



Revista  
**Expressão Científica**  
2018



2º SANEAR

Tema: Esgotamento Sanitário

**Edição Especial Sanear**



# REVISTA EXPRESSÃO CIENTÍFICA - EDIÇÃO ESPECIAL SANEAR

## Editora-Chefe

Vanina Cardoso Viana Andrade

## Conselho Editorial

Diego Ramos Feitosa

Jéssika Lima Santos

Júlio César Nunes Ramiro

César de Oliveira Santos

Kelly Cristina Barbosa

Salim Silva Souza

**Capa:** Jéssika Lima Santos

**Diagramação:** Jéssika Lima Santos

Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida ou duplicada sem autorização expressa do IFS.

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R454	Revista Expressão Científica - Edição Especial Sanear 2018 [e-book] / Instituto Federal de Sergipe - ano. 3, v. 3, Aracaju: IFS, 2018. Semestral ISSN: 2447-9209 1. Generalidade - Periódicos. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. CDU: 000
------	--

Ficha catalográfica elaborada por Salim Silva Souza - CRB 5-1332

## Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - IFS

Avenida Jorge Amado, 1551 - Loteamento Garcia, Bairro Jardins -  
Aracaju | Sergipe.

CEP: 49025-330 TEL.: 55 (79) 3711-3222 E-mail: edifs@ifs.edu.br

Impresso no Brasil - 2018



**Ministério da Educação**

**Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Sergipe**

**Presidente da República**

Michel Miguel Elias Temer Lulia

**Ministro da Educação**

Rossieli Soares da Silva

**Secretária da Educação Profissional e Tecnológica**

Eline Neves Braga Nascimento

**Reitora IFS**

Ruth Sales Gama de Andrade

**Pró-reitora de Pesquisa e Extensão**

Chirlaine Cristine Gonçalves



# EDITORIAL

O índice de cobertura de esgotamento doméstico do Brasil ainda é insatisfatório, constitui-se em um grande desafio que precisa ser tratado com total prioridade, uma vez que, saúde pública de qualidade depende de um saneamento eficiente. Com a escolha da temática Esgotamento Sanitário, o II SANEAR-SE teve a pretensão de constituir importantes debates entre os participantes, sobre o sistema de esgotamento sanitário sergipano bem como de seus importantes serviços de saneamento, sem perder de vista a questão socioambiental na qual está intrinsicamente inserida. A compreensão da importância dos sistemas de esgotamento sanitário tendo em vista a qualidade socioambiental, convida à reflexões a respeito da sustentabilidade em seus mais variados âmbitos. Nesse sentido, pesquisadores do IFS da área de saneamento foram convidados para apresentar seus trabalhos para fins de discussão com a comunidade acadêmica neste evento.

Comissão Organizadora do II Sanear:

