

Avaliação do processo de start-up de uma estação de tratamento de águas residuárias turísticas: estudo de caso do Clube Náutico Alvorada – Caratinga/MG

Evaluation of the start-up process of a tourist residential water treatment station: case study of the Alvorada Nautical Club - Caratinga / MG

Evaluación del proceso de puesta en marcha de una estación de tratamiento de agua residencial turística: estudio de caso del Club Navical Alvorada - Caratinga / MG

Recebido: 16/04/2020 | Revisado: 21/04/2020 | Aceito: 27/04/2020 | Publicado: 28/04/2020

Gabriela Soares Pereira

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6188-2172>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: gabrielasoares_02@hotmail.com

José Augusto Costa Gonçalves

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1659-0896>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: jaucosta@unifei.edu.br

Resumo

A água é o recurso natural mais susceptível a impor limites ao desenvolvimento em muitas partes do mundo. A deterioração de sua qualidade, causada por lançamentos de efluentes sem tratamento, tende a ser uma ameaça à saúde pública. Neste sentido, este trabalho objetiva avaliar o desempenho da Estação de Tratamento de Esgoto do Clube Náutico Alvorada, Caratinga/MG, em seu processo de start-up. Foram realizadas análises laboratoriais para conhecer a eficiência do sistema de tratamento anaeróbio em seu processo de start-up, no tratamento de águas residuárias turísticas. Os parâmetros analisados foram pH, Temperatura, Condutividade, DQO, DBO, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Suspensos e Sólidos Sedimentáveis. As eficiências globais médias para DBO e DQO foram, respectivamente, 49,50 e 59,96%. O desempenho da ETE pode ser explicado pela variação da vazão e carga orgânica do efluente. A estabilidade do sistema ainda não foi atingida na sua totalidade, contudo seu tratamento apresentou bons resultados.

Palavras-chave: Tratamento anaeróbio; Startup; Águas Residuárias.

Abstract

Water is the natural resource most likely to impose limits on development in many parts of the world. The deterioration of its quality, caused by untreated effluent discharges, tends to be a threat to public health. In this sense, this work aims to evaluate the performance of the Sewage Treatment Station of Clube Náutico Alvorada, Caratinga / MG, in its start-up process. Laboratory analyzes were performed to determine the efficiency of the anaerobic treatment system in its start-up process in the treatment of tourist wastewater. The parameters analyzed were pH, Temperature, Conductivity, COD, BOD, Dissolved Solids, Suspended Solids and Sedimentable Solids. The average overall efficiencies for BOD and COD were, respectively, 49.50 and 59.96%. The performance of the WWTP can be explained by the variation of the effluent flow and organic load. The stability of the system has not yet been fully achieved, but its treatment has shown good results.

Keywords: Anaerobic Treatment; Startup; Wastewater. ncluir o resumo em inglês.

Resumen

A água é o recurso natural más susceptible a un límite importante en el desarrollo de las mudas partes del mundo. A deterioração de sua qualidade, causada por lançamentos de efluentes sem tratamento, Tende a ser uma ameaça à saúde pública. En este sentido, este objetivo objetivo está disponible para el desempeño de la Estación de Tratamiento de Esgoto do Clube Náutico Alvorada, Caratinga / MG, en su proceso de puesta en marcha. Para realizar trabajos analíticos de laboratorio para la eficacia del sistema de tratamiento anaeróbico en su proceso de puesta en marcha, no se requiere tratamiento de residuos residuales turísticos. Los parámetros analizados para pH, Temperatura, Conduktividade, DQO, DBO, Sólidos Dissolvidos, Sólidos Suspensos y Sólidos Sedimentáveis. Como eficiências globais médias para DBO y DQO foram, respectivamente, 49,50% e 59,96%. O desempenho da ETE pode ser explicado pela variação da vazão e carga orgânica do efluente. A estabilidade do system ainda não foi atingida na sua totalidade, contudo seu tratamento apresentou bons results.

Palabras clave: Tratamiento Anaeróbico; Inicio; Aguas Residuales. ncluir o resumo em espanhol.

1. Introdução

A água, devido a sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a qualidade da água, Sperling (1996). A qualidade e a disponibilidade da água estão diretamente relacionadas ao padrão de qualidade de vida de uma população, sendo este o recurso natural mais crítico e mais susceptível a impor limites ao desenvolvimento em muitas partes do mundo, Forno (1999), Gonçalves et al., (2007).

De acordo com Vieira Neto et al., (2012), para o século XXI, mais de 50% dos principais rios do mundo estão contaminados de alguma forma, colocando em risco a saúde humana e dos ecossistemas.

O lançamento indiscriminado de águas residuárias nos corpos d'água pode causar vários inconvenientes Jordão & Pessoa (2005). Lançar esgoto sem prévio tratamento pode custar a deterioração da qualidade da água, que passaria, então, a ser uma ameaça à saúde pública Nuvolari (2003).

A partir dessas considerações, entende-se que os sistemas de tratamento de esgoto são importantes componentes da infraestrutura urbana, de propriedades rurais e de outros centros populacionais Crespo (2001). Para efluentes de baixa carga e para atender pequenas populações, os tratamentos anaeróbios são uma alternativa viável Chernicharo (1997).

De acordo com Chernicharo (1997), as diversas características favoráveis de sistemas anaeróbios, passíveis de serem operados com elevados tempos de retenção de sólidos e baixíssimos tempos de detenção hidráulica, conferem aos mesmos um grande potencial para a sua aplicabilidade em tratamento de águas residuárias de baixa concentração. São também tecnologias simples e de baixo custo, com algumas vantagens quanto 1ª operação e à manutenção.

