



## II CONPESQ Congresso de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Os novos rumos da ciência pós-pandemia

12 a 16 de abril de 2021 Universidade Federal do Cariri - UFCA

# PROPOSTA DE PLANO DE REVITALIZAÇÃO PARA UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES NA UFCA, CAMPUS JUAZEIRO DO NORTE

**Laryssa Evangelina pereira<sup>1</sup>**

**Thamara Martins Ismael<sup>2</sup>**

**Jônatas José Lobo Oliveira<sup>3</sup>**

## 1 INTRODUÇÃO

O processo evolutivo dos sistemas de tratamento se deve às preocupações com saúde, problemas ambientais e as crescentes mudanças das cidades. Assim, um dos problemas mais preocupantes diz respeito ao tratamento e disposição de águas residuárias geradas, que podem ser definidas como sendo a combinação dos resíduos líquidos drenados de residências, instituições, estabelecimentos comerciais e industriais, que podem estar em associação com as águas pluviais (Metcalf & Eddy, 2003). A água residuária apresenta em sua composição a matéria orgânica tais como as águas negras, proveniente dos sanitários, as águas cinzas, metais e constituintes gasosos como o oxigênio, dióxido de carbono, o ácido sulfídrico e o metano (Metcalf & Eddy, 2003; Henze et al., 1997).

Diante da sua composição e da clara necessidade de tratamento, as Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's) surgem como alternativa para remediar os efeitos nocivos do lançamento das águas residuárias no meio ambiente, assim, as ETE's devem ser projetadas para atender um determinado fluxo de resíduos previamente estipulado. Como forma de baratear os custos de implantação e operação, o uso de tecnologias simplificadas tem-se tornado cada vez mais recorrente como sistema de tratamento dos efluentes, são exemplos os tanques sépticos e filtros aeróbios. Em contrapartida, comumente esses sistemas necessitam de manutenção e supervisão para atender as normas previstas para a qualidade da água residuária tratada.

No presente trabalho apresenta-se uma proposta da elaboração de um Plano de revitalização a partir da análise dos resultados obtidos no monitoramento de uma Estação de

---

1 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.

2 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.

3 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.

Tratamento de Efluentes da Universidade Federal do Cariri - UFCA, *Campus Juazeiro do Norte*, a qual é formada pela combinação de tanques sépticos, filtros anaeróbios e sumidouros, os quais recebem efluentes sanitários e não sanitários da universidade.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 ETAPAS DE ESTUDO NA REALIZAÇÃO DO PLANO DE REVITALIZAÇÃO**

O estudo foi realizado em três etapas metodológicas principais:

a) Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico tem como função a realização de estudo da literatura e informações relevantes do desenvolvimento de novas pesquisas. No atual estudo, é necessário coletar informações relevantes de Estações de Tratamento de Efluentes e maneiras eficazes no combate ao mal funcionamento ou na sua correção. Esta etapa ocorreu durante todo período de realização do estudo para aprimoramento das seguintes etapas e no plano de revitalização.

b) Monitoramento

Tem como função monitorar a eficiência no tratamento de efluentes, a partir da verificação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos afluentes e efluentes da Estação de Tratamento de Efluentes, de acordo com a legislação vigente. Para isso, foram analisadas como parâmetros a Temperatura, Potencial Hidrogeniônico (pH), Alcalinidade e Ácidos Graxos Voláteis, Matéria sólida, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio Amoniacal e Coliformes Termotolerantes, sendo realizadas o total de 4 coletas em 3 pontos da Estação de Tratamento de Efluentes avaliada, o primeiro caracterizado como afluente, o segundo como efluente.

c) Avaliação do projeto e da implantação da Estação de Tratamento de Efluentes

Dentre as principais funções desta etapa, encontra-se a necessidade de verificar o projeto elaborado, bem como a implantação da Estação de Tratamento de Efluentes, com objetivo de compreender as etapas de funcionamento e comparar com a atual demanda de fluxo que recebe. Além disso, analisar fatores externos, como o espaço físico onde foi implantado e possíveis problemáticas que podem afetar o seu funcionamento.

d) Pesquisa de ações e medidas de revitalização

Através de pesquisas locais e estudo de técnicas já usadas como revitalização de Estações de Tratamento de Efluentes, podem-se traçar melhores opções no plano de revitalização, verificando os dados estudados e comparando com dados gerados na Estação de Tratamento de Efluentes analisada.