Prof<sup>a</sup>. MSc. Carina Siqueira de Souza

Prof<sup>a</sup>. MSc. Flávia Dantas Moreira

Prof<sup>a</sup> MSc. Florilda Vieira da Silva

Prof. MSc. Jorge Luiz Sotero de Santana

Prof<sup>a</sup> MSc. Louise Francisca Sampaio Brandão

Prof. Dr. Rodrigo Gallotti Lima

Prof<sup>a</sup> Dra. Tatiana Máximo Almeida Albuquerque



# SUMÁRIO

<b>Análise de eficiência de filtro com leito de areia associado a resíduos da construção civil no tratamento de água cinza</b>	<b>9</b>
<i>João Paulo Reis Barros; Caroline Lucas de Carvalho; Raylline Costa da Cunha Lime; Silmara Nunes Dantas; José Resende Goes; Louise Francisca Sampaio Brandão</i>	
<b>Avaliação de custo e eficiência de três opções de tratamento de esgoto doméstico para unidade familiar na zona rural</b>	<b>14</b>
<i>Laize Eloy Teixeira; Louise F. Sampaio Brandão; Florilda Vieira da Silva;</i>	
<b>Diagnóstico da eficiência das estações de tratamento de esgotos da região metropolitana de Aracaju</b>	<b>18</b>
<i>Igor Vieira Padre; Louise Francisca Sampaio Brandão</i>	
<b>Estimativa dos custos na implantação do sistema de esgotamento sanitário da zona norte de Aracaju: estudo de caso sobre o subsistema ERQ-Norte</b>	<b>22</b>
<i>Thaise Kate Silva dos Santos; Jorge Luiz Sotero de Santana;</i>	
<b>Estimativa de redução de consumo com reuso de água em escolas de Aracaju-SE</b>	<b>26</b>
<i>Zacarias Caetano Vieira; Wesley Rodrigues de Aquino; Carlos Gomes da Silva Júnior</i>	
<b>Comparação dos métodos de tratamento de esgoto mais utilizados para a análise de uma hipotética universalização do saneamento básico na cidade de Aracaju</b>	<b>30</b>
<i>Giselle Fernanda Costa de Santana; Profa Dra Tatiana Máximo Almeida Albuquerque</i>	
<b>Análise da eficiência de um filtro de pedra porosa desenvolvido para o tratamento preliminar de esgoto doméstico</b>	<b>34</b>
<i>Tatiana Máximo Almeida Albuquerque; Italo Rocha Almeida; Thiers Pereira de Souza; Ana Katharine Oliveira Souza</i>	

---

<b>Avaliação de viabilidade técnica para implantação de uma rede de coleta e transporte de esgotos no loteamento Recanto da Paz, Bairro Aeroporto, em Aracaju/SE</b>	<b>38</b>
<i>Wesley Marcos Sousa Marques; Carlos Alfonso Alva Alvarado</i>	
<b>Proposição de sistema de tratamento complementar ao tanque septico proposto pela NBR 13969/1997: sistemas alagados construídos uma alternativa viável</b>	<b>42</b>
<i>Nayara Souto dos Santos Oliveira; Prof. MSc. Carina Siqueira de Souza</i>	
<b>Avaliação de um wetland: sistema alagado construído para tratamento de esgoto</b>	<b>46</b>
<i>Soanne Hemylle de Jesus Santos; Carina Siqueira de Souza;</i>	
<b>Avaliação da eficiência de uma nova concepção de uma fossa verde utilizando fibra e casca de coco como substratos</b>	<b>49</b>
<i>Bruno José de Oliveira Sousa; Laize Eloy Teixeira; Tatiana Máximo Almeida Albuquerque</i>	
<b>Diagnóstico dos serviços de esgoto sanitário no estado de Sergipe através de indicadores de atendimento da população urbana</b>	<b>52</b>
<i>Yasmin Sales Oliveira, Flávia Tauane Santos de Santana, Jorge Luiz Sotero de Santana, Rodrigo Gallotti Lima</i>	
<b>Análise de eficiência de filtros com leito de areia associado a resíduos da construção civil no tratamento de água cinza</b>	<b>56</b>
<i>João Paulo Reis Barros, Caroline Lucas de Carvalho, Raylline Costa da Cunha Lime, Silmara Nunes Dantas, José Resende Goes, Louise Francisca Sampaio Brandão</i>	



## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE FILTRO COM LEITO DE AREIA ASSOCIADO A RESÍDUOS DE BLOCOS CERÂMICOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA.

João Paulo Reis Barros <sup>1</sup>; Caroline Lucas de Carvalho<sup>2</sup>; Raylline Costa da Cunha Lime<sup>3</sup>; Silmara Nunes Dantas<sup>4</sup>; José Resende Goes<sup>5</sup>; Louise Francisca Sampaio Brandão<sup>6</sup>;

3.07.00.00-0 – Engenharia Sanitária; 3.07.02.00-3 – Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias

