

## **ANÁLISE DOS COMPONENTES DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DESTINADA A POPULAÇÃO CARENTE DO SEMI-ÁRIDO**

Leonardo Bruno Morais Vieira da Silva (1); Gerbeson Carlos Batista Dantas (1); Andrea Saraiva de Oliveira (1);

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, leobruno\_@live.com, gerbeson\_dantas@hotmail.com, andrea.saraiva@ufersa.edu.br

**Resumo:** O esgotamento sanitário é um dos quatro serviços do saneamento básico, sendo responsável pelas operações de manejo, tratamento e disposição finais dos efluentes oriundos das atividades antrópicas. O Plano Nacional de Saneamento Básico prevê a universalização do saneamento em 2033, estimando um investimento de R\$508,452 bilhões, dos quais, 35,77% seria destinado ao esgotamento sanitário. Nesse contexto, sabendo que as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) é um dos principais componentes da infraestrutura do esgotamento sanitário, o presente trabalho tem como objetivo analisar a concepção e o projeto de uma estação de tratamento de esgoto presente em uma comunidade assentada na zona rural do município de Ceará-Mirim, avaliando se o projeto proposto está de acordo com a literatura e com as normas estabelecidas e propondo melhorias. Para efetuação do trabalho foi feita uma observação sistemática da estação, avaliando sua concepção, componentes e operação a fim de se comparar com os estudos encontrados na literatura. Entre os pontos observados da ETE que podem ser melhorados: construção de um tanque de armazenamento do lodo proveniente do reator UASB; um dispositivo simples a base de cal para diminuir o impacto do gás gerado durante o tratamento e que será destinado a atmosfera; a adoção de lagoas para melhor tratamento e disposição do esgoto tratado nos componentes já instalados. A adoção de alguma dessas medidas ao decorrer dos anos irá melhorar a eficiência do processo, contribuindo para uma disposição adequada deste efluente além de impactar o meio ambiente beneficentemente.

**Palavras-chave:** Esgoto; Tratamento; Análise de Projeto; Saneamento Básico.

### **Introdução**

O esgotamento sanitário é um dos quatro serviços do saneamento básico, sendo responsável pelas operações de manejo, tratamento e disposição finais dos efluentes oriundos das atividades antrópicas (GUIMARÃES, CARVALHO e SILVA, 2007). Quando realizada de maneira adequada, este serviço traz benefícios socioambientais importantes, traduzindo em salubridade aos sistemas ambientais e promoção de qualidade de vida às pessoas.

Para se alcançar as melhorias já citadas são necessários que ocorram avanços neste setor, tais investimentos devem acompanhar o crescimento populacional e as necessidades de cada região do país, atribuindo tanto uma melhor qualidade de vida como também do meio ambiente. O Plano Nacional de Saneamento Básico prevê a universalização do saneamento em 2033, estimando um investimento de R\$508,452 bilhões, dos quais, 35,77% seria destinado ao esgotamento sanitário. Entretanto, as metas não têm sido cumpridas, atrasando a

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

[www.conadis.com.br](http://www.conadis.com.br)

infraestrutura do esgotamento sanitário, sobretudo, nas regiões Norte e Nordeste e seus interiores.

Sabe-se que o setor de infraestrutura de Saneamento do Brasil ainda está em crescimento, estima-se que 55% dos brasileiros dispõem do atendimento adequado do serviço de esgoto sanitário. Na outra ponta da realidade, cerca de 100 milhões de brasileiros ainda vivem sem os serviços adequados de esgotamento sanitário (PLANSAB, 2017). A importância de um sistema de saneamento é destacada no estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil (2017), que citou os seguintes benefícios: melhora nos indicadores de educação; valorização imobiliária; valorização do turismo; geração de emprego e redução de doenças.

