

## SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO: ESTUDO DE CASO EM SERRA NEGRA DO NORTE – RN

Jefferson Joares Bezerra de Medeiros<sup>1</sup>  
Igor Araujo da Silva<sup>2</sup>  
Carlos Lucenildo de Araujo<sup>3</sup>  
Almir Mariano de Sousa Júnior<sup>4</sup>  
Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes<sup>5</sup>

### RESUMO

A escassez de água pela qual o nordeste brasileiro vem passando nos últimos anos, faz com que todas as formas possíveis para reutilização de esgoto sejam melhor analisadas com a intenção de se realizar seu reaproveitamento. Frente a essa preocupação, buscou-se analisar diferentes métodos de tratamento de esgotos assim como sua interação com a metodologia empregada no município de Serra Negra do Norte, buscando melhorias em sua eficiência. Estudando o método de tratamento utilizado no município de Serra Negra do Norte-RN, constatou-se que apesar do mesmo servir como exemplo para inúmeras cidades do país, ele apresenta algumas deficiências. Entretanto, pequenas mudanças no processo de tratamento da estação do município podem produzir significativas melhorias na eficiência do processo, com redução na presença de algas e de até 100% dos agentes patogênicos.

**Palavras-chave:** Tratamento de esgoto, Avaliação de eficiência, Método de tratamento de esgoto.

### INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, tem havido uma crescente preocupação em relação ao destino dado as águas provenientes dos esgotos das indústrias e residências, preocupações estas que possuem embasamento quando levado em consideração todos os problemas e doenças decorrentes de uma destinação de águas residuais sem qualquer tipo de tratamento em corpos d'água, como rios e lagos.

Este tipo de problemática vem tendo grande atenção em países desenvolvidos, por outro lado, países como o Brasil, estão infinitamente atrasados em relação a saneamento e sobretudo formas de tratamento, como apontam dados do IBGE (Instituto Brasileiro de

---

<sup>1</sup>Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, jeffersonjoares@hotmail.com;

<sup>2</sup>Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, igorsnaraujo@hotmail.com;

<sup>3</sup>Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, lucenildocarlos7991@gmail.com;

<sup>4</sup>Doutor em Ciências e Engenharia de Petróleo, Pró Reitor Adjunto de Extensão e Cultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA; almir.mariano@ufersa.edu.br;

<sup>5</sup>Doutor pelo Curso de Ciência Animal, Professor Adjunto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, rogerio.taygra@ufersa.edu.br.

Geografia e Estatística), que relatam que em todo território nacional apenas 52,2% dos municípios disponibilizam de coleta de esgoto sanitário, e pior ainda, apenas 20,2% fornecem algum tipo de tratamento.

“O lançamento de esgotos sem tratamento ou parcialmente tratados no meio ambiente, causa problemas sanitários, ecológicos, econômicos e sociais as populações” (HENRIQUE, 2010). De acordo com informações dadas pela OMS (Organização Mundial da Saúde), no que se diz respeito ao tratamento de esgoto, para cada unidade monetária investida em formas de tratamento, economiza-se cerca de 5 unidades em remediações tanto em saúde pública como em reabilitação de ambientes naturais afetados por um despejo feito *in natura*.

De acordo com JERÔNIMO (2010), nos últimos anos, houve um crescente aumento na preocupação sobretudo na identificação de métodos adequados para o enquadramento às legislações vigentes, que atualmente no Brasil seguem às legislações da resolução CONAMA nº430/2011 no que se diz respeito a qualidade requerida no tratamento de recursos hídricos.