### RESUMO

Introdução: A água é um recurso natural renovável com volume inalterado devido ao seu ciclo hidrológico, porém, segundo Lima e Machado (2008, p.13), de todo esse volume existente, apenas 0,0075% representa a água doce utilizável pelos seres humanos, encontrada em lagoas, rios e reservatórios (IDEC, 2005). O Brasil detém cerca de 13% de toda água doce superficial do planeta, porém, sofre com a má distribuição desta, uma vez que, cerca de 81% deste percentual está localizado na Amazônia, que detém menos de 5% de toda população brasileira, e o restante, cerca de 19%, está localizado nas demais regiões do país, que concentram 95% da população; dentre essas, a nordeste e a sudeste, possuidoras das menores parcelas desse

percentual, são responsáveis por abastecer, aproximadamente, 70% da população brasileira, caracterizando um exemplo claro da má gestão desse recurso pelos órgãos responsáveis (ANA, 2015). Para agravar essa situação, o intenso processo de urbanização, desenvolvimento desordenado das cidades, industrialização e o aumento da população mundial, que triplicou nos últimos 100 anos, associado a uma má gestão, má distribuição e uso irracional da água doce, tem aumentado em até seis vezes a demanda por esse bem, de acordo com Martins Júnior e Martins (2016, p.2), contribuindo para o aumento da dificuldade de acesso ao saneamento básico, que quando existente, muitas vezes é ineficiente; além de encarecer os processos de tratamento para obtenção de água potável e não-potável, visto que, a

1 Pesquisador - IFS, e-mail: joao\_p.14@hotmail.com. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.

2 Pesquisadora - IFS, e-mail: caarol.carvalho@outlook.com. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.

3 Pesquisadora -IFS, e-mail: rayllinelima@hotmail.com. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.

4 Pesquisadora -IFS, e-mail: silmarandantas@gmail.com. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.

5 Coorientador-IFS, e-mail: resende.goes@ifs.edu.br. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.

6 Orientadora-IFS, e-mail: lusampaio\_eng@yahoo.com.br. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.

maior parte das localidades lançam seus dejetos *in natura* nos corpos hídricos ou solos, comprometendo a qualidade da água que será utilizada para fins de abastecimento, consumo, irrigação ou recreação, segundo Tonetti et al (2012, p. 2). De acordo com Tonetti et al (2012, p.2), apesar das vantagens e eficiência dos processos empregados no Brasil, o efluente que sai das estações de tratamento não atende aos padrões legais, por isso, necessita de um tratamento terciário posterior. A NBR 13.969/1997 (ABNT, 1997) apresenta várias formas de pós-tratamento, dentre essas estações, merece atenção o filtro de areia, uma vez que, para tratamento de esgoto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) recomenda a obtenção de dados da NBR 11.799/1990 (ABNT, 1990) cujas especificações são voltadas para tratamento de água para abastecimento público, uma finalidade mais nobre; demonstrando, para alguns casos de tratamento de esgotos, uma inviabilidade financeira, devido a um possível superdimensionamento, e uma carência de estudo técnico do uso desse filtro aplicado ao tratamento dos diversos tipos de águas residuárias. Diante de toda essa conjuntura apresentada, este trabalho tem como **objetivos:** construir filtros-pilotos para tratamento de água cinza gerada no Instituto Federal de Sergipe (IFS), com camadas filtrantes compostas de areia associada a vidro ou a blocos cerâmicos, moídos, oriundos da construção civil; analisar a eficiência de cada um dos filtros com e sem decantação prévia, e com alturas de camadas filtrantes diferentes das recomendadas pelas normas NBR 13.969 (ABNT, 1997) e NBR 12.216 (ABNT, 1992); além de verificar a eficiência do processo de desinfecção do efluente oriundo dos filtros com concentrações de cloro variáveis, correlacionando os resultados obtidos com os parâmetros exigidos pela legislação para as diversas aplicabilidades desse tipo de esgoto tratado. **Materiais e Métodos:** Primeiramente, foram feitos o dimensionamento, a orçamentação e a obtenção das unidades-piloto de tratamento escolhidas, confeccionadas em acrílico por empresa especializada. Foram criadas: duas unidades de de-