Considerando a classificação das águas residuárias, enfoca-se neste trabalho naquelas classificadas como Águas Residuárias Turísticas, com características sazonais, e com presença de menor ou maior carga poluente conforme provêm de estabelecimentos hoteleiros ou de complexos turísticos, como clubes de lazer, Cruz (1997).

Neste contexto, este trabalho visa avaliar o desempenho das unidades de tratamento anaeróbio e levantar considerações sobre a unidade de aplicação de esgoto no solo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do Clube Náutico Alvorada, em seu processo de start-up. O clube está localizado no município de Caratinga/MG e a ETE trata o esgoto proveniente de chalés e demais sanitários do clube, bem como, o efluente provindo de duchas, chuveiros, restaurantes e lavagens de pátios.

São designadas águas residuárias as águas descartadas pelas atividades humanas, vulgarmente denominadas esgoto. Após a utilização humana, a água apresenta suas características naturais alteradas e com uma quantidade considerável de poluentes, seja pelo uso doméstico, comercial ou industrial.

Dentro da classe de águas residuárias domésticas, Cruz (1997) entende como águas residuárias turísticas aquelas com características sazonais e com presença de menor ou maior carga poluente conforme provêm de estabelecimentos hoteleiros ou de complexos turísticos isolados, como clubes de lazer e outros.

Segundo Nuvolari (2003) quando o esgoto sanitário é lançado in natura nos corpos

d'água, isto é, sem receber um prévio tratamento, dependendo da relação entre vazões do esgoto lançado e do corpo receptor, pode-se esperar, na maioria das vezes, sérios prejuízos à qualidade dessa água. Além do aspecto visual desagradável, pode haver um declínio dos níveis de oxigênio dissolvido, afetando a sobrevivência dos seres de vida aquática; exalação de gases mal cheirosos e possibilidade de contaminação de animais e seres humanos pelo consumo ou contato com essa água.

De acordo com Chernicharo (2001), no Brasil os sistemas anaeróbios encontram uma grande aplicabilidade. As diversas características favoráveis destes sistemas, como o baixo custo, simplicidade operacional e baixa produção de sólidos, aliadas às condições ambientais no Brasil, onde há a predominância de elevadas temperaturas, têm contribuído para a colocação dos sistemas anaeróbios de tratamento de esgotos.

De acordo com Jordão e Pessoa (2005) os tanques sépticos são sistemas para tratamento de nível primário. Para Ávila (2005), eles são reatores biológicos anaeróbios, onde há reações químicas com a interferência de microrganismos, os quais participam ativamente no decréscimo da matéria orgânica. Nesses tanques, o esgoto é tratado na ausência de oxigênio livre (ambiente anaeróbio), ocorrendo a formação de uma biomassa anaeróbia (lodo anaeróbio) e formação do biogás, que é composto principalmente de metano e gás carbônico.

Suas principais funções são: reter os despejos domésticos e/ou industriais por um período determinado, permitir a sedimentação dos sólidos, decomposição da parte orgânica e retenção do material graxo, Ávila (2005).

Conforme Chernicharo (1997), no Brasil, não se tem dispensado uma maior atenção à partida de filtros anaeróbios para o tratamento de esgotos domésticos, possivelmente devido aos seguintes aspectos principais:

- Estes são aplicados prioritariamente ao tratamento de esgotos de pequenas populações, não sendo objeto de maiores cuidados operacionais face ao porte dos sistemas;
- Estes reatores dispõem de meio suporte, garantindo uma maior retenção de sólidos e de biomassa no sistema e favorecendo o processo de partida.

No entanto, com base em trabalhos de pesquisa desenvolvidos, Chernicharo (1997) afirma que a partida de filtros anaeróbios pode se proceder de forma análoga aos reatores de manta de lodo, ou seja: i) sem inóculo; ii) com inóculo não adaptado ao tipo de esgoto a ser tratado; iii) com inóculo adaptado ao tipo de esgoto.

A Resolução CONAMA n.º 357/05 apresenta a separação por classe da água quanto ao seu uso (Quadro 3) e prevê as condições e padrões de qualidade do corpo hídrico, todavia, a Resolução CONAMA n.º 430/11 complementa e altera a Resolução CONAMA n.º 357/05

dispondo sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

As condições e padrões de lançamento de efluentes de interesse para este trabalho se apresentam no Quadro 1 e foram identificados na Resolução CONAMA n.º 430/11 e na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n.º 01/08.

Quadro 1 - Padrões de lançamento de efluentes para sistemas de esgoto sanitário.

Parâmetros	Limites
pH	Entre 6,0 a 9,0
Temperatura	Inferior a 40 graus Celsius
Materiais sedimentáveis	Até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff
DBO	Até 60 mg/L ou eficiência de remoção em no mínimo 60%
DQO	Até 180 mg/L ou eficiência de remoção em no mínimo 55%
Sólidos em suspensão totais	Até 100 mg/L

Fonte: CONAMA, 2011 e COPAM/CERH, 2008.

Objetivando avaliar o desempenho da Estação de Tratamento de águas residuárias do Clube Náutico Alvorada, este trabalho analisa a evolução do desempenho das unidades de tratamento anaeróbio, como tanque séptico e filtro anaeróbio, considerando os padrões de lançamento conforme Resolução CONAMA no 430/11 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n.º 01/08.se o parágrafo como modelo

2. Metodologia

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) objeto de estudo, está implantada no Clube Náutico Alvorada, comumente conhecido como Lagoa Silvana, localizado no município de Caratinga/MG, mais precisamente a 13 Km da cidade de Ipatinga/MG, Figura 1.



