



**AValiação de desempenho de uma estação de tratamento de
esgoto sanitário compacta para um condomínio residencial
no município de Governador Celso Ramos-SC**

Beatriz Lima Santos Klienchen Dalari⁽¹⁾

Engenheira Ambiental, Dra.

Thomas Gabriel Erzinger⁽²⁾

Engenheiro Ambiental.

Maria Júlia de Oliveira⁽³⁾

Técnica em Mecânica, acadêmica de Engenharia Química.

Lucas Schulze⁽⁴⁾

Montador Industrial

Felipe Diogo Schneider⁽⁵⁾

Técnico em Mecânica Industrial, acadêmico de Engenharia Mecânica.

Rafael Antônio De Lucca⁽⁶⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dona Francisca, 10190, Galpão 06 - Zona Industrial Norte - Joinville - SC - 89219-502-
Brasil - Tel: +55 (47) 91139841 - e-mail: beatriz@ebio.ind.br

RESUMO

Apesar dos avanços obtidos na área do saneamento ambiental, o Brasil ainda é alvo de preocupações, tendo em vista que 51,9% da população brasileira não tem atendimento por rede de esgoto, e apenas 50% do esgoto no país é submetido a tecnologias de tratamentos. Portanto, a busca por soluções ambientais que atendam as condicionantes exigidas pelos órgãos ambientais do país, estão aumentando nos últimos anos. Nesse contexto, as estações de tratamento de esgoto sanitário compactas têm recebido atenção, por possuírem vantagens em relação à sua demanda de espaço e fácil implementação. No presente trabalho, uma estação de tratamento de esgoto sanitário (ETE) compacta foi operada pelo método de Reator Sequencial em Batelada (RSB). A ETE foi dimensionada para atender até 68 habitantes, de um condomínio residencial localizado no município de Governador Celso Ramos-SC, operando a uma vazão de 10,2 m³/dia. As amostras foram coletadas no ponto de entrada do reator e no ponto de saída do reator, correspondendo ao efluente tratado. As análises físico-químicas foram realizadas e os parâmetros avaliados foram Cor aparente, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DQO₅), *Escherichia Coli*, Fósforo total, Nitrogênio Amoniacal Total, Óleo e Graxa, pH, Sólido Sedimentável, Temperatura e Turbidez.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto sanitário; Estação de tratamento de esgoto compacta; Condomínio residencial.



INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços obtidos em busca da qualidade ambiental, o Brasil ainda apresenta índices preocupantes no contexto do saneamento. Cerca de aproximadamente 16,7% da população não possui acesso a água potável, esse número representa 35 milhões de pessoas, além de 41,8% das pessoas não possuem coleta de esgoto e cerca de 50% do esgoto gerado, não recebe qualquer tipo de tratamento (SNIS, 2020).

O esgoto sanitário é composto basicamente por 99,9% de água, sendo 0,1% restante a fração que inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, e, também, microorganismos (VON SPERLING, 1996). Entretanto, essa pequena fração de 0,1% corresponde à qualidade física, química e biológica do esgoto sanitário, que ao final de um tratamento proposto, deve respeitar as exigências de padrões ambientais. Além disso, o esgoto doméstico provém principalmente de residências, edifícios, estabelecimentos comerciais, instituições ou edificações que contenham instalações de banheiros, cozinhas, lavanderia, dentre outros exemplos que utilizam a água para fins domésticos (JORDÃO e PESSOA, 2017).

O tratamento de esgoto sanitário configura-se numa atividade necessária tanto para o meio urbano, quanto para o rural, a fim de proporcionar melhores condições de saúde, de desenvolvimento social e cuidado com o meio ambiente. Com o crescimento da população e o aumento da rigidez em relação às condicionantes ambientais, faz-se necessário a aplicação de tecnologias de tratamento eficazes no atendimento dessas condicionantes. Considerando empreendimentos residenciais, em destaque: casas de praia, há uma geração sazonal de efluentes, visto a natureza flutuante de pessoas durante um ano. Por isso, as características desse efluente apresentam picos de geração máximos e mínimos, apresentando cargas variadas.

Nesse contexto, destacam-se as estações de tratamento de esgoto (ETE) compactas, que são formadas por conjuntos de instalações que tem por finalidade remover poluentes do esgoto sanitário bruto, podendo ser caracterizadas por diferentes métodos de tratamento. Por necessitarem de menores espaços, essa tecnologia possui a vantagem de maior viabilidade de implantação e maior facilidade de tratamento de lodo para disposição final (HARAGUCHI, 2014). Além disso, as ETE's compactas favorecem a descentralização do tratamento de esgoto, eliminando os altos gastos para construção de redes coletoras urbanas e de estações de grande porte. Como exemplo, no município de Governador Celso Ramos, os custos de implantação destas ETE's compactas, da sua manutenção e responsabilidade pela qualidade do tratamento são exclusivas dos proprietários dos empreendimentos. Ou seja, o poder público apenas tem a responsabilidade de monitorar e fiscalizar a eficiência destas soluções através de análises e relatórios.