cantação com dispositivo de saída do esgoto decantado; duas colunas de filtração, uma com leito filtrante de areia lavada e vidro moído, e outra com leito filtrante de areia lavada e blocos cerâmicos moídos, sendo que ambos os filtros possuíam uma saída para escoamento do efluente; e, duas unidades de desinfecção com as mesmas características dos decantadores. Referindo-se à areia filtrante requerida pelas normas, optou-se por substituí-la, tanto por resíduos de vidro, quanto por blocos cerâmicos, ambos moídos e advindos da construção civil. Quanto ao antracito, resolveu-se removê-lo, por ser, geralmente, um material financeiramente caro, mesmo sabendo do seu papel em dirimir substâncias, sabores e odores; como opção, adotou-se areia com propriedades granulométricas semelhantes as requeridas para o antracito pela norma regente com as finalidades de ter-se, não só mais uma camada filtrante, como também melhorar a carreira do filtro. Considerou-se, para a areia a ser manuseada nos filtros, grãos retidos entre peneiras de malhas 0,60 mm e 1,18 mm, e para os resíduos moídos, tanto vidro, quanto blocos cerâmicos, grãos retidos entre peneiras de malhas 0,425 mm e 0,60 mm, devido a inexistência, na instituição, de peneiras específicas para os tamanhos dos grãos exigidos pelas normas. No tocante a camada suporte, utilizou-se os seguintes materiais e granulometrias: resíduos moídos com grãos entre 0,60 mm e 1,18 mm; areia grossa com granulometria entre 1,2 mm e 4,8 mm, e brita zero (grãos entre 4,8 mm e 9,5 mm). Além disso, colocou-se, sobre o leito filtrante, uma fina camada de 2,0 cm de brita zero, para retenção de materiais grosseiros, presentes no esgoto coletado. Todos os materiais utilizados foram lavados abundantemente com água potável e água destilada, e logo após, foram postos para secagem em estufa, a 100 °C, durante um período de 24 horas, antes de serem acomodados no filtro. Referindo-se a ordem de acomodação das camadas, tanto a dos materiais filtrantes, quanto a da camada suporte, essa foi escolhida observando o que é sugerido por normas e bibliografias; já com relação as espessuras dessas, resolveu-

-se alterá-las, no intuito de analisar a eficiência dos filtros com alturas de camadas diferentes das exigidas pelas normas e para a finalidade prevista. Com relação à água cinza de estudo, foram utilizadas amostras provenientes do banheiro feminino do ginásio de esportes do IFS, pois, de acordo com pesquisas realizadas por Barros et al. (2016) na mesma instituição, essas águas são as que possuem características mais críticas se comparadas com as dos demais locais. As amostras foram coletadas semanalmente, no período compreendido entre 01/02/2018 e 30/05/2018. Quanto ao número de amostras, coletou-se uma quantidade suficiente para que fosse possível analisar a eficiência do filtro, de antemão, coletou-se, para cada filtro, um total de 8 amostras, cada uma com 6 litros de água cinza. Cada efluente foi coletado com o auxílio de uma concha e um balde e, em seguida, levado até o laboratório de saneamento da instituição para ser analisado no período máximo de quatro horas após a sua obtenção. Para a escolha dos parâmetros qualitativos a serem analisados, requisitou-se a NBR 13.969 (ABNT, 1997) com a finalidade de verificar quais características da água de reuso são regulamentadas pela mesma, e assim, monitorá-las com o objetivo de sugerir possíveis destinações do esgoto a ser tratado nesse estudo. Os parâmetros a serem avaliados foram: pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), sólidos dissolvidos totais (SDT), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais e totais, e cloro residual livre; e as análises para obtenção desses dados seguiram os Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005). Para ter-se um maior controle sobre parâmetros como, tempo de passagem, volume filtrado e vazão, dos filtros elaborados, estabeleceu-se que, dos 6 litros de água cinza coletados, por amostra, 2 litros seriam diretamente filtrados sem decantação prévia; os 4 litros remanescentes, deveriam ser postos para decantar por um período de 1 hora e, após esse intervalo, ser coletado, pelo menos, 2 litros de esgoto decantado, para assim pros-