Figura 1 – Vista do Clube Náutico Alvorada e sua ETE em destaque. Fonte: Google Earth.

A ETE teve construção concluída no final do segundo semestre de 2012 e início de operação no início do mês de abril de 2013. Ela trata o esgoto proveniente de chalés, restaurantes e demais sanitários do clube, e por isso, o efluente encontra-se clarificado, pois recebe água proveniente de limpezas de pátios e de restaurantes além daquelas provenientes de duchas e chuveiros. A vazão média de esgoto estimada a partir do consumo de água do clube e usada para o dimensionamento da ETE é de 1,20 L/s.

Todavia, todo o sistema recebe uma vazão muito variável devido a ETE ter sido implantada em um clube de lazer, que recebe um número de pessoas também variável. Deste modo, podemos considerar que a ETE trata águas residuárias turísticas.

Primeiramente, o esgoto é coletado de todos os pontos geradores de efluente do clube e é direcionado para as fossas sépticas, que já existiam antes da construção da Estação de Tratamento de Esgoto. Os sumidouros, para onde o esgoto era encaminhado anteriormente, foram desativados. Hoje, o esgoto das fossas sépticas é encaminhado para a ETE, que é composta por 02 (duas) unidades de tratamento anaeróbio seguidas de um sistema de aplicação de esgoto no solo.

As unidades de composição da ETE são: 02 (dois) tanques sépticos para remoção de sólidos; 02 (dois) filtros anaeróbios de fluxo ascendente, preenchidos com brita N^o4 como meio suporte; e um sistema de aplicação de esgoto no solo compreendido por 02 (dois) tabuleiros inclinados (rampas ou baias de capim) cobertos por capim *Brachiaria humidicola* e impermeabilizados com argila compactada. O biogás gerado pelos sistemas anaeróbios é destinado a um queimador.

O esquema operacional da ETE das unidades de tratamento anaeróbio pode ser entendido através do desenho esquemático apresentado na Figura 2.

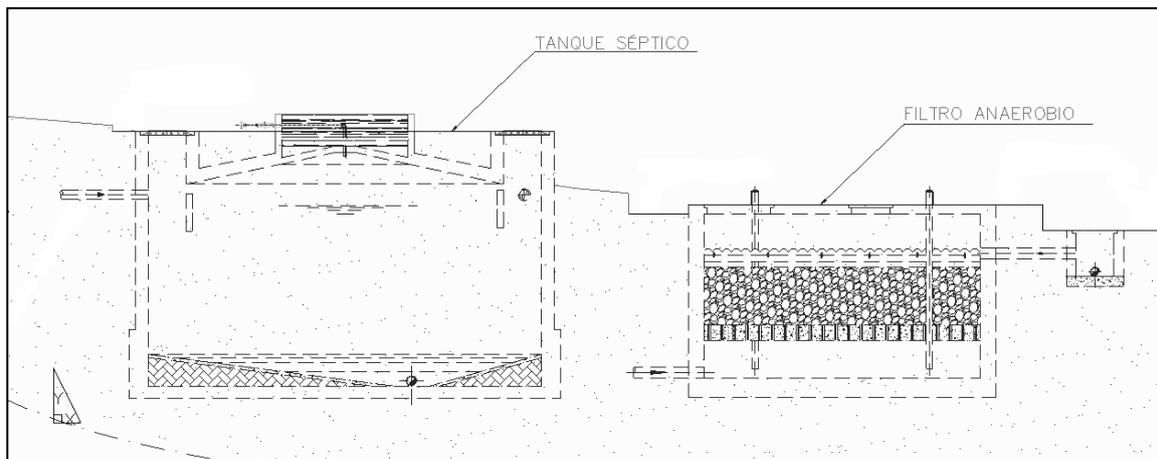


Figura 2 – Unidades 1 e 2 da ETE Lagoa Silvana. Fonte: Autores, 2012.

Análises e métodos de análise e coleta.

Com a finalidade de acompanhar a evolução do processo de *start-up* da ETE do Clube Náutico Alvorada (Lagoa Silvana), foram coletadas amostras em 3 pontos, conforme mostrado na Figura 3.