Além de acompanhar o governo no que diz respeito a medidas para implantação de um sistema de esgotamento sanitário, há também que se fiscalizar e exigir controle dos projetos aprovados e sua execução. Um projeto com falhas se torna mais oneroso por dispende mais recursos com operação, manutenção e controle, além de configurar desperdício de dinheiro público.

Nesse contexto, sabendo que as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) são um dos principais componentes da infraestrutura do esgotamento sanitário, o presente trabalho tem como objetivo analisar a concepção e o projeto de uma estação de tratamento de esgoto compacta presente em uma comunidade assentada na zona rural do município de Ceará-Mirim, avaliando se o projeto proposto está de acordo com a literatura e com as normas estabelecidas e propondo melhorias.

## **Metodologia**

O presente trabalho foi efetuado em um município do estado do Rio Grande do Norte, Ceará-Mirim, durante o mês de outubro de 2018. Ceará-Mirim faz parte da Grande Natal, na microrregião de Macaíba e faz limite com os municípios de Extremoz (leste e sul), Taipu (oeste e norte), Ielmo Marinho (sul e oeste) e Maxaranguape (norte e leste). O município tem sua população estimada em 72.878 habitantes para o ano de 2015 apresenta cerca de 54,4% dos domicílios com esgotamento sanitário (IBGE, 2016).

A ETE a ser estudada fica localizada em uma comunidade de casas do programa Minha Casa Minha Vida denominado Santa Paula, com cerca de 375 habitações, as casas foram entregues no final do mês de dezembro de 2017 e ocupação no mês seguinte, onde entrou em operação a ETE a ser analisada.

A ETE apresenta então menos de um ano de operação, mas por já apresentar falhas que poderiam ser resolvidas mediante estudos e cuidados na etapa de projeto, resolveu-se elaborar este trabalho abordando seus pontos críticos.

Os artifícios metodológicos utilizados foram a Observação Direta Intensiva e Observação Sistemática (Marconi & Lakatos, 2010). Optou-se pela realização da Observação Sistemática em razão desta utilizar de instrumentos de coleta de dados e fenômenos dentro de um planejamento e objetivo específico (Marconi & Lakatos, 2010).

Os dados iniciais para desenvolvimento do estudo foram coletados em alguns encontros com membros da companhia de água e esgoto no mês de outubro, e no mês seguinte foi feita uma visita no local afim de se observar com precisão o projeto instalado na comunidade Santa Paula.

Foram analisadas todas as etapas do processo de tratamento do esgoto que estão presentes na ETE:

- Tratamento preliminar;
- Tratamento primário;
- Tratamento secundário;
- Tratamento terciário;
- Disposição final do efluente.

Foi necessário então estudar os componentes encontrados na ETE da comunidade, observando como de fato deveriam estar apresentados e comparar com a realidade encontrada.

O projeto da ETE contempla:

- Tanque Séptico;
- Estação Elevatória;
- Desarenador Vertical (Caixa de Areia);
- Reator UASB;
- Filtro Aeróbio;
- Tanque de contato (desinfecção);
- Calha Parshall.

A seguir, a figura 1 ilustra o projeto em planta baixa da ETE e a figura 1 uma foto registrada durante uma visita à ETE, mostrando todos os componentes já aqui mencionados.

**Figura 1 - ETE Santa Paula.**



**Fonte:** Autor.

Os resultados serão abordados primeiramente debatendo parâmetros técnicos do projeto e por seqüência as etapas presente na ETE em questão.

### **Resultados e Discussão**

Ao debater com a companhia de Água e Esgoto sobre a ETE a ser analisado, o principal ponto questionado pela equipe foi a falta de zelo da empresa que a projetou. Não houve um treinamento para operação, manutenção e controle da ETE, e os materiais repassados não apresentam dados satisfatório que embasem uma equipe que esteja sujeita a tais funções.