seguir-se com a filtração e, posteriormente, ser possível comparar a eficiência dos filtros com e sem decantação prévia da água cinza coletada. Quanto a desinfecção, resolveu-se utilizar concentrações de cloro ativo de 7 mg/L (mínimo de recomendado pelo fabricante), 14 mg/L, 28 mg/L e 56 mg/L, e analisar, para cada uma dessas, as concentrações de coliformes totais e fecais, além do cloro residual livre, em tempos de detenção de 30 minutos (mínimo exigido pela NBR 13.969 (ABNT, 1997)), 1 hora e 24 horas. Para cloração, foram utilizadas pastilhas de hipoclorito de cálcio com concentração de cloro ativo de 86,6%. Já para medição do cloro residual livre, utilizou-se reagentes específicos e uma paleta colorimétrica disponibilizados pelo fabricante desses materiais. Por fim, a análise estatística dos resultados qualitativos e quantitativos foi realizada utilizando-se planilhas eletrônicas e gráficos, para que dessa forma fosse possível obter dados como: médias, valores máximo e mínimo, percentuais, etc. **Resultados:** analisando-se os efluentes finais de ambos os filtros estudados, com e sem decantação prévia, percebeu-se que houve um melhoramento da qualidade se comparado ao estado bruto desses efluentes. O pH tornou-se levemente alcalino, situação essa desejável, tanto para desinfecção com o cloro utilizado, quanto para o reuso desse efluente segundo a norma regulamentadora; houve elevação considerável da concentração do oxigênio dissolvido, demonstrando uma elevada diminuição da quantidade de matéria orgânica presente no esgoto em seu estado bruto, com conseqüente reduções da DBO e da DQO, além de contribuir para a decomposição aeróbia do material biodegradável remanescente, que gera menos subprodutos desagradáveis, como odores, por exemplo, se comparada com a decomposição anaeróbia; e, por fim, teve-se uma elevada redução da turbidez e dos sólidos dissolvidos totais, que melhoraram, significativamente, o aspecto estético final da água cinza tratada nas unidades. Durante os processos de decantação e filtração, não houveram reduções detectáveis das concentrações de coliformes fecais e totais. Referindo-

-se a desinfecção com cloração dos efluentes, com e sem decantação prévia, e, posteriormente, passados nas unidades de filtração analisadas, percebeu-se que a concentração de  $7 \text{ mg.L}^{-1}$  conseguiu reduzir a concentração de coliformes fecais, porém, foi insuficiente para provocar alteração detectável na concentração de coliformes totais e, além disso, não gerou cloro residual livre, necessário para alguns casos de reuso, conforme norma. Já as demais concentrações conseguiram reduzir significativamente as concentrações de coliformes totais e fecais, e ainda mantiveram cloro residual livre no efluente. No filtro com leito de areia e blocos cerâmicos moídos, o esgoto decantado e filtrado alcançou, em média, uma vazão de  $0,84 \text{ L.min}^{-1}$ ; enquanto que o bruto filtrado sem decantação prévia alcançou, em média, vazão de  $0,28 \text{ L.min}^{-1}$ . Já no filtro com leito de areia e vidros moídos, o esgoto decantado e filtrado alcançou, em média, uma vazão de  $0,70 \text{ L.min}^{-1}$ ; enquanto que o bruto filtrado sem decantação prévia alcançou, em média, vazão de  $0,38 \text{ L.min}^{-1}$ . Foi notável que o esgoto filtrado com pré-decantação permitiu os filtros trabalharem de maneira mais eficiente, em termos de vazão, uma vez que, houve a redução prévia dos sólidos sedimentáveis presentes no efluente bruto, fazendo-os suportarem cargas volumétricas maiores (quase o dobro, se comparada as cargas do esgoto bruto diretamente filtrado), sem colmatá-las rapidamente, aumentando, dessa forma, a carreira de filtração dos mesmos. Correlacionando os valores médios dos parâmetros analisados das amostras de água cinza tratadas com os exigidos pela NBR 13.969 (ABNT, 1997), conclui-se que os efluentes finais, de ambos os filtros, filtrados com e sem decantação prévia, e desinfetados com a concentração de cloro ativo mínima recomendada pelo fabricante ( $7 \text{ mg/L}$ ), podem enquadrar-se na classe 4 da referida norma. **Conclusões:** O leito filtrante composto de areia e resíduos da construção civil teve um desempenho satisfatório em adequar alguns dos parâmetros físico-químicos da água cinza analisada aos valores exigidos normativamente; o processo de desinfecção utilizando-se cloro, em