O município de Serra Negra do Norte, localizado na região Seridó, no interior do Rio Grande do Norte, se desenvolveu em torno do Rio Espinharas, afluente do Rio Piranhas, que exerce forte influência sobre a economia da região, principalmente sobre a produção agropecuária. Caracterizada por uma crescente preocupação com os efluentes liberados ao rio, a cidade é uma das poucas no Nordeste a apresentar 96% do esgoto tratado. Essa preocupação também se reflete na qualidade do efluente, determinada diretamente pela eficiência do método adotado. Frente a essa preocupação, buscou-se analisar diferentes métodos de tratamento de esgotos aplicados assim como sua interação com a metodologia empregada no município, como forma de avaliar, do ponto de vista técnico e propor melhorias que favoreçam a qualidade dos efluentes destinados ao Rio Espinharas.

## **METODOLOGIA**

Fundada no dia 3 de agosto de 1874, e estando localizada na microrregião do Seridó ocidental, no estado do Rio Grande do Norte, a cidade de Serra Negra do Norte-RN possui uma área territorial de aproximadamente 562 km<sup>2</sup> e uma população estimada para o ano de 2017 de 8175 habitantes. Assim como as demais cidades da região o município apresenta um clima semiárido com vegetação predominantemente composta pela caatinga.

De acordo com dados coletados no SNIS (2014), aproximadamente 70,47% do esgoto da cidade é devidamente coletado, e em relação ao tratamento, 87,24% passa pelo processo de

tratamento utilizado na cidade. Já de acordo com informações coletadas na prefeitura municipal, no ano de 2017, 96% e 94% do esgoto é coletado e tratado respectivamente, quando considerado o perímetro urbano.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Serra Negra do Norte é composta por quatro lagoas, que apresentam basicamente as mesmas características físicas, como profundidade, variando em suas larguras e conseqüentemente volumes, levando assim a diferenças no período de detenção hidráulica de acordo com documentos fornecidos pela prefeitura. Essas lagoas absorvem todo o esgoto coletado no município, em torno de  $21,86\text{m}^3/\text{h}$  resultando em cerca de  $530\text{m}^3/\text{dia}$ , que devido processos de evaporação e até mesmo infiltrações, produzem um efluente em torno de  $490\text{m}^3/\text{dia}$ , despejado diretamente no rio Espinharas.

De acordo com informações coletadas in loco, e documentos fornecidos pela Prefeitura Municipal da cidade, todas as quatro lagoas dispõem de profundidades e comprimentos iguais, com cerca de 1,8m e 83m respectivamente, variando apenas em suas larguras (Figura 2). Na 1ª e 2ª suas larguras medem 42m, que quando multiplicada com o comprimento nos mostrará um espelho d'água  $3486\text{m}^2$  e um volume de  $6274,8\text{m}^3$  cada uma. As lagoas seguintes, 3ª e 4ª lagoas, apresentam espelho d'água de  $1328\text{m}^2$ , com largura e volume na ordem de 16m e  $2390,4\text{m}^3$  respectivamente. No entanto, para título de informação necessária para determinação do método empregado, apenas a profundidade é relativamente relevante, como pode ser verificado na tabela 1, que apresentada em resumo as características pertencentes a cada método de tratamento descrito anteriormente, quanto a caracterização da lagoa, o tempo de detenção hidráulica e sua eficiência na remoção de matéria orgânica.

| METODOS           | PROFUNDIDADE (m) | T<br>DH<br>(dias) | PROCESSO              | EFICIÊNCIA (%) |
|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------|----------------|
| Lagoa Anaeróbia   | 3 a 5            | 3<br>a 6          | Anaeróbio             | 50 a 60        |
| Lagoa Facultativa | 2 a 5            | 1<br>3 a 15       | Anaeróbio/<br>Aeróbio | 65 a 75        |

|                  |          |       |         |         |
|------------------|----------|-------|---------|---------|
| Lagoa de Aeração | 4 a 6    | 2 a 4 | Aeróbio | 60 a 70 |
| Lagoa Maturação  | 1 a 1,5m | -     | Aeróbio | -       |

Tabela 1: Características pertencentes a cada método de tratamento de esgoto (Baseado em autores citados neste trabalho).