Soube-se então que uma empresa especializada em serviços de engenharia sanitária foi contratada pela construtora vencedora da licitação da comunidade. Ao ser procurado para maiores informações acerca dos problemas relatados pelo quadro de funcionário da companhia de Água e Esgoto, a empresa responsável pelo projeto da ETE não respondeu com clareza as questões abordadas.

Há de se atentar também ao fato de que a companhia de água e esgoto, por ser municipal e não ser provida de muitos recursos, diferente das companhias estaduais, não apresenta, por exemplo, um funcionário que trate da operação, manutenção e controle da ETE da comunidade Santa Paula. Os membros do corpo de funcionário da equipe se dividem para funções em todas as estações, não mantendo um acompanhamento diário e preciso sobre alguns parâmetros.

Por este motivo não foi possível analisar frequência com que são feitas algumas análises e processos como de limpeza e inspeção, visto que não há uma periodicidade estabelecida para algumas funções. Mesmo assim, foi repassada a seguinte tabela 1, que recomenda a frequência do monitoramento dos parâmetros físicos-químicos de uma ETE com os mesmos componentes da analisada (UNILAB, 2012;).

**Tabela 1** - Frequência de monitoramento ideal dos parâmetros físicos-químicos de uma ETE

| Parâmetro                              | Afluente  | Reator UASB | Biofiltro | Efluente  |
|--|-----------|-------------|-----------|-----------|
| pH                                     | Diária    | Diária      | -         | Diária    |
| Temperatura (°C)                       | Diária    | Diária      | -         | Diária    |
| Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> /L)  | Semanal   | Semanal     | -         | Semanal   |
| Ácidos graxos voláteis (mgHAc/L)       | Semanal   | Semanal     | -         | Semanal   |
| Sólidos totais (mg/L)                  | -         | Mensal      | Mensal    | -         |
| Sólidos sedimentáveis (mL/L)           | Semanal   | -           | Semanal   | Semanal   |
| Produção de biogás (m <sup>3</sup> /d) | -         | Diária      | -         | -         |
| OD (mg/L)                              | -         | -           | Semanal   | -         |
| DQO (mg/L)                             | Semanal   | -           | -         | Semanal   |
| DBO (mg/L)                             | Quinzenal | -           | -         | Quinzenal |
| Nitrato (mg/L)                         | Mensal    | -           | -         | Mensal    |
| Nitrito (mg/L)                         | Mensal    | -           | -         | Mensal    |
| Amônia (mg/L)                          | Mensal    | -           | -         | Mensal    |
| Fósforo total (mg/L)                   | Mensal    | -           | -         | Mensal    |
| Cloro residual (mg/L)                  | -         | -           | -         | Semanal   |
| Coliformes fecais (NMP/100mL)          | -         | -           | -         | Mensal    |

Fonte: UNILAB, 2012.

Pela comunidade não apresentar ainda um ano desde a sua ocupação o projeto não alcançou ainda 100% da sua população prevista em projeto. Segundo funcionários da companhia de atendimento de Água e Esgoto, a população hoje da comunidade está entre 85% da prevista em projeto. Por isso, a vazão determinada para fim de plano, de 7,5 m<sup>3</sup>/s ainda não está sendo atendida, mas hoje a vazão encontrada durante o funcionamento da ETE não coloca em risco a sua operação.

A opção por uma ETE compacta é comum neste tipo de empreendimento. Mesmo a comunidade dispondo de um terreno amplo, esta escolha se dá principalmente por ter pouca produção de odor quando comparado aos sistemas de tratamentos por lagoas, que geram odor constante e nesse caso, um incômodo para uma população que fique próxima.

As ETE's compactas são opções simples, de fácil operação e controle, que economizam espaço (como constatado) e que não precisam de mão de obra especializada, mas com um treinamento adequado. Estes pontos foram apresentados pelos funcionários e estão de acordo com a literatura e com as empresas que fornecem estes tipos de equipamentos.