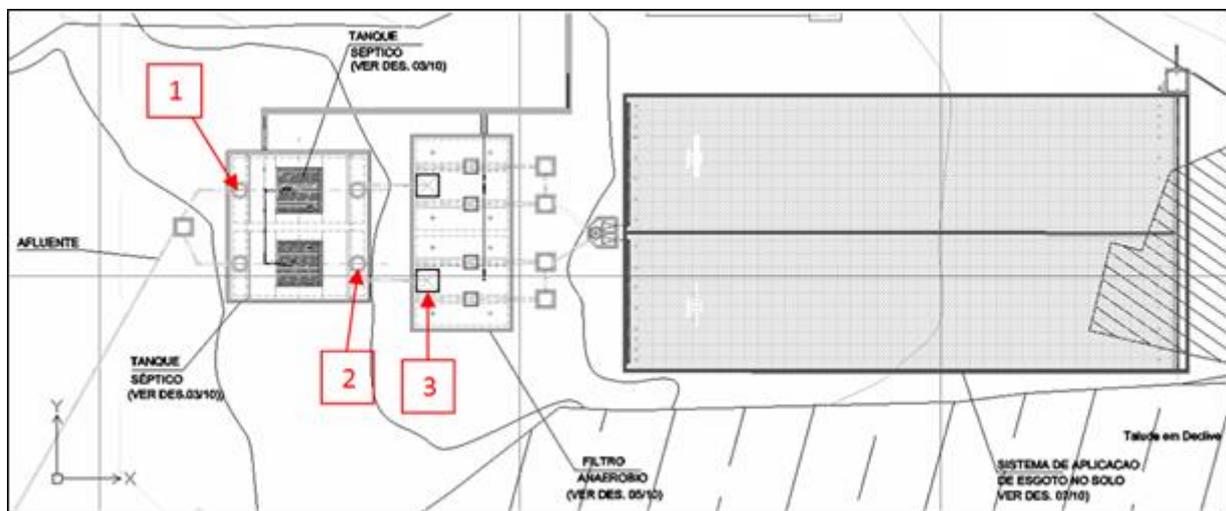


Figura 3 – Vista do projeto da ETE da Lagoa Silvana, em destaque pontos de coleta.
Fonte: Autores, 2012.

Os pontos determinados para coleta são:

- Ponto 01: Poço de visita na entrada da ETE, anterior ao tanque séptico;
- Ponto 02: Saída do tanque séptico; e

- Ponto 03: Parte superior do filtro anaeróbio, ou seja, equivale ao efluente que já passou pelo meio suporte do filtro.

No início de operação as unidades foram preenchidas gradativamente, deste modo, as análises do ponto 03 se iniciaram a partir da 4ª coleta de amostras, já que, foi nessa época que o efluente passou a verter para o filtro anaeróbio. A ETE possui uma unidade de disposição de esgoto no solo, mas que, durante o período do estudo, não recebeu efluente suficiente para escoar efluente tratado no coletor de saída.

As coletas dos pontos 01 e 02 se iniciaram em no mês de maio, enquanto, que, as coletas do ponto 03 se iniciaram em junho. Ao todo ocorreram 8 (oito) coletas que, a princípio, foram programadas para ocorrerem quinzenalmente, porém, devido às dificuldades encontradas, as datas de coleta ocorreram conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Datas de realização das coletas.

Ordem	Data
1ª	11/05
2ª	25/05
3ª	08/06
4ª	29/06
5ª	03/08
6ª	24/08
7ª	31/08
8ª	28/09

Fonte: Autores.

Foram determinados os seguintes parâmetros para análise: pH, Temperatura, Condutividade, DQO, DBO, Sólidos Suspensos, Sólidos Sedimentáveis e Sólidos Dissolvidos. O método de análise utilizado para cada parâmetro segue descrito no Quadro 3.

Quadro 3 – Parâmetros e seus métodos de análise.

Pontos de Coleta	Parâmetros	Método de Análise
1, 2 e 3	pH	Medidor multiparâmetro Hanna
1, 2 e 3	Condutividade	Medidor multiparâmetro Hanna
1, 2 e 3	Temperatura	Medidor multiparâmetro Hanna
1, 2 e 3	DQO	Colorimétrico
1, 2 e 3	DBO	Por encubação (Oxitop)

1, 2 e 3	Sólidos Suspensos	Gravimetria particulada
1, 2 e 3	Sólidos Sedimentáveis	Cone Imhoff (NBR 10561/1988)
1, 2 e 3	Sólidos Dissolvidos	Medidor multiparâmetro Hanna

Fonte: Autores.

Os métodos padronizados para determinação dos parâmetros de qualidade de água e água residuárias se baseiam no disposto na 20ª Edição do “*Standard Methods*”, publicada em 1998.

As coletas de amostras ocorreram sempre aos sábados pela manhã, enquanto as análises laboratoriais ocorreram, geralmente, logo após as coletas, sendo que, quando necessário, foram adequadamente armazenadas para prosseguimento das análises durante a semana.

Os dados obtidos com as análises foram inseridos em planilha única para posterior análise e comparação com a legislação ambiental vigente.

3. Resultados

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH variaram entre 6,25 a 7,65 no ponto 01; 6,49 a 7,31 no ponto 02; e 6,81 a 7,68 no ponto 03. Conforme a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/08, para assegurar os usos preponderantes das águas, os valores de pH para o lançamento de efluentes devem estar compreendidos entre 6 e 9. Através da Figura 4 observa-se que o efluente em qualquer etapa do sistema de tratamento anaeróbio demonstrou boa estabilidade e manteve-se em conformidade com a condição de lançamento estabelecida pela mencionada Deliberação Normativa.

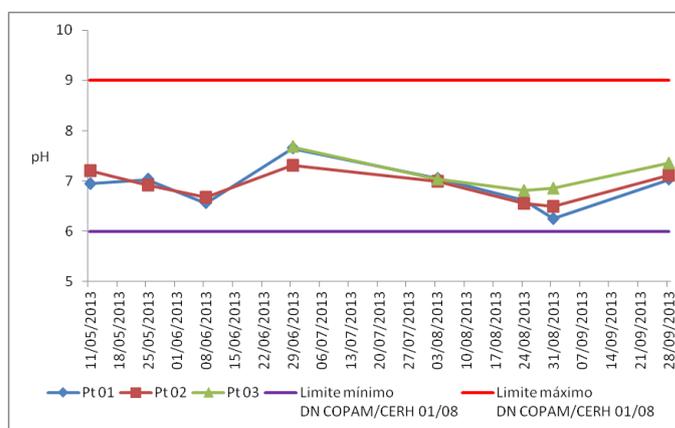


Figura 4 – Valores de pH dos pontos 01, 02 e 03, Fonte: Autores.