Na parte operacional das ETEs compactas, um dos métodos de tratamento amplamente utilizado é o Reator em Batelada Sequencial (RBS), que quando comparados com métodos convencionais de lodos ativados, apresenta vantagens em relação à simplicidade de construção, instalação, grande flexibilização à variação de cargas e vazões, além de possuir uma boa decantabilidade do lodo (VAN HAANDEL e MARAIS, 1999).

Entretanto, segundo Wilder e colaboradores (1997), uma grande desvantagem era a necessidade de automação, além do fato de que o reator RBS apresentava ao final de um ciclo o descarte do efluente tratado pontualmente, acarretando em um choque de carga para o corpo receptor. Contudo, após o passar dos anos, foram desenvolvidas técnicas que garantem uma operação estável e de baixo custo.

Com isso, o presente trabalho teve como objetivo apresentar o funcionamento de uma ETE compacta operando com o método de RBS, aplicada a um condomínio residencial localizado no município de Governador Celso Ramos-SC. Além de apresentar a técnica de retorno do lodo por meio de bombas de elevação hidráulica a ar comprimido (*airlifts*) e comparar a eficiência do tratamento proposta para variações de sazonalidade.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar o desempenho de uma estação de tratamento de esgoto sanitário compacta para um condomínio residencial localizado no município de Governador Celso Ramos-SC.

Os objetivos específicos são:

- Analisar a eficiência de tratamento do esgoto sanitário de um residencial considerando a sazonalidade ao longo do ano de 2020.

- Avaliar se os parâmetros de tratamento: Cor aparente, Demanda Bioquímica de Oxigênio, *Escherichia Coli*, Fósforo total, Nitrogênio Amoniacoal Total, Óleo e Graxa, pH, Sólido Sedimentável, Temperatura e Turbidez, após o tratamento estão de acordo com os limites de lançamentos para efluentes domésticos de acordo com a Lei Estadual 14.675/2009 e Resolução CONAMA 430/2011.

METODOLOGIA

A ETE compacta foi instalada em um Residencial localizado em Governador Celso Ramos/SC. Esse município situa-se a uma latitude 27°18'53" sul e a uma longitude 48°33'33" oeste, estando a uma altitude de 40 metros. A Figura 1 mostra a localização do Residencial.



Figura 1: Localização do Residencial onde foi instalada a ETE.

A Estação de Tratamento de Esgoto foi dimensionada de acordo com a Norma NBR 12.209:2011, que dispõe sobre as condições de elaboração de projetos hidráulico-sanitário de estações de tratamento de esgotos. Foi operada o método do sistema de Reator Sequencial em Batelada (RSB, que é uma variação do método dos lodos ativados, capaz de promover a remoção da matéria orgânica e a separação da fase sólida da líquida em uma unidade. A vazão de operação foi de 10,2 m³/dia dimensionada para atender 68 habitantes. Esse sistema possui o diferencial de realizar várias etapas do tratamento em um tanque único, dimensionado, conforme o volume de efluente gerado. Em síntese, o sistema foi operacionalizado por meio das seguintes etapas:

- Fase de carga: O efluente bruto foi conduzido para o reator RBS por meio do *airlift*. O *airlift* se encontrava posicionado de uma forma que apenas a água livre de sólidos grosseiros era bombeada, além disso, um nível mínimo de água no armazenamento do lodo foi garantido (Figura 2).

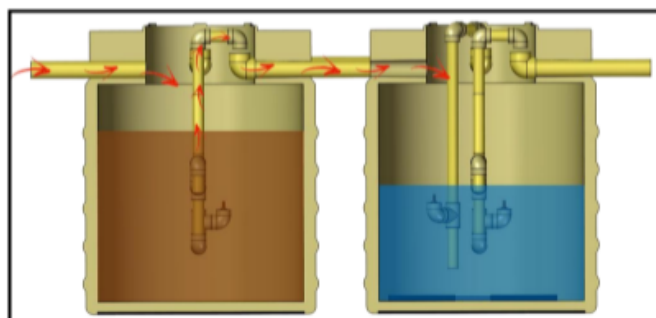


Figura 2: Fase de carga.



- Fase de aeração: Nessa fase o oxigênio foi fornecido por difusores instalados no fundo da câmara conforme mostra a Figura 3. O ar necessário era gerado por um compressor de pequeno porte, operado intermitentemente.