doses diferenciadas, permitiu saber a dose ideal desejável para cada finalidade de reuso; as unidades de decantação não interferiram, significativamente, nos aspectos qualitativos dos efluentes finais filtrados, entretanto, influenciou nas vazões dos filtros e na carreira de filtração desses; as unidades de decantação e filtração aqui abordadas requerem mais estudos, quanto a suas características técnicas, caso opte-se por reutilização da água cinza nas classes 1, 2 e 3, da referida norma; originou-se um efluente com aspecto estético agradável e com odor imperceptível, o que é interessante visto que pode dirimir a possibilidade de reclamações por parte dos usuários. a possibilidade de reuso gerada, não só traz economia de água, como também traz economia financeira, uma vez que, reduz-se o consumo de água fornecida pelo órgão responsável, para a finalidade de reuso cabível e, além desses aspectos, a pesquisa contribui para a implementação e o estudo de iniciativas sustentáveis semelhantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** água cinza, reuso, filtro.

#### REFERÊNCIAS:

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2015. Brasília, 2015. 88p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed., Washington-USA, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11.799: Material filtrante — Areia, antracito e pedregulho — Especificação. Rio de Janeiro, 1990. 7 p.
- \_\_\_\_\_. NBR 12.216: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: [s.n.], 1992. 18 p.
- \_\_\_\_\_. NBR 13.969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. [S. l.], 1997. 60 p.
- BARROS, João Paulo Reis et al. Projeto de reuso de água cinza no ifs, campus aracaju, por meio de recir-

culação nos banheiros e irrigação de jardins, com seus aspectos econômicos e qualitativos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2016, Aracaju. Artigo. Aracaju: Ifs, 2016. p. 1 - 9.

IDEC. Manual de educação para consumo sustentável. Brasília: [s.i.], 2005. 162 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2018.

LIMA, Ricardo Paganelli de; MACHADO, Thiago Garcia. Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações. 2008. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil Ênfase Ambiental, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2008.

MARTINS JUNIOR, Rubens; MARTINS, Márcia Viana Lisboa. Dimensionamento de Filtro de Areia para Tratamento de Água Cinza do Bloco Novo do IRN. Revista Brasileira de Recursos Renováveis, Minas Gerais, v. 3, n. 5, p.356-363, 2016.

TONETTI, Adriano Luiz et al. Tratamento de esgoto e produção de água de reúso com o emprego de filtros de areia: Wastewater treatment and reuse water production using sand filters. Eng Sanit Ambient, Campinas, v. 3, n. 17, p.287-294, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n3/v17n3a05.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2018.

## **AVALIAÇÃO DE CUSTO E EFICIÊNCIA DE TRÊS OPÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO PARA UNIDADE FAMILIAR NA ZONA RURAL.**

Laize Eloy Teixeira<sup>1</sup> Louise F. Sampaio Brandão<sup>2</sup> Florilda Vieira da Silva<sup>3</sup>

**3.07.00.00-0 – Engenharia Sanitária; 3.07.01.02-3 Tecnologia e Problemas Sanitários de Irrigação**

### **RESUMO**

**Introdução:** O serviço de esgotamento sanitário disponibilizado na zona rural brasileira é precário, visto que apenas 5,45% dos domicílios estão ligados à rede de coleta de esgotos, 4,47% utilizam a fossa séptica ligada a rede coletora e 28,78% fossa séptica não ligada a rede coletora como solução para o tratamento dos dejetos. Dentre os demais domicílios, 61,27% depositam os dejetos em fossas rudimentares, lançam em cursos d'água ou diretamente no solo a céu aberto (PNAD, 2015). A importância do tratamento adequado, decorre da preocupação com a prevenção de doenças transmitidas pela água como: febre tifoide, disenteria, cólera, diarreia, hepatite, leptospirose e giardíase (PERES; HUSSAR; BELI, 2009) que atacam boa parte da população brasileira e que estão relacionadas com o lançamento de esgoto a céu aberto em zonas urbanas, rurais, na poluição do solo, meio aquático, fauna e flora (SILVA; NETTO, 2014). O esgoto doméstico