Temperatura

A resolução CONAMA 430/2011 estabelece que a temperatura para lançamento de efluentes deve ser inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura. A Figura 5 mostra que os valores de temperatura se mantêm abaixo de 40°, como estabelece a resolução, apresentando temperaturas que variaram de 24,81 a 28,17 °C.

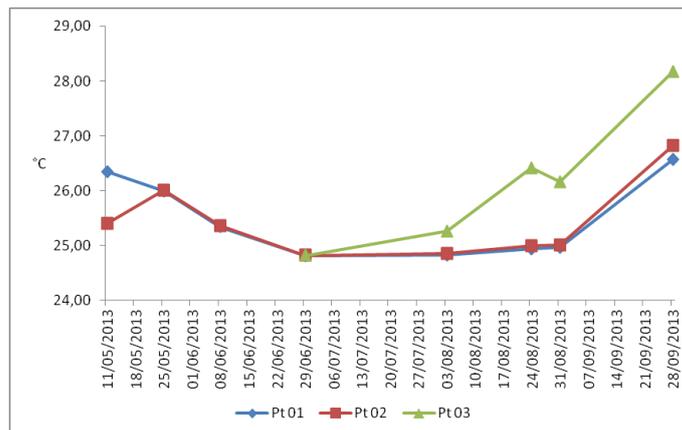


Figura 5 – Valores de temperatura em °C dos pontos 01, 02 e 03, Fonte: Autores.

O ponto 03, saída do filtro anaeróbio, apresentou valores de temperatura pouco mais elevados, o que pode estar relacionado à ocorrência das reações de degradação da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.

Condutividade Elétrica (CE) e Sólidos Dissolvidos

A condutividade elétrica é um parâmetro muito sensível à variação da concentração de sólidos dissolvidos, principalmente por sais minerais Pereira Filho (2000). Neste sentido, pode-se verificar através das Figuras 6 e 7 que a CE tem um comportamento similar ao total de sólidos dissolvidos, visto o comportamento desta variável depender dos sais presentes na água.

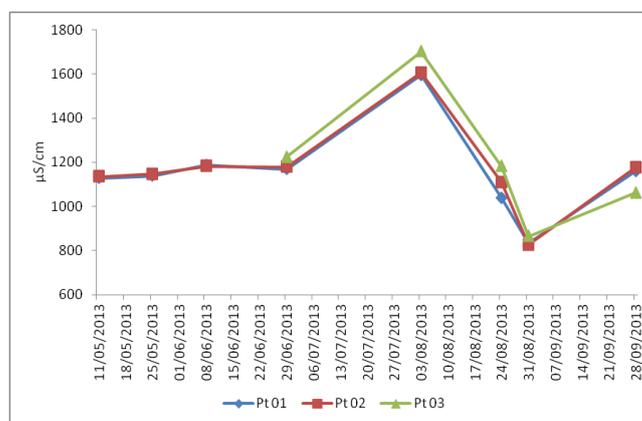


Figura 6 – Condutividade elétrica em µS/cm dos pontos 01, 02 e 03, Fonte: Autores.

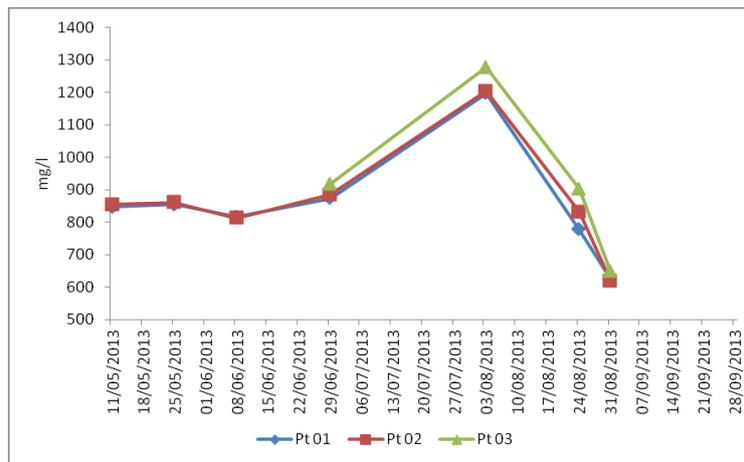


Figura 7 – Sólidos dissolvidos em mg/l dos pontos 01, 02 e 03, Fonte: Autores.

No final do mês de julho o Clube Náutico Alvorada recebeu um grande número de campistas devido a um evento de encontro dos mesmos, onde várias pessoas permaneceram acampando no clube por alguns dias. Este evento pode ter influenciado na elevação dos valores de condutividade elétrica e sólidos dissolvidos da amostra do dia 03 de agosto.

Sólidos Sedimentáveis

Durante todas as análises para medição de sólidos sedimentáveis, geralmente se obteve valores baixos, o que se deve, provavelmente, ao efluente receber contribuições de lavagens de pátios, duchas e chuveiros, ou seja, receber muita água que o dilui, tornando-o mais clarificado. A Figura 8 apresenta os valores de sólidos sedimentáveis obtidos em ml/l através do teste de sedimentação em cone Imhoff.