Não diferentemente de todos os processos de tratamento de esgoto utilizados no mundo, o do município começa, essencialmente com a coleta dos esgotos domésticos e industriais da cidade, que em seguida são diretamente levados a estação. De alguns pontos da cidade, este transporte é feito exclusivamente por gravidade, entretanto, em decorrência de um terreno muito irregular, a cidade também disponibiliza de 4 estações elevatórias, que são responsáveis por fazer o transporte dos bairros mais baixos em relação a lagoa.

Na chegada à estação o efluente sanitário passa pelo primeiro tratamento, o tratamento primário, que se resume em equipamentos físicos, como grades ou telas, que tem como principal objetivo reter objetos de características sólidas e de dimensões elevadas, visando diminuir o volume de objetos que viriam a decantar no fundo das lagoas, e evitando um possível entupimento das vias de escoamento.

Quando levamos em consideração sua profundidade, 1.8m, e sua função principal, que é receber o esgoto bruto, que ainda não passou por nenhum tipo de tratamento biológico inicial, constatou-se que a lagoa em questão é uma do tipo de estabilização facultativa, como pode ser verificado na Tabela 1. O que de fato caracteriza este tipo peculiar de lagoa é a presença dos dois tipos de tratamento biológicos, anaeróbio e aeróbio, que ocorrem respectivamente no fundo e nas regiões mais superficiais da lagoa.

O processo anaeróbio que ocorre nas regiões mais profundas das lagoas, dá-se graças a ausência de oxigênio desta parte da lagoa, oxigênio este que se faz presente nas camadas mais superficiais graças a ação do vento e também fornecido pela fotossíntese que as algas presentes no meio realizam, em decorrência da incidência de luz solar, luz, que fica restrita as camadas superiores devido a elevada turbidez característica dos esgotos domésticos impedindo que esta luminosidade chegue a locais mais profundos.

Como temos conhecimento do volume do afluente, e a capacidade volumétrica da lagoa primária, calculamos que o seu período de detenção hidráulica se encontra na faixa de

10 a 11 dias. Tendo em vista que o afluyente não passa por nenhum tipo de lagoa de decantação, a sedimentação de resíduos sólidos no fundo da lagoa é muito acentuada ocasionando um elevado acumulo de lodo no fundo da lagoa dificultado a decomposição da matéria orgânica presente naquela região e provocando um aumento na produção de gás metano, que será lançada no ambiente.

Após o tratamento inicial, o esgoto é encaminhado por gravidade para as lagoas seguintes que apresentam as mesmas características da lagoa inicial no que se refere a profundidade, o que de acordo com a literatura também as enquadraria como sendo facultativas. No entanto, com o decorrer do método de tratamento a turbidez presente no esgoto no início do processo se mostra cada vez menor, fazendo com que a entrada de raios UV se faça cada vez maior nas partes mais fundas da lagoa, interrompendo o processo anaeróbio, característico das lagoas facultativas, reduzindo sua eficiência.

Métodos semelhantes estão sendo usualmente utilizados no Brasil, entretanto, as lagoas facultativas tem sua eficiência elevada quando utilizadas em sequência com lagoas de maturação, que são caracterizadas por uma redução da profundidade para acentuar a entrada de luz solar e realizar uma remoção de patogênicos, mas em casos como o de estudo, em que a profundidade permanece a mesma, o que se espera é que o período de detenção hídrica seja maior, para que assim a turbidez seja reduzida e a penetração de luz seja elevada.

Foi anteriormente constatado que as lagoas de estabilização da ETE da cidade Serra Negra do Norte se enquadram no tipo de lagoa facultativa, tipo este que apresenta elevada eficiência no quesito remoção de matéria orgânica. Como relata LEO (2008), "Estas lagoas em condições normais de operação, são capazes de propiciar eficiências na remoção de matéria orgânica superiores a 80%", entretanto, as condições que o autor se refere para que se alcance a eficiência, não são fornecidas pelo sistema, tendo em vista que foi comprovado anteriormente que o TDH necessário para o sistema não é possível de ser alcançado devido a deficiência na capacidade volumétrica das lagoas em relação ao volume de afluyente que chega na lagoa receptora.