é causador dos mais desagradáveis transtornos, possui em seu meio, microrganismos, na maioria unicelulares, consumidores de matéria orgânica e de oxigênio e, organismos patogênicos para a vida animal em geral (EMBASA, 2018). Contém aproximadamente 99,9% de água, o restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos ou dissolvidos, bem como microrganismos (VON SPERLING, 2005). Daí a importância de se tratar o esgoto, sobretudo em locais com carência de água. Na busca de melhorar a situação sanitária e a saúde pública do país, a Lei 11.445/2007 e o decreto 7.217/2010 estabelecem diretrizes para o saneamento básico (BRASIL, 2013). Nesses documentos, são listados os objetivos da Política Federal de Saneamento Básico, dentre eles pode-se destacar: priorizar planos, programas e projetos que visem à implantação e ampliação dos serviços e ações de saneamento básico nas áreas ocupadas por populações de baixa renda; e proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações

1 Trabalho de Conclusão de Curso. E-mail: laizeeloy@gmail.com. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.;

2 Orientadora. E-mail: lusampaio\_eng@yahoo.com.br. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.;

3 Coorientadora. E-mail: florilda.vieira@gmail.com. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Meio Ambiente/Campus Aracaju/SE.



rurais e de pequenos núcleos urbanos isolados. Uma alternativa para gerar condições adequadas de tratamento de esgoto no meio rural é o uso de sistema ecológicos, que vêm se apresentando como uma técnica adequada por se adaptar à realidade da zona rural, pela facilidade de reuso do efluente como biofertilizante e pelo baixo custo da produção no reuso de materiais da construção. Com o objetivo de atender às necessidade de tratamento de efluentes, em função da melhoria do saneamento ambiental, este trabalho avaliou o custo e a eficiência de três tipos de tratamento de esgoto doméstico de unidade familiar composta por cinco pessoas, na zona rural.

**Objetivos:** Geral - Avaliar o custo e a eficiência de três tipos de tratamento de esgoto doméstico para uma unidade familiar em zona rural. Objetivos Específicos - Avaliar a eficiência dos tratamentos em relação as variáveis (pH, DBO5, DQO, SST e SS); Analisar os resultados sob a ótica da legislação ambiental vigente (CONAMA 430/2011); Dimensionar cada tipo de tratamento para uma família com 4 a 5 pessoas; Identificar o modelo mais viável em relação ao custo e parâmetros ambientais. **Material e Métodos:** Para o desenvolvimento deste estudo, inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre a temática em questão através de buscas na literatura científica, publicações e arquivos contendo as informações necessárias (conceitos, tipos, classificações, funcionamentos) para a seleção de uma fossa em um sistema de tratamento de esgoto para uma unidade familiar com quatro a cinco pessoas. Após a realização do levantamento dos dados relativos às eficiências da qualidade do esgoto, estes foram comparados com os valores dos parâmetros (físicos, químicos e biológicos) exigidos pela legislação vigente, para saber qual o tipo de tratamento se mostraria mais eficiente. Foram escolhidos três (03) tipos de fossas (tanque séptico, fossa séptica biodigestora - EMBRAPA, e tanque de evapotranspiração/fossa verde) mais comuns para zona rural do semiárido e sertão nordestino onde se avaliou também o custo, a construção, a eficiência destes tratamentos de esgoto doméstico, a área