e) Elaboração do plano de revitalização

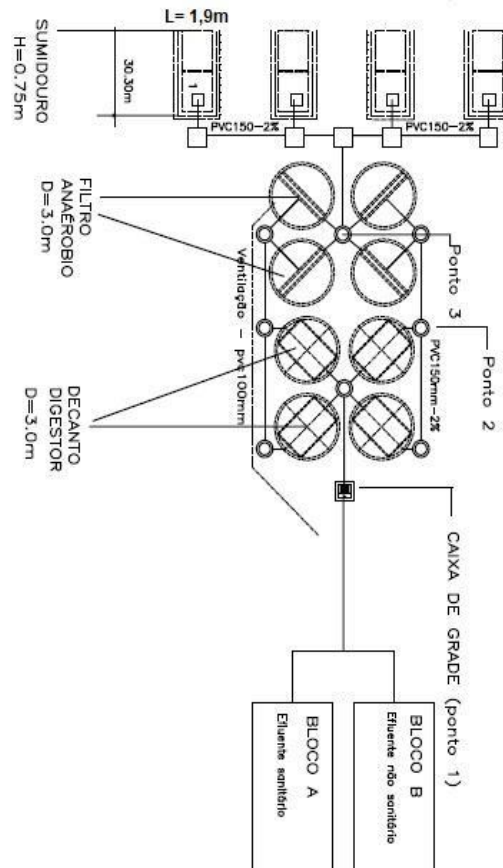
A partir das pesquisas realizadas e dos dados encontrados no monitoramento, é possível inferir sobre as condições de tratamento na E avaliada e verificar possíveis falhas, para então iniciar a elaboração da proposta de Plano de Revitalização, baseada em pesquisas bibliográficas e estudo de casos, assim, contendo medidas de prevenção no combate ao mal funcionamento e ações necessárias para o seu aprimoramento a partir dos resultados das análises laboratoriais e análise do espaço físico utilizado na Estação de Tratamento de Efluentes.

### **2.2 CARACTERÍSTICAS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES ESTUDADA**

A presente pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Cariri, avaliando a Estação de Tratamento de Efluentes, composta por quatro câmaras de tanques sépticos, seguidos por

quatro câmaras de filtros anaeróbios, e posteriormente o sumidouro, abrangendo uma área em cerca de 517 m<sup>2</sup>. A estação estudada é considerada sanitária, no entanto recebe efluentes não sanitário devido ao uso de água em laboratórios da universidade. Sua estrutura se encontra próxima aos blocos A e B. Diante disso, o estudo foi realizado em três pontos principais, o ponto 1 na caixa de entrada, o ponto 2 logo após a saída dos tanques sépticos e o ponto 3 situado entre os filtros anaeróbios.

**Figura 1:** Desenho esquemático da ETE da Universidade Federal do Cariri, mostrando os pontos utilizados nas coletas.



Fonte: Elaboração própria

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A NBR 9648 (ABNT, 1986) define os esgotos sanitários como sendo o despejo de líquidos de esgotos domésticos e industriais, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. Ainda, segundo a norma, o esgoto doméstico constitui o despejo líquido do uso da água usada para higiene, além das necessidades biológicas.

Dentro desse contexto, o lançamento inadequado de águas residuárias em locais inapropriados pode desencadear alterações na qualidade dos corpos d'água, assim como causando a eutrofização o desequilíbrio ecológico, degradação da paisagem e prejuízos impactantes na qualidade de vida da população local (DELGADO, 2009).

Diante disso, como alternativa no controle poluidor, surgiram as Estações de Tratamento de Efluentes, sendo definida pela NBR 12209 (1992) como sendo “conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual

resultante do tratamento”. Assim, outras etapas podem ser implementadas como complemento do meio de tratamento tal qual o tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, utilizado principalmente para remover os sólidos sedimentáveis e parte dos sólidos suspensos, assim como DBO e DQO do esgoto bruto.

Para Martinetti *et al.* (2007), o tanque séptico é descrito como sendo uma estrutura de fluxo horizontal no qual ocorre o processo de sedimentação como o principal, além da digestão anaeróbia dos sólidos orgânicos presentes. Após o esgoto sanitário passar pelo tanque séptico, este pode receber outros tipos de tratamentos tais quais filtros de areia, filtros anaeróbio ou aeróbico para serem destinados a um local final por meio de sumidouros ou valas de infiltração.