Ao avaliar a posição da ETE, pode-se destacar primeiramente a posição no qual ela foi alocada na comunidade, a cota da posição em que a tubulação do esgotamento sanitário chega na estação elevatória é profunda, de 3,75 m. Apesar de apresentar uma cota ainda aceita por norma, essa profundidade torna mais trabalhoso reparos e toda parte de controle da estação elevatória. A figura 2 mostra a posição da ETE na comunidade:

**Figura 2** - Posição da ETE na comunidade Santa Paula



**Fonte:** Google Earth, 2018.

Para esta observação feita não há solução, visto que a ETE já foi implantada e está em operação, seria um ponto a ser tratado na fase de projeto em conjunto: a construtora da comunidade, que provavelmente fez o projeto das casas; e a empresa especializada em engenharia sanitária, que provavelmente recebeu da construtora em qual terreno seria alocada a estação de tratamento. A cooperação entre as partes na fase de projeto tomando as devidas precauções como terreno e componentes traria um custo menor no projeto final, trazendo um benefício já que menos dinheiro público seria investido.

O projeto da estação elevatória previu o uso de duas bombas, a atual situação, com menos de um ano de uso é de que apenas uma bomba está em condições de funcionamento, a segunda bomba apresentou problemas e não houve reparos a cerca de XX dias. Além da bomba, foi analisado que as canalizações de saída das duas bombas apresentam diâmetros diferentes entre si e do projeto, conforme ilustra a figura 3.

**Figura 3** - Estação Elevatória



**Fonte:** Autor.

A mudança da canalização que sai da bomba ainda na estação elevatória até a conexão para a caixa vertical traz alguns prejuízos ao funcionamento total, pois a vazão prevista em projeto está em acordo com a área do diâmetro adotada para essa tubulação. Outro fato é a da ligação da tubulação trocada com a do projeto não ser feita de maneira correta, pois é necessário o uso de um dispositivo expansor de tubo nesses casos.

Um fato que nos chamou a atenção no projeto é a inexistência de um gradeamento na estação elevatória, confirmado pelos funcionários. O gradeamento é uma etapa crucial na estação elevatória a fim de reter materiais grosseiros que prejudiquem o bom funcionamento de equipamentos eletromecânicos, nesse caso, a bomba de recalque e também das suas tubulações. O gradeamento ainda atua de forma a prevenir o bom desempenho dos desarenadores e reatores do sistema, já que o efluente a ser tratado será composto após essa primeira filtração de biomassa, sem reduzir o volume útil do reator com outros materiais.

Na literatura um projeto de tratamento de esgoto sempre se inicia com a presença de um tratamento preliminar, conjunto de três dispositivos: gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão.

O gradeamento visa retirar sólidos grosseiros e material que não é requerido nos processos seguintes de tratamento. Entre esses materiais indesejáveis estão todo aquele tipo de objeto jogado na tubulação do esgotamento sanitário, plásticos, descartáveis, vidros, tecidos, areia e entre outros muitos encontrados, até inusitados. O gradeamento poderia ser não empregado visto que há a presença de uma estação elevatória anteriormente, acontece que mesmo na elevatória não há um gradeamento. A figura 4 apresenta um gradeamento encontrado em outra estação localizada no município, representando o dispositivo que deveria estar instalado na ETE analisada.

**Figura 4** - Dispositivo de gradeamento.



**Fonte:** Autor.

A situação encontrada na ETE é da presença apenas de um desarenador (caixa de areia), do tipo vertical, figura 5. A opção empregada apresenta um custo maior do que a caixa de areia mais comum encontrada em ETE's, feita na horizontal. Sobre o funcionamento do dispositivo não houve queixas dos funcionários, que apenas relataram um período alto recomendado pelo fabricante para se retirar o material, foi informado 80 dias, mas o empregado pelos funcionários hoje é de retirada do material feita quinzenalmente.