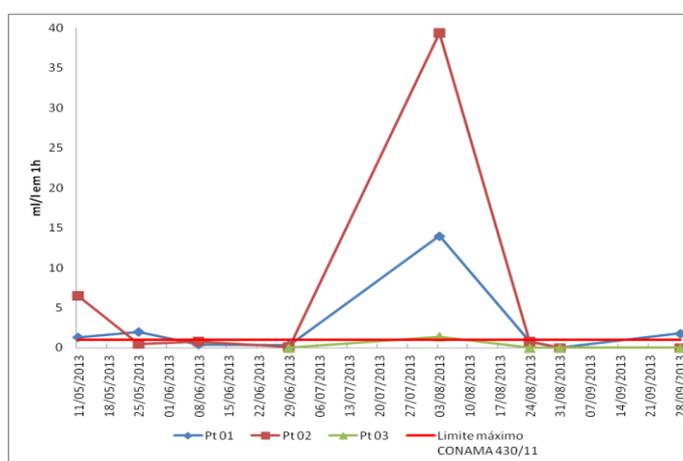


Figura 8 – Sólidos sedimentáveis em ml/L obtidos ao final de 1h através da análise com cone Imhoff, Fonte: Autores.

Os dados de sólidos sedimentáveis obtidos da amostra coletada no dia 03 de agosto de 2013 foram mais altos que os demais dias de coleta, coincidindo com o maior número de pessoas que passaram pelo clube para o encontro de campistas ocorrido no final do mês de julho. Pode-se observar também que o ponto 02 gerou dado significativamente alto, possivelmente, isso se deve à sobrecarga hidráulica, que pode ter contribuído para o arraste de material do início do tanque séptico para o final. Os dados do ponto 01 da amostra coletada no dia 03 de agosto podem corresponder ao efluente que proveio do final do evento, onde muitos campistas já haviam deixado o clube e que por isso o ponto 01 apresenta valor menor de sólidos sedimentáveis do que o ponto 02.

De acordo com Campos (1999) o arraste de sólidos é um dos problemas a que estão sujeitos os reatores submetidos a sobrecargas hidráulicas.

O limite de lançamento para sólidos sedimentáveis, segundo a Resolução CONAMA 430/11 é de no máximo 1 ml/L em 1h no teste de sedimentação em cone Imhoff. Os valores obtidos no efluente do filtro anaeróbico foram de 1,4 ml/L no 5º dia de coleta (2ª coleta realizada nesta unidade) e zero para as 4ª, 6ª, 7ª e 8ª coletas.

Sólidos Suspensos

Os valores de sólidos suspensos do efluente da ETE do Clube Náutico Alvorada estiveram abaixo no limite de 100mg/l estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/08. A Figura 9 mostra que ocorreu um evento de sobrecarga hidráulica em período próximo ao dia 03 de agosto, o que demonstra que mesmo com a ocorrência de eventos não ideais ao tratamento a ETE se manteve eficaz na remoção de sólidos suspensos.

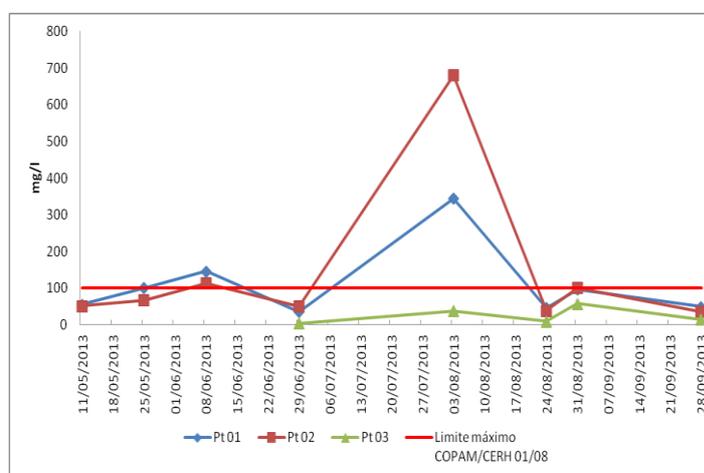


Figura 9 – Valores em mg/L de sólidos suspensos obtidos através de método de gravimetria particulada. Fonte: Autores.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

Como observado na Figura 10, no dia 03 de agosto, onde para os demais parâmetros os valores foram mais elevados do que aqueles que estavam sendo obtidos nas coletas anteriores, para DBO foi a amostra de menor valor. Isso pode estar relacionado ao uso intenso de duchas e chuveiros por parte dos frequentadores do clube, fazendo com que o efluente ficasse bem diluído. Além disso, a presença de compostos orgânicos sintéticos (detergentes), quando em elevadas concentrações, como deve ter ocorrido no dia 03 de agosto, pode ter inibido a ação das bactérias na degradação da matéria orgânica. Somado a isso, ainda pode não ter sido formado um biofilme maduro/adaptado no filtro anaeróbico capaz de degradar a matéria orgânica contida no efluente.

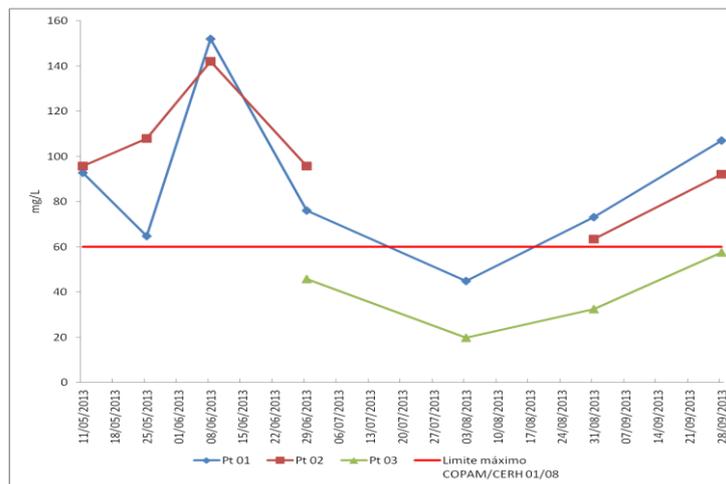


Figura 10 – Valores em mg/L de DBO₅. Fonte: Autores.