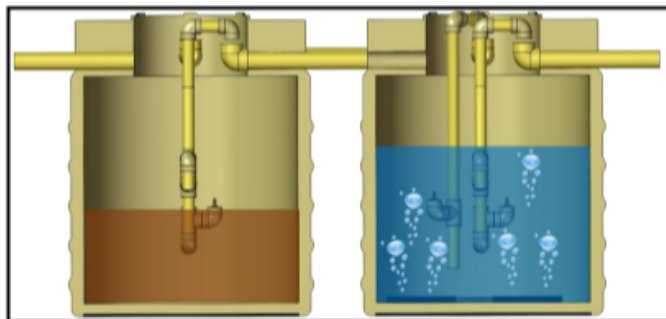


Figura 3: Fase de aeração.

- Fase de sedimentação: Nessa etapa o efluente entrava na fase de repouso, onde o lodo era decantado. Na zona superior, era formada a zona de água limpa (Figura 4).

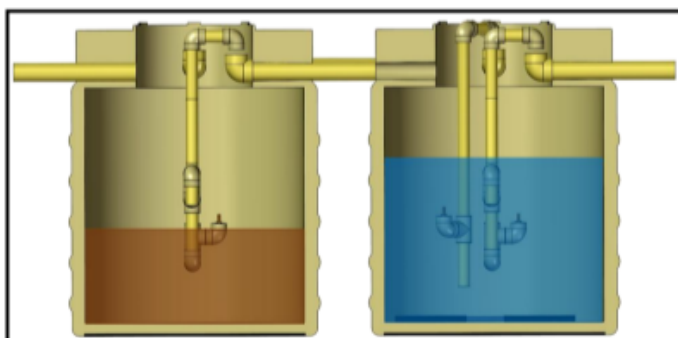


Figura 4: Fase de sedimentação.

- Drenagem do efluente tratado: Nesta etapa, o efluente tratado era bombeado por meio dos *airlifts*, seguindo o princípio de bombas de transporte por ar comprimido. A Figura 5 mostra um desenho esquemático do *airlift*.

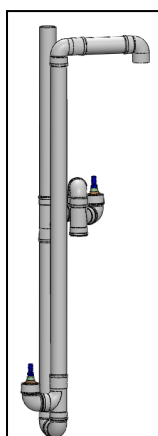


Figura 5: Desenho esquemático do *airlift*.

- Retorno do lodo excessivo: O excesso do lodo ativo gerado era conduzido de volta à primeira câmara do reator RBS, por meio do bombeamento ao fundo da câmara. Assim que essa etapa era finalizada, um novo ciclo do processo de tratamento era iniciado (Figura 6).

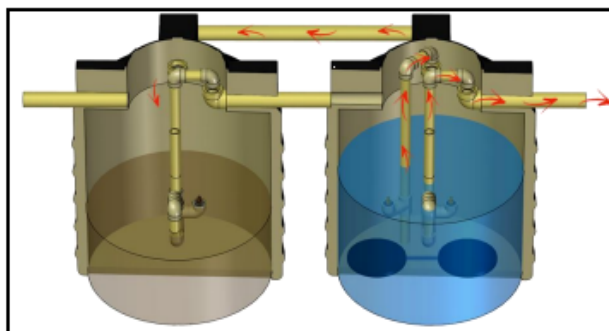


Figura 6: Fase de retorno do lodo.

Toda a estação e os processos de transporte de efluente entre os tanques foram controlados por meio de um controlador lógico programável (CLP) que acionava os sopradores de ar, localizados no painel de controle, onde a distribuição de ar, para os diferentes *airlifts*, era feita através de válvulas. Além disso, o CLP também era programado para dosar, por meio de duas bombas dosadoras, o hipoclorito de sódio para desinfecção e o policloreto de alumínio (PAC) como agente coagulante. Vale ressaltar que o diferencial desse sistema é que ele opera exclusivamente com os *airlifts* não sendo necessário o uso de bombas. O ponto de coleta de cada análise foi na entrada da ETE (P1) e na saída (P2) como mostra a Figura 7, além disso, na mesma figura é possível observar um desenho esquemático da ETE, contendo os tanques de armazenamento primário e secundário (*buffer*), reator aeróbio, tanque para desinfecção e caixa de coleta.

As amostras foram coletadas e analisadas no mês de maio, julho, setembro e novembro do ano de 2020.