**Figura 5 - Caixa de Areia Vertical (Desarenador)**



**Fonte:** Autor.

Ainda sobre o tratamento preliminar, a opção por caixa de área vertical se faz quando não há terreno suficiente para locação dos componentes, o que não é caso estudado, já que a ETE esta posicionada em um local amplo, esta medida teria sido descartada com uma melhor análise do terreno antes de se iniciar a concepção do projeto. Esta escolha provavelmente foi feita em virtude da elevatória antes do tratamento preliminar, que como já mencionado, poderia ter sido descartada alocando a ETE em um ponto melhor da comunidade.

A tecnologia empregada para o tratamento primário nesta ETE foi o uso de um reator UASB. O reator UASB é um tipo de reator anaeróbio, que tem como principal função a de estabilização da carga orgânica inicial, atua com fluxo descendente e operacionalizado com bastante cuidado alcança níveis satisfatórios de eficiência (Bof *et.al.*, 1999 ).

Durante análise do reator feita *in loco* detectou-se que não há acesso a parte superior do reator, onde comumente é empregado um escada de marinheiro, permitindo inspeção da parte superior e acesso para quando for preciso, fazer o descarte de material retido na superfície interior do equipamento; a tubulação de descarte do lodo é menor do que a mínima prevista por norma, enquanto a norma prevê tubulação de no mínimo 100 mm, o projeto apresenta uma tubulação de 75 mm. A figura 6 mostra o reator na ETE.

**Figura 6 - Reator UASB (reator anaeróbio)**



**Fonte:** Autor.

Outro ponto ainda sobre o reator UASB é que não havia no projeto um dispositivo construtivo para o descarte do lodo proveniente dos processos biológicos no reator, ou seja, além da tubulação ter sido dimensionada com diâmetro menor do que o estabelecido por norma não havia um local adequado para o acúmulo desse lodo até que seja feito o transporte para uma disposição ambientalmente apropriada. O informado pelos funcionários é de que foi improvisada uma ligação entre a tubulação de saída e o carro “limpa fossa”, que utiliza uma bomba a vácuo para retirada do lodo. Nesse processo não há acompanhamento com precisão da retirada do lodo do reator. Em contrapartida, a companhia de água e esgoto autorizou e foi construído ao lado um leito de secagem para acúmulo e secagem do lodo antes do seu transporte, figura 7.

**Figura 7 - Leito de Secagem**



**Fonte:** Autor.

A companhia de água e esgoto poderia nesse caso ter adotado a construção de um Leito de Drenagem (LD), que seria uma evolução do Leito de Secagem proposto por Carneiro (2001).

O segundo processo de tratamento adotado na ETE é um Biofiltro Aerado (BFA), conforme figura 8. O BFA apresenta bastantes peculiaridades, assim como o Reator UASB quanto a sua operação e controle, mas como constatado a equipe não mantém um protocolo fixo quanto a esses procedimentos o que pode acarretar em uma falência dos dispositivos antes da sua vida útil, desencadeando em investimentos de manutenção corretiva.

**Figura 8 – Biofiltro Aerado (BFA)**



**Fonte:** Autor.

A tecnologia aqui empregada esta em conformidade com o que se indica na literatura, além de também ser o empregado comumente em empreendimentos domésticos, pois o conjunto Reator UASB + BFA alcança bons níveis de eficiência na remoção de carga orgânica. Assim como o Reator UASB, o BFA da ETE analisada não possui acesso a parte superior dispositivo, aqui, porém foi relatado o transbordo de uma espuma de cor branca durante o período de ocupação da comunidade, segundo a UNILAB (2012), a presença de espuma da cor branca se dá pela ocorrência de despejo não biodegradável.

Na tubulação que faz ligação do BFA com o Tanque de Contato foi construído pelos funcionários da companhia de água e esgoto uma escada e improvisado um pequeno tanque para conter o transbordo de efluente tratado, os funcionários relataram vazamento neste ponto, tal vazamento pode ter sido provocado por má execução ou uso de material de baixa qualidade, figura 9.