Os valores de DBO do ponto 03 se mantiveram abaixo do limite de 60 mg/L estabelecido pela Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01/08, variando no efluente da ETE de 19,7 a 57, 53 mg/L.

O afluente da ETE do Clube Náutico Alvorada apresenta baixa DBO e não é alimentado continuamente, recebendo vazões e cargas muito variáveis, deste modo, a ETE trabalha com picos, pois, eventualmente recebe choques de carga hidráulica. Logo, espera-se que sua estabilização será um pouco mais demorada.

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Os valores de DQO se mantiveram abaixo do limite de 180 mg/L estabelecido pela Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01/08, variando no efluente da ETE de 19,7 a 57, 53 mg/L.

Na Figura 11, observa-se altos valores de DQO para a amostra do dia 03 de agosto, ultrapassando o limite de 180 mg/l estabelecido pela Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01/08, correspondendo ao período de maior número de pessoas no clube. A DQO elevada, provavelmente, se deve à presença de compostos orgânicos sintéticos (detergentes) provenientes das águas de lavagem de pátios, restaurantes e banhos em chuveiros e duchas, o que inibi a ação das bactérias.

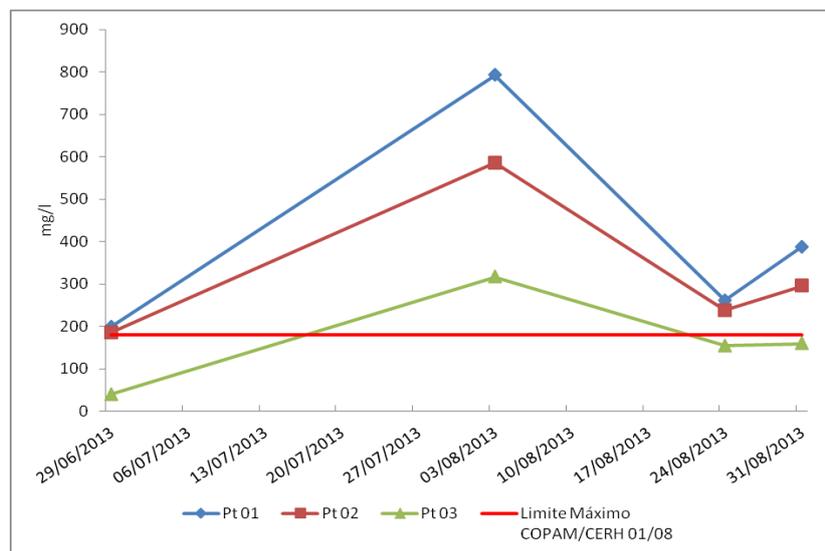


Figura 11 – Valores em mg/l de DQO. Fonte: Autores.

Para Ramos & Sobrinho (2002), a eficiência de remoção de surfactantes (detergentes) está intimamente ligada à eficiência de remoção de DQO, ou seja, a variação na eficiência na remoção de DQO pode ser explicada em função da eficiência na remoção de surfactantes.

Camargo (2000) e Camargo e Nour (2001), que estudaram filtros anaeróbios com TDH de nove horas, com emprego de inóculo e vazão regularizada, necessitaram de um período de partida de 23 semanas, quanto à estabilização dos valores de DQO bruta. Por sua vez, Daltro e Povinelli (1990) operaram outro filtro anaeróbio, precedido de um decanto digestor, com TDH de 48 horas e acabaram obtendo uma fase inicial de adaptação de 30 semanas.

O sistema de tratamento do Clube Náutico Alvorada tem aproximadamente 26 semanas de operação considerando o último dia de amostragem (28 de setembro). Vale notar que nesse período está incluído o tempo em que as unidades de tratamento levaram para serem preenchidas pelo esgoto. Em razão de receber uma vazão muito variável, o que pode ter comprometido a partida do sistema, a estabilização deste deve ocorrer nos próximos meses.

Eficiência global de remoção de DBO e DQO

Como as coletas no ponto 03 se iniciaram a partir da 4ª coleta, que ocorreu no dia 29 de junho de 2013, as eficiências globais de remoção de DBO e DQO pelas unidades de tratamento anaeróbico foram calculadas a partir desta data e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores em porcentagem da eficiência global de remoção de DBO e DQO das unidades de tratamento anaeróbico.

DBO ₅			DQO		
Ordem da coleta	Data	Eficiência (%)	Ordem da coleta	Data	Eficiência (%)
4ª	29/06	39,74	4ª	29/06	79,98
5ª	03/08	56,22	5ª	03/08	60,03
7ª	31/08	55,74	6ª	24/08	40,93
8ª	28/09	46,24	7ª	31/08	58,89

Fonte: Autores, 2013.

Vale informar que não houve análise de DBO para as amostras da 6ª coleta, uma vez que neste dia o aparelho para medição, Oxitop, estava indisponível. Os dados de DQO da 8ª coleta foram descartados devido à problemas de amostragem.

Contudo, foi observada uma média de eficiência de remoção de DBO de 49,5%. Em especial para o dia 03/08 a eficiência foi maior, chegando a 56,22%. A DQO teve uma eficiência média de remoção de 59,96%, apresentando a eficiência máxima em 79,98%. As eficiências variam devido à instabilidade do sistema que pode estar relacionada às características quali e quantitativas do efluente. As baixas eficiências podem ser explicadas pelo efluente ser de baixa carga e já ter parâmetros em valores baixos. É possível também que a eficiência do sistema anaeróbico melhore, pois, como é um sistema novo, o biofilme pode não estar maduro/adaptado.