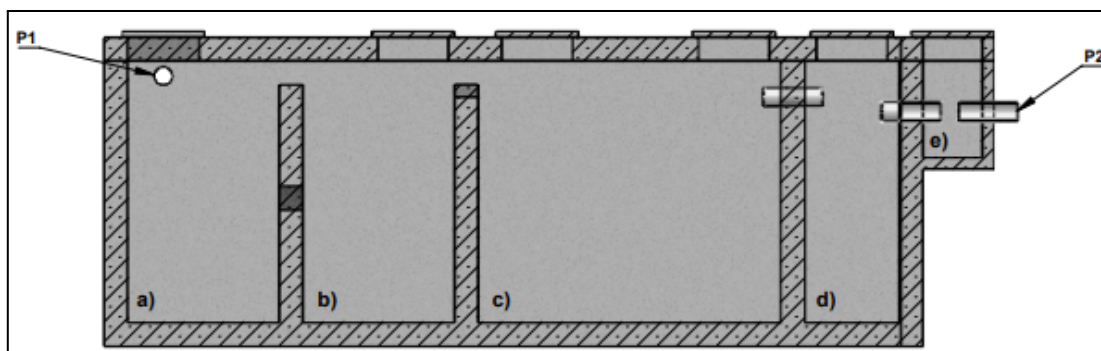


Figura 7: Esquema da ETE compacta com os pontos de coleta na entrada (P1) e saída (P2) a) Tanque de armazenamento primário (*Buffer*) b) Tanque de armazenamento secundário (*Buffer*) c) Reator aeróbio d) Desinfecção e) Caixa de coleta.

Foram analisados os parâmetros descritos na Tabela 1, baseado na metodologia proposta pelo *Standard methods for the examination of water and wastewater*.

Os parâmetros foram comparados seguindo a Legislação Federal Resolução CONAMA 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementando e alterando a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente e a Lei Estadual 14.675/2009, que ressalvada a competência da União e dos Municípios, estabelece normas aplicáveis ao Estado de Santa Catarina, visando à proteção e à melhoria da qualidade ambiental no seu território.



Tabela 1: Parâmetros analisados.

PARÂMETROS	UNIDADES	PONTOS DE COLETA
Cor aparente	CU	P1 e P2
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	P1 e P2
<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100mL	P1 e P2
Fósforo Total	mg/L	P1 e P2
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L N	P1 e P2
Óleo e Graxa	mg/L	P1 e P2
pH	-	P1 e P2
Sólido Sedimentável	mL/L	P1 e P2
Temperatura	°C	P1 e P2
Turbidez	NTU	P1 e P2

RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

De acordo com Chernicharo (2016), a qualidade da operação e manutenção bem como a concepção adequada impacta diretamente na qualidade dos resultados de um sistema de esgotamento sanitário. Nesse sentido, a ETE compacta apresentou vantagens de utilizar menores áreas, além de oferecer menor consumo energético por meio do uso dos *airlifts*, acarretando em uma maior economia de implantação e operação do sistema.

Os resultados apresentados (Tabela 2) foram referentes às amostras coletadas no ponto de entrada da ETE, correspondente ao efluente bruto e no ponto de saída, correspondente ao efluente tratado. Esses resultados foram analisados e comparados com os parâmetros de lançamento de efluentes em corpos hídricos previstos na legislação estadual e federal. O monitoramento realizado durante esses quatro meses teve o objetivo além de verificar se os parâmetros atendiam a respectiva legislação, averiguar se a diferença de carga na alimentação inicial do sistema era influenciada, pois se tratava de um residencial de veraneio, onde em meses de verão há maiores tendências de total ocupação, e em meses de inverno, ocorria o oposto, resultando em uma baixa contribuição para o esgoto. A ETE compacta operou em uma vazão de 10,20 m³/d e sua geração per capita foi de 150 L/pessoa.dia, dimensionada para atender 68 pessoas. A carga orgânica per capita na entrada do reator (P1) era de 4,08 Kg/dia, após o tratamento (P2) a carga foi de 2,72 Kg/dia.

Dentre os parâmetros essenciais para o funcionamento de um tratamento biológico, o fósforo recebe destaque pois além de ser um elemento importante na composição da membrana celular a sua ausência pode inibir o crescimento biológico, reduzindo a eficiência do processo. Suas principais fontes nos esgotos incluem os fertilizantes, detergentes e os produtos de limpeza, entretanto, a elevada presença de fósforo no efluente sanitário pode causar a eutrofização do corpo receptor. Segundo Nowacki e Rangel (2014) os efluentes domésticos são as principais fontes causadoras do aumento de fósforo. Os resultados das análises mostraram que o fósforo apresentou reduções de 86%, 48%, 50% e 67% nos meses de maio, julho, setembro e novembro respectivamente, atendendo o que a norma propõe (Figura 8).