**Figura 9 - Dispositivo construído a montante do tanque de contato**



**Fonte:** Autor.

Não foi observada durante o processo de tratamento terciário (tanque de contato), incompatibilidade com o que se encontra na literatura além do dispositivo construído a montante. Após a última etapa em um tratamento de esgoto é instalada uma Calha Parshall, este equipamento permitirá leituras de vazão do efluente tratado, podendo ser feitas observações com as leituras registradas antes do processo de tratamento preliminar. Como não há uma Calha Parshall no tratamento preliminar, só é feito a micromedição ao final do processo. Além disso, na Calha Parshall foi adotado um improviso com material isopor a fim de reter espuma que se formava por conta da presença de alguns nutrientes, como fósforo e nitrogênio, que não tem tratamento durante os processos analisado, figura 10.

**Figura 10** - Calha Parshall no final da ETE



**Fonte:** Autor.

O uso de reator UASB geralmente está ligado a uma disposição feita por meio de infiltração no solo (PARKTEN, 2010), o solo atua como filtro para o efluente que passou pelo tratamento até que o mesmo encontre outro manancial. O que se observou neste caso foi à disposição feita em um corpo hídrico, é importante saliente que este tipo de disposição geralmente é empregado quando se faz uso de um sistema por lagoas ou em sistemas com processos complexos e bastante controlados. Quando se faz necessário a disposição em um rio, é normal que os órgãos ambientais pedem um estudo de autodepuração do mesmo a fim de conhecer os parâmetros de suporte daquele corpo hídrico, não houve por parte dos funcionários o conhecimento de que tal estudo tenha sido feito. Por fim, os funcionários relataram que o rio, que antes tinha comportamento perene, hoje em virtude da seca se comporta como intermitente.

## **Conclusão**

Durante toda a análise foi observado vários pontos que poderiam ter sido evitados na fase de projeto, como a falta de acesso superior ao reator UASB e ao BFA, o

subdimensionado da tubulação de descarte da manta de lodo do reator entre outros. Houve por parte da companhia muito entusiasmo e suporte para o trabalho, o que mostra uma força de vontade de corrigir as falhas da ETE aumentando a eficiência e proporcionando um melhor serviço para aquela comunidade.

Portanto, conclui-se que na ETE podem ser melhorado a partir também de tais medidas; um dispositivo simples a base de cal para diminuir o impacto do gás gerado durante o tratamento e que será destinado a atmosfera; a adoção de lagoas para melhor tratamento e disposição do esgoto tratado nos componentes já instalados; processo de tratamento de nitrogênio e fósforo evitando a produção de espuma na calha parshall. A adoção de alguma dessas medidas ao decorrer dos anos irá melhorar a eficiência do processo, contribuindo para uma disposição adequada deste efluente além de impactar o meio ambiente benéficamente.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab\\_Versao\\_Conselhos\\_Nacionais\\_020520131.pdf](http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conselhos_Nacionais_020520131.pdf)>. Acesso em: 29 de outubro de 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo nacional. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- PARTEN, M. Planning and installing sustainable onsite wastewater systems. USA: McGraw Hill, 2010.
- <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2017/08/10/5-beneficios-que-o-saneamento-basico/>
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297p.
- BOF, V. S ; CASTRO, M. S. M. ; GONÇALVES, R. F. ETE UASB + Biofiltro Aerado Submerso: Desempenho Operacional com Retorno do Lodo Aeróbio para o UASB. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, Rio de Janeiro, 1999. Anais. Rio de Janeiro, ABES, 1999. p.487-97.
- GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Saneamento básico. Disponível em: . Acesso em: 03 dez. 2018.
- CORDEIRO, J. S. Processamento de lodos de Estações de Tratamento de Água (ETA's). In: ANDREOLLI, C. V. (Coord). Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Capítulo 9. Rio de Janeiro: ABES, 2001. 282 p