a média do período analisado foram janeiro, fevereiro, junho e julho. Nos dois primeiros meses, foi devido à falta de energia esporádica, e nos dois últimos meses ocorreu o aumento do parâmetro devido a diminuição de descargas de lodo floculento e de escuma. Isso ocorreu devido aos leitos de secagem não apresentarem a drenagem necessária devido a colmatação do tubo drenante, sobrecarregando os leitos e sendo necessária a diminuição das frequências de descarga. Mesmo com esse problema operacional, a DQO se apresentou dentro do limite máximo. Foi possível perceber a importância da manutenção da sustentabilidade energética para que o tratamento seja efetivo, mesmo que o valor do custo de energia seja o mais alto dos recursos citados, os indicadores mostraram que DQO e SST tiveram os piores valores no período de problemas elétricos.

Na Figura 3, é possível perceber que houveram pequenas variações nos valores, mesmo tendo a alteração de outros fatores ao longo dos meses, isso mostra que para manter uma faixa de pH boa para a sobrevivência dos microrganismos o pH não varia tanto em relação a fatores externos e sim com fatores internos, principalmente às características e manutenção da manta de lodo, mostrando que com relação a esse fator, os UASB são adequados para nosso clima e composição de esgoto.

A partir do mês de abril, na Figura 4, a *E. coli* teve comportamento parecido com o comportamento do parâmetro DQO (representado na Figura 2) e do SST (representado na Figura 4), um comportamento crescente. Isso ocorre, pois, os microrganismos possuem maior disponibilidade de nutrientes e sólidos que facilitam a sobrevivência desses seres. Além disso, a matéria orgânica pode consumir parte do cloro utilizado para desinfecção, diminuindo a eficiência da cloração e mortalidade dos patógenos. Para a remoção efetiva matéria orgânica é necessária que a todas as unidades da estação estejam em bom funcionamento, principalmente os Reatores UASB e FSA.

Considerando a ocupação do solo pelo tratamento, mostrado na Tabela 3, as pequenas diferenças entre os valores devem-se pela variação da vazão ao longo dos meses. Esses valores mostram a eficiência dessas tecnologias de tratamento, pois, para uma baixa área é possível atender grandes volumes de esgoto. Isso tem relação também aos baixos tempos de detenção que as tecnologias da ETE José Euclides possuem, passando pouco tempo em tratamento se comparado ao TDH de lagoas de estabilização.

Em relação a potência consumida para bombeamento do líquido, poucas estações possuem uma elevatória para o efluente final ser destinado ao corpo hídrico, que nessa estação correspondeu a cerca de 30% da energia consumida. Além disso, a energia específica utilizada pelos sopradores para aeração foi bem menor se comparada com a energia utilizada para bombeamento, pode-se afirmar isto, pois além dos consumos já citados existe o consumo para manutenção de luzes e aparelhos elétricos nas acomodações da ETE.

Embora tenham ocorrido variações na quantidade de DQO removida ao longo dos meses, é possível afirmar isso a partir do Gráfico 2 e da Tabela 3, a potência consumida também acompanhou essas variações, como demonstrado pelo pequeno desvio padrão e pequenas diferenças no valor máximo e mínimo. Embora o consumo de energia seja alto, devido ao bombeamento do afluente e do efluente, a potência consumida para a remoção de 1 kg de DQO, mostrada na Tabela 3, apresentou uma boa eficiência de remoção de matéria orgânica. Essa eficiente remoção de DQO é confirmada na Tabela 2 e a principal justificativa é devido a tecnologia utilizada no tratamento que é tratamento anaeróbio seguido de aeróbio, apenas com UASB a remoção está entre 65 e 75% de DQO do afluente. A remoção poderia ser maior se a carga orgânica e a vazão de entrada da estação fossem mais próximas do previsto pela literatura e pelo projeto, respectivamente.

Como mostrado na Tabela 4, o valor da potência consumida em relação ao volume de esgoto tratado não é tão baixo, embora, a estação não seja toda mecanizada, mas isso ocorre, pois é uma estação de médio porte, produz volume menor em relação a outras estações. Além disso, como foi possível perceber pelo valor de equivalente populacional calculado, a população residente ainda é menor que a metade de habitantes calculados para o projeto. Logo, os custos por habitantes e os fatores pelo volume tratado serão mais altos se comparados a ETEs com mesma tecnologia, mas de maior porte. Avaliando-se o custo de energia e de produto químico em relação ao volume de esgoto, é possível afirmar que o consumo de energia é um dos principais gastos da estação.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Considerando a eficiência de remoção de matéria orgânica, o sistema apresentou alta eficiência 89,54%, que garante um efluente tratado com elevado nível de clarificação, atingindo médias de SST = 29 mg/l, DQO = 119 mg/l, E. coli = 2,84E+03 e pH = 7,73. Analisando os parâmetros físico-químicos do efluente final, foi possível afirmar que nos meses junho e julho, a estação apresentou valores de DQO, SST e pH maiores que as médias e isso pode ser relacionado a sobrecarga dos leitos de secagem e a diminuição das frequências de descargas de lodo. Embora, os valores citados estivessem dentro dos limites da legislação estadual, essa relação pode demonstrar a importância do controle de descarte de lodo em uma estação de tratamento de esgotos do tipo reator anaeróbio. Além disso, foi possível concluir que indicadores são necessários tanto para comparar tecnologias de tratamento diferentes quanto estações de locais diferentes, devido aos indicadores relativos a volume tratado e a DQO removida, e que também são importantes para analisar e corrigir problemas que talvez passassem despercebidos ou para comparar produtos que possam ser utilizados na estação, como produtos para desinfecção ou equipamentos elétricos.

Pelas informações obtidas foi possível concluir que os gastos com a boa manutenção elétrica e com a compra do desinfetante são imprescindíveis para manter a estação dentro do limite estabelecido pela legislação estadual. Além disso, é possível afirmar que problemas elétricos, em casos de utilização de tecnologias aeróbias, além de serem os maiores custos dos recursos estudados, também interferem na remoção de matéria orgânica e na desinfecção do efluente, podendo ocasionar o aparecimento de substâncias danosas à saúde chamadas trihalometanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22 ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.
2. CAGECE – COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em <<https://www.cagece.com.br/esgotamento-sanitario/tratamento>>. Acesso em 15 de julho de 2018
3. COEMA – CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 2, 2017. Disponível em <http://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/Resolucao-Coema-02-2017.pdf> Acesso em: 15 de julho de 2018.
4. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.
5. LETTINGA, G. Anaerobic digestion and wastewater treatment systems. Antonie van Leeuwenhoek, Volume 67, Is.sue 1, pp 3–28. 1995.
6. MATOS, R.; CARDOSO, A.; ASHLEY, R.; DUARTE, P.; MOLINARI, A.; SCHULZ, A. Indicadores de desempenho para serviços de águas residuais. Lisboa: IRAR-LNEC, 2004. 283 p.
7. VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. DESA-UFMG. 3ª Ed. 456p. 2005.
8. FUNCEME. Portal hidrológico. Acessado em 27/03/2019. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/app/pagina/show/168>