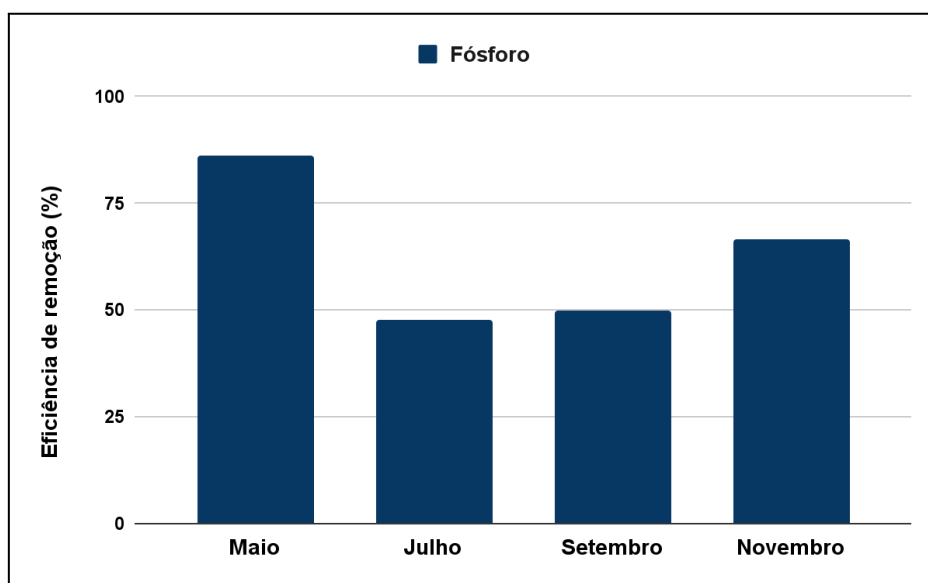


Figura 8: Percentual de remoção de fósforo nos meses de maio, julho, setembro e novembro.

Assim como o fósforo, outro parâmetro de grande importância para os tratamentos biológicos é o nitrogênio. De acordo com Nowacki e Rangel (2014), a principal forma de nitrogênio presente no efluente doméstico é o nitrogênio amoniacal, que representa uma forma inorgânica do nitrogênio. Além disso, em zonas de autodepuração natural dos rios, o nitrogênio amoniacal se faz presente em zonas de decomposição ativa. A remoção desse parâmetro se dá por processos de amonificação, nitrificação e desnitrificação. A nitrificação ocorre em condições aeróbias, sendo o oxigênio amoniacal oxidado a nitrato. A desnitrificação ocorre em condições sob a ausência de oxigênio, assim o nitrato é reduzido a nitrogênio gasoso, a Figura 9 mostra a remoção de nitrogênio amoniacal obtido nos quatro meses de análises.

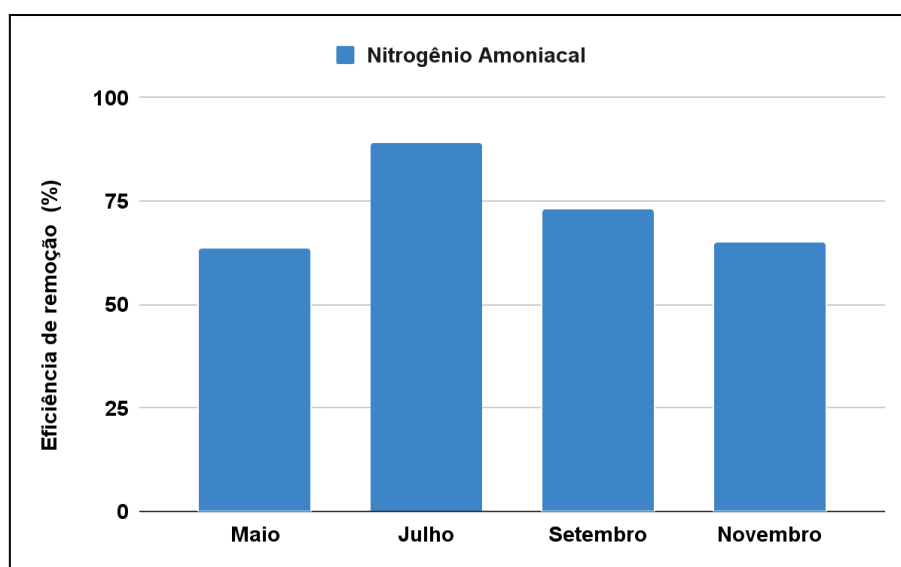


Figura 9: Percentual de remoção de nitrogênio amoniacal nos meses de maio, julho, setembro e novembro.

A ETE compacta foi dimensionada para que ocorresse a remoção de nitrogênio por meio da combinação de zonas aeróbicas e anaeróbicas no reator biológico. Por isso, o sistema foi programado para gerar uma aeração intermitente no reator. No projeto também foi contemplando a inserção de uma câmara anaeróbia anterior ao reator aeróbio com o objetivo de remoção de aproximadamente 30% da carga orgânica total, seguindo a NBR 13.969. Os resultados mostraram que o efluente após o processo biológico apresentou percentuais de remoção

de nitrogênio amoniacal de 64%, 89%, 73% e 65% nos meses de maio, julho, setembro e novembro, respectivamente (Figura 9).