Na segunda etapa de tratamento encontra-se o filtro anaeróbio. De acordo Fleck (2003), os filtros anaeróbios são formados por unidades de tratamento nos quais ocorrem reações bioquímicas de estabilização da matéria orgânica das águas residuária ao entrar em contato com o leito de material suporte, o qual apresenta filmes bacterianos anaeróbios em sua superfície, assim como apresenta a biomassa bacteriana anaeróbia dispersas em seu meio.

#### **4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

As análises foram realizadas durante o período de agosto de 2019 a julho de 2020, apresentando resultados para os parâmetros estabelecidos. Assim, em relação à temperatura, a média dos valores correspondeu 25,5°C, 25,9°C e 26,1°C, respectivamente para os pontos 1, 2 e 3, atendendo a normalidade prevista. No entanto, a coleta 4 apresentou temperatura menor, visto que a coleta foi realizada no período de chuvas, o que pode alterar parte do resultado. Os valores mínimo e máximo no afluente apresentaram entre 26°C e 31°C. Com relação ao afluente, houve uma variação entre 25°C e 30,8°C para os valores mínimo e máximo, respectivamente.

Com relação ao limite de 40°C estabelecido pela resolução n° 02/2017 (COEMA, 2017) nenhuma das coletas realizadas o valor limite foi ultrapassado. Portanto, encontra-se em acordo com a legislação ambiental estabelecida.

Em relação ao pH, no monitoramento do afluente, o ponto 1 apresentou uma média de 8,51, o ponto 2 com 7,97 e o ponto 3 ficou com uma média de 7,85. O pH obteve uma média de 8,5, assim, apresentando uma queda para pH 7,97 ao passar pela digestão do tanque séptico, no ponto 2. No entanto, os valores se encontram dentro dos limites recomendados para os parâmetros de lançamento estabelecidos pela resolução n° 02/2017 (COEMA, 2017). Como o ponto 3, efluente tratado, obteve um pH entre 6,0 e 9,0 encontra-se dentro do recomendado pela resolução n° 02/2017 (COEMA, 2017), portanto, atendendo o padrão estabelecido.

Um fator importante na eficiência é a estabilidade do pH, diante disso, a Estação de Tratamento de Efluentes estudada apresentou-se estável, tendo em vista um coeficiente de variação abaixo de 10% em todos os seus pontos.

A alcalinidade total alta pode influenciar nessa estabilidade, na pesquisa, o ponto 1 obteve um valor com médio de 539,5 mgCaCO<sub>3</sub>/L nas coletas, o ponto 2 com 494 mgCaCO<sub>3</sub>/L e o ponto 3 ficou em 556 mgCaCO<sub>3</sub>/L. O ponto 1, por exemplo, apresentou um valor máximo de 816 mgCaCO<sub>3</sub>/L e mínima de 254 mgCaCO<sub>3</sub>/L, evidenciando a maior variação entre os pontos estudados, que pode ser ocasionada pelo despejo de efluentes não sanitários. No entanto, os pontos 2 e 3 os valores apresentaram grandes variações nos resultados das coletas.

Para os valores de AGV, o monitoramento mostrou uma concentração de 75,1 mgHAc/L no ponto 1, assim como 42,5 mgHAc/L no ponto 2 e 31,6 mgHAc/L no ponto 3. Sendo possível verificar um consumo a partir da diminuição entre as concentrações entre o afluente e efluente, com valores médios de 72,25 mgHAc/L e 31,75 mgHAc/L, respectivamente.

No que diz respeito à matéria sólida, nas análises realizadas o ponto 1 apresentou uma

média de 9,06 mL/L em sólidos sedimentáveis, além disso, o sistema evidenciou uma média de 6,28 mL/L em sólidos sedimentáveis no ponto 3. Portanto, a Estação de Tratamento de Efluentes apresenta valores médios acima de 1 mL/L, valor recomendado pela resolução nº 02/2017 (COEMA, 2017), logo, o sistema não funciona da maneira correta para atender a legislação vigente. No decorrer do monitoramento a segunda coleta do ponto final apresentou valores superiores à primeira coleta devido problemas técnicos ou problemas da falta de manutenção na Estação de Tratamento de Efluentes. A NBR-13969/97, proposta para o uso em tanque séptico e filtro anaeróbio, sugere uma redução em no mínimo 70% dos sólidos sedimentáveis. Diante disso, algumas das coletas obtiveram uma redução em uma média de 84%, no entanto, devido aos dados da primeira coleta, a Estação de Tratamento de Efluentes não atendeu o previsto pelo COEMA. Analisando os dados de sólidos suspensos, o ponto 3 atendeu a resolução nº2/2017 do COEMA com valores de redução dentro do proposto de 100 mg/L nas coletas.