De acordo com informações fornecidas pelo autor acima citado, o TDH requerido por este tipo de sistema é de no mínimo 15 dias, toda via, o TDH do sistema não chega a 10 dias, tornando assim, o método relativamente ineficiente.

Vale ressaltar que este tipo de lagoa se caracteriza principalmente pela quantidade de algas que saem do sistema junto com seu efluyente, já que as algas são as responsáveis pelo fornecimento de oxigênio requerido para o processo de decomposição aeróbica, o que para

Leo (2008), também é um grande problema, pois “A presença de algas no efluente final é indesejável por fatores estéticos e por questão de saúde, pois algumas algas apresentam toxicidade”. De acordo com Meneses (2006), a presença de algas pode ser um problema considerável quando o efluente possa vir a ser usado para fins agrícolas. Este problema tem ênfase no município, tendo em vista que o corpo receptor do sistema percorre diversas comunidades rurais que utilizam esta água para consumo e produção agropecuária.

Mais uma característica verificada na estação, é a elevada quantidade de resíduos sólidos que sedimentam no fundo da lagoa, dificultando assim o processo de decomposição anaeróbica, que teoricamente deveria ocorrer nas regiões mais profundas, o que também pode ocasionar a diminuição da carga volumétrica do corpo receptor e consequentemente redução no TDH, o que levaria a um significativo decréscimo na eficiência do sistema.

Quando levarmos em consideração a remoção de patogênicos, o tipo de lagoa facultativa tem certas restrições tendo em vista que este processo se dá basicamente com a entrada de luz solar em todo corpo da lagoa, entrada que é muito prejudicada devido a profundidade inadequada, e devido a elevada turbidez do efluente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Quando comparado a situação atual das demais cidades brasileiras, a ETE da cidade de Serra Negra do Norte apresenta grande importância e eficiência relativamente satisfatória.

Entretanto algumas simples alterações acarretariam em consideráveis melhorias na remoção da matéria orgânica no meio, diminuição na porcentagem de algas presentes no efluente final e uma eliminação de quase 100% dos agentes patogênicos que seriam lançados no corpo receptor do sistema.

A princípio, seria necessário a substituição do método facultativo por uma lagoa de estabilização de aeração completa. Esta mudança seria possível com a implantação de bombas de ar (aeradores), que possuem dupla função, como relata OLIVEIRA (2004), “manter a oxigenação necessária para a aerobiose e manter a biomassa dispersa no meio líquido”. Desta forma, a injeção de oxigênio, requerido pelo processo de decomposição, promoveria redução das algas que são responsáveis por este processo no método facultativo, reduzindo consideravelmente sua concentração no efluente, melhorando a qualidade visual, pois estas algas são as responsáveis por uma coloração esverdeada, e melhorando sua aplicabilidade para fins agrícolas.

Por sua vez, a suspensão dos resíduos sólidos presentes no meio corrigiria o problema da elevada decantação no fundo da lagoa causando uma agilização na sua decomposição, outro ponto importante desta suposta circulação hídrica seria uma homogeneidade da temperatura, que detêm papel importantíssimo na eficiência do processo.

O problema relacionado ao TDH insuficiente que ocorre no sistema, reduzindo sua eficiência, seria solucionado tendo em vista que, por não depender mais de processos biológicos para obtenção do oxigênio necessário para o processo, o período que o afluente necessita de confinamento seria reduzido, já que de acordo com Jerônimo (2010), o TDH para que uma lagoa aerada alcance uma eficiência de 70% na remoção da matéria orgânica não passa de 6 dias.