Em relação ao parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), mostrado na Tabela 2, no mês de setembro, após o tratamento, o efluente apresentou valores de 90,30 mg/L, entretanto o percentual de remoção atingido foi de 89%, atendendo a legislação estadual, que estabelece remoção de 80% da DBO. No mesmo mês, observou-se um aumento significativo de *Escherichia coli*, provavelmente relacionado com o aumento da DBO do ponto 1. Entretanto, nos outros meses avaliados, não houve presença da *E.coli* como mostrado na mesma tabela.

Os resultados sobre a cor aparente, indicaram que no mês de setembro a cor aparente do efluente bruto, no P1 foi aproximadamente o dobro observada nos meses anteriores (Tabela 2). Após o tratamento apresentou percentual de remoção de 65 % para o mês de setembro. O mês de maio foi o que apresentou menor valor de cor aparente, resultando em 10 uC. Entretanto, o maior percentual de redução foi observado no mês de novembro, atingindo aproximadamente 85% de remoção de cor aparente.

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas que podem ser de origem mineral, vegetal ou animal. Nas instalações residenciais os despejos gordurosos provêm principalmente do preparo e manipulação de alimentos e do descarte de seus resíduos. Num sistema de tratamento de esgoto, os óleos e graxas, em seu processo de decomposição, reduzem o oxigênio dissolvido elevando a DBO e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) causando alterações negativas no ecossistema aquático (METCALF e EDDY, 1991). A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) estabelece que para lançamento de efluentes a concentração máxima permitida é de 20 mg/L para óleos minerais e 50 mg/L para óleos vegetais e gorduras animais. Os resultados mostraram que o processo RBS se mostrou eficiente para remoção desses compostos, atendendo a legislação vigente (Tabela 2).

A temperatura também é um parâmetro que influencia nas atividades biológicas de um sistema de tratamento de esgoto sanitário, pois em temperaturas elevadas, ocorre um aumento das reações químicas e biológicas, redução da solubilidade dos gases e elevação da taxa de transferência de gases (METCALF; EDDY, 2003). Como observado na Figura 10, a temperatura, tanto do ponto 1 quanto do ponto 2, ao longo dos quatro meses permaneceu abaixo de 30°C. No mês de julho, considerado um dos meses mais frios do ano, foram observados valores menores de temperatura no ponto 2, atingindo 20°C. A resolução CONAMA° 430 de 13/05/2011 estabelece valores de temperatura abaixo de 40°C, portanto o sistema proposto atendeu esse parâmetro.

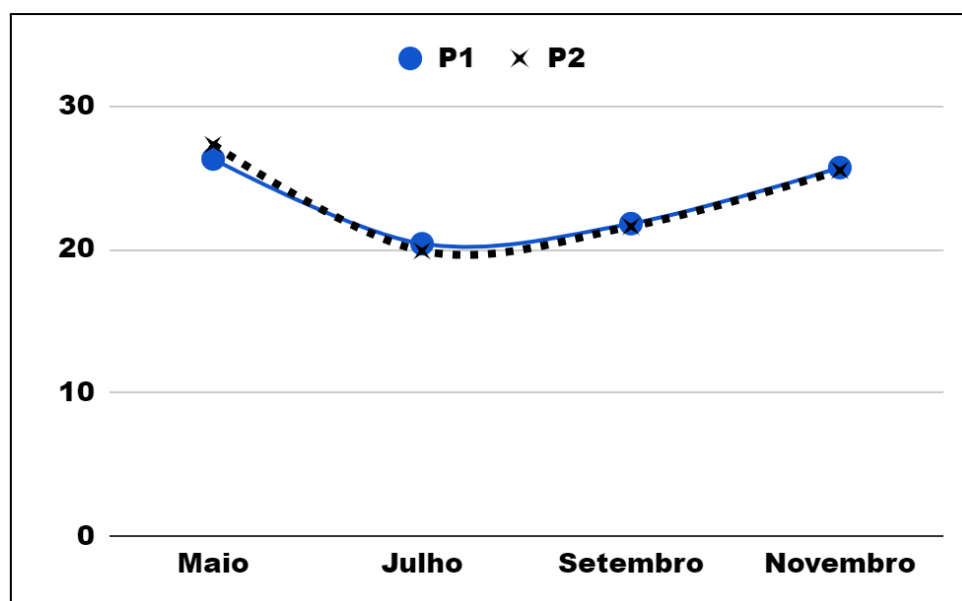


Figura 10: Medição da temperatura de entrada (P1) e no ponto de saída (P2) do reator.