A partir das análises, a Estação de Tratamento de Efluentes apresentou no ponto 1 uma média DBO de 147,6 mg L<sup>-1</sup>, já no ponto 2 um valor igual a 85 mg L<sup>-1</sup> e no ponto 3 uma média de 47,8 mg L<sup>-1</sup>. Diante disso, a Estação de Tratamento de Efluentes estudada indicou uma eficiência média na remoção de DBO<sub>5,20</sub> em 64%, no entanto, a coleta 4 indicou uma redução de apenas 48%. Embora dentro dos padrões estabelecidos pela literatura na qual sugere uma redução entre 40 e 70%, a legislação ambiental não limita o valor de redução de DBO<sub>5,20</sub> para lançamento de efluentes sanitários. Portanto, o Sistema de Tratamento estudado encontra-se em bom funcionamento.

A concentração de DQO no sistema obteve uma média de 356,25 mgL<sup>-1</sup> no ponto 1, de acordo com Jordão e Pessôa (1995) este valor pode ser considerado como dentro de limites recomendados para efluentes sanitários domésticos tem como concentração entre 200 e 800 mL/L. Embora a coleta 4 indique valores maiores, e Estação de Tratamento de Efluentes representou um média de 61,5% na eficiência da remoção, além disso, atendendo os limites da legislação vigente para DQO para efluentes não-sanitários.

De acordo com o monitoramento, a Estação de Tratamento obteve uma concentração média de nitrogênio amoniacal de 39,5 mg/L no ponto 1, assim como 41,3 mg/L no ponto 2 e 39,2 mg/L no ponto 3 atingindo um valor máximo de 52,4 mg/L. Diante disso, a Estação de Tratamento de Efluentes estudada não atendeu a legislação ambiental na qual estabelece um limite de até 20 mg/L para pH menor ou igual a 8 e para valores maiores que este a concentração deve ser um valor igual a 5 mg/L.

Nas análises de coliformes termotolerantes realizadas mostraram que no ponto 1, em todas as coletas, há um número excessivo de patógenos, em cerca de 57 vezes maior do que o recomendado pela legislação. No entanto, após o tratamento a ETE mostrou eficiência de redução de 93 %, com uma média de 0,29x10<sup>6</sup> nas coletas do ponto 3. Entretanto, a Estação de Tratamento de Efluentes ainda necessita de ajustes para atingir os resultados desejáveis de remoção eficiente de coliformes para atingir os valores recomendados pela COEMA nº 2/2017, visando garantir a segurança da população local.

Além disso, analisando as características físicas do local onde a ETE foi inicialmente construída seguindo um padrão de acordo com demanda de blocos e perspectivas do quantitativo de pessoas previstas que usariam o local. No entanto, com novas obras de urbanização, o número de acessos aos blocos aumentou, inclusive a via de acesso ao estacionamento, com isso, houve um acúmulo de agregados finos no local, com a ação das chuvas, os agregados por sua vez estão ao longo do tempo se acumulando também no fundo das caixas de passagem. Entre os problemas que causaram o acúmulo dos agregados finos ao redor das caixas destacam-se: a falta de manutenção para a retirada de boa parte desses

agregados. A partir do acúmulo dos agregados finos, o encanamento das caixas encontra-se parcialmente tampados o que pode ocasionar o seu entupimento e problemas na passagem do fluxo do efluente para o destino de disposição final.

Outro problema verificado é a exposição semiaberta de parte da Estação de Tratamento de Efluentes, algumas com as tampas das caixas de passagem com estrutura precária, que pode levar a possíveis incidentes no local. Além disso, algumas das tampas estão vedadas devido à falta de manutenção e ao acúmulo de agregados finos, cobrindo as bordas, consequentemente, dificultando o acesso em coletas ou limpeza interna.

Portanto, como proposta de plano de revitalização, há uma necessidade de análise na parte de cobertura da Estação de Tratamento de Efluentes para reparar as tampas danificadas, se possível, substituí-las, assim como não deixar exposto o Sistema de Tratamento em nenhuma das suas etapas, pois, quando abertos podem atrair vetores de doenças ou insetos ao local, como foi verificado durante o período de monitoramento.