Uma desvantagem apresentada por este tipo de lagoa é um consumo de energia para o funcionamento dos aeradores, que apresentará um custo financeiro inexistente nas lagoas facultativas. Porém seria mais vantajoso do que uma mudança na estrutura da estação, já que de acordo com cálculos relacionando a quantidade da população, a vazão de esgoto gerada e a capacidade volumétrica das lagoas, esta mudança seria suficiente para os próximos 26 anos.

A segunda mudança necessária seria na 4ª lagoa. Na chegada do efluente na última lagoa do sistema a matéria orgânica dissolvida no meio apresenta porcentagens insignificantes, em alguns casos alcançando porcentagens inferiores a 5%, entretanto, os processos de tratamento anteriores são deficientes no quesito retirada de agentes patogênicos em função da profundidade da lagoa, que reduz a ação dos raios UV no fundo da lagoa. A sugestão para resolução desta problemática, seria a adequação da lagoa para que a mesma apresente características de maturação, para tanto faz-se necessário redução de sua profundidade. Informações publicadas por Souza (2007), afirmam que para uma maior eficiência das lagoas de maturação sua profundidade não deve exceder medidas maiores de 1,5m, para que a entrada de luz solar chegue a todas as camadas da lagoa. A mudança que seria responsável por transformar a lagoa em uma do tipo de maturação seria a elevação do fundo, como a da estação em estudo apresenta uma profundidade de 1,8m, uma elevação de apenas 30cm seria mais que suficiente para se alcançar eficiências de remoção muito elevadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que apesar da excelente iniciativa adotada pela prefeitura municipal,

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

foram encontradas algumas deficiências na estação de tratamento da cidade de Serra Negra do Norte-RN, deficiências estas que podem comprometer a eficiência do processo e consequentemente a qualidade da água despejada no Rio Espinharas.

Observou-se que pequenas modificações estruturais poderiam promover melhorias na qualidade da água, quanto a redução na presença de algas, de até 100% dos agentes patogênicos, obtidos pelo processo de aeração na primeira lagoa, transformando-a em lagoa de Aeração e com a redução da profundidade na última lagoa, transformando-a em lagoa de maturação.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Acesso à terra Urbanizada pela concessão da bolsa de pesquisa aos autores.

## REFERÊNCIAS

HENRIQUE, Israel Nunes. **Tratamento de águas residuais domésticas através de sistemas conjugado aeróbico/anaeróbico:** Alternativa tecnológica para diminuição de impactos ambientais. 2010. 156 f. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

NETTO, Antônio Pedro de Oliveira. **REATOR ANAEROBO-AEROBIO DE LITO FIXO.** 2007. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

JERÔNIMO, Carlos Henrique de Medeiros. **ESTUDO DE TÉCNICAS PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES.** 2010. 148 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/serra-negra-do-norte/panorama>.

SOUZA, Antônio Cicero de. **Avaliação do funcionamento de uma estação de tratamento de esgoto doméstico e desenvolvimento de um novo método para**

**determinação de DQO.** 2007. 103 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Química, Departamento de Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. **Modelo para tomada de decisão na escolha de sistema de tratamento de esgoto sanitário.** 2004. 197 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Departamento de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

VELA, Francisco Jose. **Tratamento de esgoto sanitário em reatores anaeróbicos.** 2006. 159 f. Tese (Doutorado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. **Filtro anaeróbio aplicado no tratamento de esgoto sanitário.** 2004. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004.

MOURA, Jose Antônio de. **Estudo da eficiência de estações de tratamento de esgoto.** 2009. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Departamento de Química, Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, 2009.

MENESES, Carla Gracy Ribeiro. **EVOLUÇÃO DA BIODEGRADABILIDADE DA MATERIA ORGÂNICA EM UM SISTEMA DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO.** 2006. 127 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

LEO, Luiz Fernando Rossi. **Investigação da toxicidade, trabalhabilidade e formação de subprodutos tóxicos em efluente clorados de lagoas de estabilização sem um pós-tratamento.** 2008. 185 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Hidráulica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.