**Tabela 2: Monitoramento dos parâmetros analisados no mês de maio, julho, setembro e novembro.**

Maio			
PARÂMETROS	P1	P2	UNIDADES
Cor Aparente	55	10	uC
Demanda Bioquímica de Oxigênio	427,4	41,90	mg/L
<i>Escherichia Coli</i>	45.000,00	Ausente	NMP/100mL
Óleo e Graxa	40	11	mg/L
Sólido Sedimentável	< 0,10	< 0,10	mL/L
Julho			
Cor Aparente	50	20	uC
Demanda Bioquímica de Oxigênio	190,5	20	mg/L
<i>Escherichia Coli</i>	2.200,00	Ausente	NMP/100mL
Fósforo Total	4,49	2,34	mg/L
Sólido Sedimentável	< 0,10	< 0,10	mL/L
Setembro			
Cor Aparente	100	35	uC
Demanda Bioquímica de Oxigênio	824,8	90,30	mg/L
<i>Escherichia Coli</i>	4.900,00	330	NMP/100mL
Óleo e Graxa	22,3	5,00	mg/L
Sólido Sedimentável	< 0,10	< 0,10	mL/L
Novembro			
Cor Aparente	80	12,5	uC
Demanda Bioquímica de Oxigênio	129,1	15,7	mg/L
<i>Escherichia Coli</i>	5.400,00	Ausente	NMP/100mL
Óleo e Graxa	35,2	<5,00	mg/L
Sólido Sedimentável	< 0,10	< 0,10	mL/L

O pH é outro fator que influencia diretamente nos sistemas de tratamento biológicos, principalmente no crescimento e desenvolvimento de bactérias. De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB (2016), o pH contribui com a precipitação de elementos químicos tóxicos, bem como nos efeitos da

solubilidade de nutrientes. Os resultados mostraram que o pH analisado dos quatro meses no ponto 1 já estavam na faixa exigida na legislação federal na resolução do CONAMA 430/2011, que determina a faixa de pH entre 5,0 e 9,0, e na Lei Estadual 14.675/2009 que estabelece a faixa do pH entre 6,0 e 9,0. Além disso, após o tratamento biológico, os valores de pH permaneceram nessa faixa, favorecendo a diversidade biológica do sistema, que é maior entre pH 6 a 9 (Figura 11).

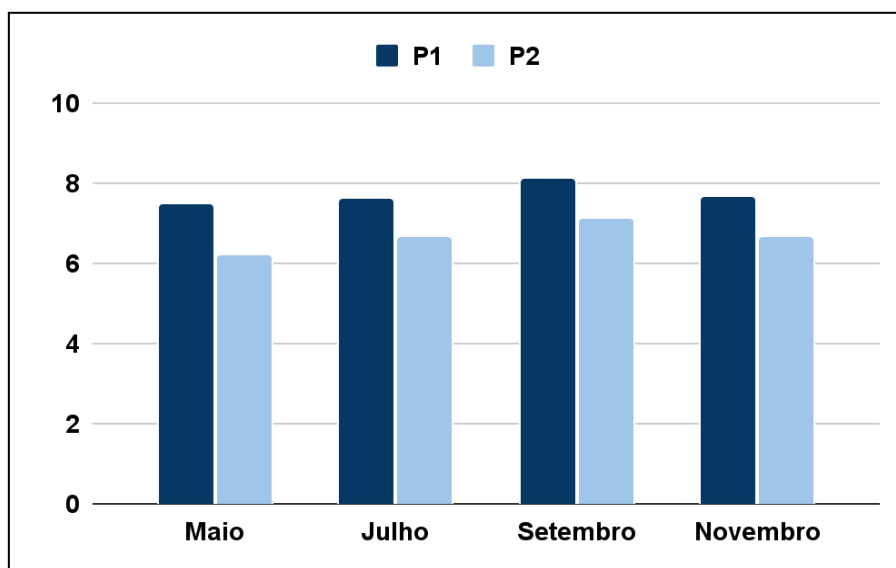


Figura 11: Medição do pH no ponto de entrada (P1) e no ponto de saída (P2) do reator.

A determinação da turbidez permite evidenciar alterações na qualidade da água. A água que possui turbidez, faz com que as partículas em suspensão reflitam a luz, fazendo com que esta não chegue aos organismos aquáticos. Como observado na Figura 12, a turbidez apresentou excelentes percentuais de remoção no mês de maio, onde o efluente bruto apresentou maiores valores 110,15 NTU, sendo que o percentual de redução após o tratamento foi de 95%.