Além disso, seria importante uma manutenção nos tanques e filtros para retirar o lodo excedente verificado nas análises, a fim de garantir uma melhor eficiência. Esses dois fatores mencionados têm como objetivo dar uma vida útil maior a Estação de Tratamento de Efluentes, tendo em vista que seu funcionamento já ocorre há alguns anos, no entanto, não há uma manutenção periódica para garantir o seu bom estado.

Alinhado a melhorias estruturais e manutenções internas, a Estação de Tratamento de Efluentes necessita de uma manutenção na sua área externa a partir da limpeza periódica da vegetação que venham a aparecer no local, além da retirada do excesso de agregados finos no local que podem ocasionar o entupimento das tubulações, para isso, as bordas das tampas devem evitar que os agregados finos entrem no sistema, pois como constatado, parte das tampas estão cobertas com agregados, assim dificultando sua retirada ou entrando em contato com o efluente do local.

Uma opção na melhoria da eficiência da Estação de Tratamento após o filtro aeróbio seria a implantação de Wetlands Construídos, uma tecnologia de baixo custo e com diversas finalidades, dentre elas estão às questões estéticas, a depender da forma e dos tipos de plantas utilizadas que podem tornar o local mais agradável visualmente. Em se tratando de componentes químicos, os Wetland Construídos podem possibilitar melhorias na remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos, nitrogênio e fósforo, dentre os quais, apresentaram valores acima do recomendado pela legislação ambiental vigente. Diante disso, a sua implantação traria menores custos na revitalização da Estação de Tratamento de Esgoto, tendo em vista que alternativas como reparação na estrutura atual demandaria um maior esforço e maiores gastos.

**Figura 2:** ETE parcialmente descoberta.



**Fonte:** Elaboração própria

## 5 CONCLUSÕES

Uma análise dos dados gerados no monitoramento sugere a que a Estação de Tratamento de Efluentes não atendeu os limites estabelecidos pela resolução nº 2/2017 do COEMA, embora tenha uma eficiência relativamente boa. Dentre os limites não atingidos encontra-se o nitrogênio amoniacal, coliformes fecais e sólidos sedimentáveis.

Sendo assim, o sistema precisa de uma reestruturação física e operacional para atender os requisitos propostos ou um sistema complementar que consiga desempenhar tal função. Uma boa alternativa seria a implantação de Wetlands Construídos, dimensionado como unidade de pós-tratamento para o atual fluxo de efluente e com o uso de macrófitas específicas para a remoção dos componentes desejados.

Além disso, a área externa acarreta alguns dos problemas verificados no monitoramento da ETE, como a falta de manutenção do local ou adequação a nova estrutura que ocorreu ao decorrer dos anos como a movimentação de terra o qual acarretou o aumento do nível do solo, cobrindo parte das aberturas das Estações de Tratamento de Efluentes. Assim, uma manutenção local e cuidados diários podem facilitar bons resultados no funcionamento, além de implementar.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação da Universidade Federal do Cariri e a própria instituição de ensino que possibilitaram a pesquisa realizada.

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969/1997:** Projeto, construção e operação de tanques sépticos - Unidades complementares de tratamento e de disposição final de efluentes líquidos. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209:** Projeto de estações de tratamento esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.** Brasília, 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm) . Acesso em 15 de fev. de 2021.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.** Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237> . Acesso em 15 de fev. de 2021.

CEARÁ. Resolução COEMA nº 2 de 2 de fevereiro de 2017: Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 21 de fevereiro de 2017. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, 2002. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=337973>. Acesso em 15 de fev. de 2021.

DELGADO, Tatiana Cardoso. **Avaliação de Bactérias nitrificantes em filtros biológicos submersos aerados.** 2009. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2009.

FLECK, Eduardo. **Sistema integrado por filtro anaeróbio, filtro biológico de baixa taxa e banhado construído aplicado ao tratamento de lixiviado de aterro sanitário.** Porto Alegre, 2003.

HENZE, M., HARREMÖES, P., ARVIN, E. and Jansen, Jes la Cour (1997) **Wastewater treatment.** Biological and Chemical Processes. 2nd edition. Springer, Germany.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 3. ed. Rio de Janeiro:ABES, 1995.

MARTINETTI, T. et al. **Análise de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais.** In: IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO - AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2007.

METCALF & EDDY, Inc. **Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse.** 4. ed. Editora McGraw-Hill International Editions, New York, EUA, 2003.