Por outro lado, a possível presença de surfactantes no sistema, além de agregar DQO, ela de certa forma compromete a DBO.

4. Considerações Finais

Com esta pesquisa pode-se perceber o quão variáveis são as características de efluentes provenientes de complexos turísticos. Trata-se de águas residuárias turísticas, com características sazonais, as quais podem apresentar menor ou maior carga poluente dependendo da fonte geradora e da época de geração. Desta forma, a ETE que trata essa classe de águas residuárias apresenta comportamento diferente das demais e de certa forma, para este caso, os resultados dos parâmetros acompanharão a dinâmica do clube.

O efluente do Clube Náutico Alvorada, assim como os demais efluentes de complexos turísticos não são efluentes ideais para os sistemas de tratamento, uma vez que, por apresentarem picos de vazões e cargas orgânicas podem provocar eventos de sobrecarga hidráulica, prejudicando a estabilidade do sistema. Contudo, a ETE estudada, mesmo ainda não tendo atingido estabilidade, apresentou taxas de remoção consideráveis. Os únicos parâmetros observados acima do estabelecido pela legislação foram sólidos sedimentáveis e DQO, que, no entanto, foram evidenciados no período em que havia um maior número de pessoas no clube, o que pode ter ocasionado uma possível sobrecarga hidráulica, favorecendo o arraste de material nas unidades de tratamento.

Em função das limitações retratadas para realização deste trabalho, recomenda-se continuar este estudo de modo a monitorar a ETE no período de verão, quando ocorrerá a presença de pessoas em maior frequência e quantidade. Ao mesmo tempo, acredita-se que o sistema anaeróbio apresentará maior eficiência no verão devido às temperaturas mais elevadas do ambiente. Além do mais, a baía de capim poderá ser monitorada já que, provavelmente, o efluente começará a escoar por ela em quantidade significativa para realização de coletas de amostras. Sugere-se a realização de análises de fósforo e nitrogênio para verificar se há remoção dos mesmos pela baía de capim e se essa é eficiente, bem como, de patógenos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10561: águas - determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) - Método do cone de Imhoff. 2. ed. Rio de Janeiro, 1988.

Ávila, R. O. (2005). Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte. 166 p. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

Camargo, S. A. R. (2000). Filtro anaeróbio com enchimento de bambu para tratamento de esgotos sanitários: avaliação da partida e operação. 170p. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Ambiente). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Camargo, S. A. R.; Nour, E. A. A. (2001). Bamboo as an anaerobic medium: effect of filter column height. *Water Science and Technology*, v. 44, n. 4, p. 63-70.

Campos, J. R. (2000). Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo: coletânea de trabalhos técnicos. São Carlos: ABES.

Chernicharo, C. A. L. (1997). Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: reatores anaeróbios. Belo Horizonte: UFMG.

Chernicharo, C. A. L. (2001). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG.

Chernicharo, C. A. L. (2007). *Biological wastewater treatment: Anaerobic reactors*. London: IWA.

Crespo, P. G. (2001). *Sistemas de esgotos*. 1 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG.

Cruz, L. P. V. (1997). Principais técnicas de tratamentos de águas residuais. *Revista online Millenium*, n°7. Disponível em: <http://www.ipv.pt/millenium/ect7_lpvc.htm>.

CONAMA. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>>. Acesso em: 25 nov. 2012.

CONAMA. Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=17214>>.

COPAM; CERH. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>.

Daltro, J.; Povinelli, J. (1990). Avaliação da altura da camada suporte de filtros anaeróbios piloto no tratamento de esgotos sanitários. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (Abes).

Forno, D. A. (1999). Sustainable development starts with agriculture. In: FAIRCLOUGH A.J. (ed). Sustainable agriculture solutions the actions report of the sustainable agriculture initiative. London: The Novello Press. Cap.1, p. 8-11.

Gonçalves, J. A. C., Lena, J. C., Paiva, J. F., Nalini, H. A., Pereira, J. C. (2007). Arsenic in the groundwater of Ouro Preto (Brazil): its temporal behavior as influenced by the hydric regime and hydrogeology. *Environmental geology* 53 (4), 785-793

GOOGLE. Google Earth. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. Acesso em: 13 jul. 2019.

Jordão, E. P.; Pessoa, C. A. (2005). Tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro: ABES.

Medeiros, D. D. V. (2009). Avaliação da eficiência de lagoas de estabilização no tratamento de resíduos esgotados de fossas sépticas. 2009. 83 f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Munteer, A. H.; Nascimento, L. E.; Bastos R. K. X. (2006). Qualidade da água: apostila de aulas práticas. UFV.

Nuvolari, A. (2003). Esgoto sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 1. ed. São Paulo: E. Blücher.

Filho, W. P. (2000). Influência dos Diferentes Tipos de Uso da Terra em Bacias Hidrográficas sobre Sistemas Aquáticos da Margem Esquerda do Reservatório de Tucuruí-Pará. 138 p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Ramos R. G.; Sobrinho, P. A. (2002). Remoção de surfactantes no pós-tratamento de efluente de reator uasb utilizando filtro biológico percolador. XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, México.

Sperling, M. V. (1996). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2. ed. Rev. Belo Horizonte: UFMG. 243 p.

Vieira Neto, O.; Fassina, G. C.; Pratte-Santos, R. (2012). Estado de conservação das nascentes urbanas do município de Vila Velha, ES. Natureza on line, Santa Tereza, v. 10, n. 2, p. 85-88.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Gabriela Soares Pereira – 75%

José Augusto Costa Gonçalves – 25%