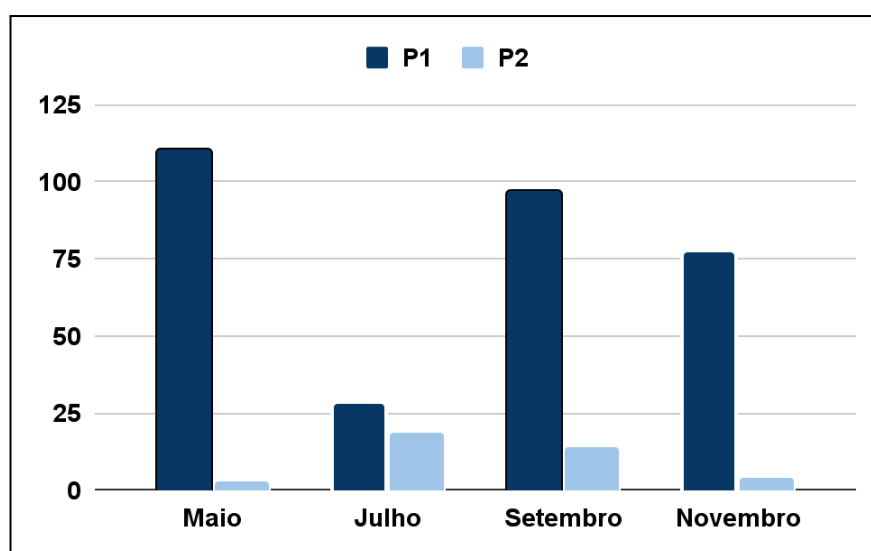


Figura 12: Medição da turbidez no ponto de entrada (P1) e no ponto de saída (P2) do reator.

No mês de julho, os valores do efluente bruto eram baixos, em relação aos observados nos demais meses, apresentando percentuais de remoção de 33% após o tratamento. Nos meses de setembro e novembro, obtiveram 85% e 94% de remoção de turbidez, respectivamente. Ressalta-se que com a Resolução

nº182/2021, para ETEs que se enquadram nas faixas de vazões entre 1,5 a 5 L/s, os padrões de lançamento até 2022 sofreram uma pequena alteração.

CONCLUSÕES

A ETE compacta operando no sistema RBS com vazão de 10,2 m³/dia dimensionada para atender 68 habitantes, se mostrou eficiente para remoções dos parâmetros avaliados: Cor aparente, demanda bioquímica de oxigênio, *Escherichia Coli*, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, óleo e graxa, pH, sólido sedimentável, temperatura e turbidez. As análises realizadas nos meses de maio, julho, setembro e novembro mostraram que os parâmetros atingiram as especificidades previstas na resolução do CONAMA 430/2011 e na Lei Estadual 14.675/2009, mesmo se tratando de um residencial de veraneio, em que a lotação máxima prevista é nos períodos de verão. A ETE compacta se mostrou uma alternativa mais econômica, por necessitar de menores áreas de implantação e pelo uso de *airlifts* ao invés de bombas, além de favorecer a descentralização do tratamento de esgoto em municípios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR-13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
2. 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. Diário Oficial da União, nº 92, p.89, de 16 de maio de 2011.
3. 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, e dá outras providências. Diário Oficial da União, nº 053, p.58, de 18 de março de 2005.
4. CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das Águas Doces no Estado de São Paulo: Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. São Paulo, 2016.
5. CHERNICHARO, C. A. L. Reatores Anaeróbios. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias); v.5, 2016.
6. Federation, Water Environmental, and Aph Association. "Standard methods for the examination of water and wastewater." American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA 21, 2005.
7. HARAGUCHI, M. T.; UCKER, F. E.; KRONHARDT, R.; FERRARI, T.; KEMERICH, P. D. C. Estudo de caso para a viabilidade de implementação de sistema de tratamento de esgoto compacto na região metropolitana de Goiânia. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria. Revista Monografias Ambientais – Remoa v. 14, n. 1, p. 2967-297, 2014.
8. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.p.31, 2017.
9. Lei nº 14.675 de 13 de abril de 2009: Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Florianópolis, 13 de abril de 2009.

10. METCALF, L.; EDDY, H. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4 ed. Revisado por George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, H. David Stensel. New York: McGraw -Hill, 2003.
11. NOWACKI, C. C. B.; RANGEL, M. B. A. *Química Ambiental: Conceitos, Processos e Estudo dos Impactos ao Meio Ambiente*. São Paulo: Érica, 2014.
12. SANTA CATARINA, Lei 14.675 de 13 de abril de 2009: Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.
13. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO SNIS 2018. Diagnóstico Temático dos Serviços de Água e Esgotos. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA)/Ministério das Cidades, p.218, 2016.
14. VAN HAANDEL, A. C.; MARAIS, G. O. O comportamento do sistema de lodo ativado – Teoria e aplicação para projeto e operação. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, Eprgraf, p.472, 1999.
15. VAZ, L.G.L.; KLEN, M.R.F. VEIT, M.T.; SILVA, E.A.; BARBIERO, T.A.; BERGAMASCO, R. Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia. *Ecl Química*, São Paulo. p. 45-54, 2010
16. VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, p.243, 1996.