construída, a facilidade de manutenção e a possibilidade de reuso do efluente dos sistemas. Pesquisou-se em bibliografias e normas técnicas as etapas e fórmulas para dimensionamento das unidades, objeto deste trabalho, para serem apresentados de forma detalhada os projetos executivos das fossas analisadas. Após as etapas anteriores realizou-se um orçamento simplificado com base no dimensionamento de cada sistema de modo a verificar qual das fossas teve o custo mais baixo. Esta característica é importante para quem vive em uma zona rural, onde há deficiência na rede coletora de esgoto e se faz necessário o tratamento *in loco*. Além disso, a população não tem noções de educação ambiental formal, mas é sensível quanto à necessidade de preservação dos recursos naturais e tem interesse em evitar doenças, cultivar plantas e frutos, reaproveitando a água residuária que estava sendo descartada no meio ambiente sem qualquer tratamento. **Resultados:** Avaliou-se a eficiência para cada tipo de sistema de tratamento de esgoto doméstico, constatada em outros trabalhos, para uma família na zona rural ou no semiárido. A norma que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes é a Resolução CONAMA 430/2011. Vale salientar que os sistemas de tratamento discutidos neste trabalhos tem como objetivo reusar o esgoto doméstico tratado principalmente na agricultura, ou seja, os efluentes tratados serão disposto no solo. Diante deste contexto, o dispositivo da Resolução CONAMA 430/2011 que se aplica efetivamente às condições deste trabalho é o art 2º. Foi feito o dimensionado e planta baixa (utilizando o autoCAD) para cada sistema de tratamento, em seguida feito a avaliação econômica utilizando o software ORSE. Assim avaliou o modelo mais viável para unidades unifamiliares, fez-se uma relação comparativa entre as fossas estudadas, onde foi verificado se atendem a legislação, custo, área construída, reuso e manutenção. O tanque séptico atende a resolução CONAMA 430/2011, em relação ao parâmetro sólidos suspensos, enquanto a fossa séptica biodigestora atende a mesma resolução apenas no parâmetro DBO5, já o

tanque de evapotranspiração não pode ser verificado sob a regulamentação desta resolução pois o efluente final é evapotranspirado. O tanque séptico é o sistema de custo mais baixo e o tanque de evapotranspiração, o de custo mais alto. O tanque séptico requer uma menor área, enquanto que o tanque de evapotranspiração requer a maior área dentre os três sistemas analisados. Quanto ao reuso, na fossa biodigestora o efluente tratado deve ser utilizado somente no solo, em culturas onde o líquido não entre em contato com o alimento, só pode ser aplicado no solo, na forma de uma fertirrigação. Se o efluente não for utilizado na agricultura, pode-se montar um filtro de areia na terceira caixa do sistema, que permitirá a saída do efluente sem excesso de sólidos suspensos ou montar uma vala de infiltração, ou um sumidouro, onde o efluente líquido possa ser infiltrado no solo. O efluente do Tanque de evapotranspiração/fossa verde é utilizado diretamente pelas raízes das plantas, pois as mesmas já estão inseridas no local, aproveitando os nutrientes do esgoto. No tanque séptico a manutenção é realizada por um limpa fossa em períodos frequentes, enquanto que os demais sistemas (a biodigestora e o tanque de evapotranspiração) devem ser observados periodicamente quanto ao bom estado de funcionamento, sem a necessidade de manutenção periódica. **Conclusão:** De acordo com a análise de avaliação econômica e eficiência segundo a legislação do CONAMA 430/2011, a fossa biodigestora desenvolvida pela EMBRAPA tem maior vantagem em relação ao tanque séptico e a fossa verde. Ela utiliza o efluente no solo na forma de fertirrigação; caso não queira utilizar o efluente pode se montar uma vala de infiltração ou um sumidouro onde o efluente penetra no solo, desde que se analise com antecedência a vulnerabilidade do lençol freático. A fossa biodigestora atende a legislação, seu custo e área construída são menores se comparados ao tanque de evapotranspiração e não há necessidade de manutenção. Como foi comprovado neste trabalho o tanque séptico não é a melhor alternativa, pois apresentou desvantagens na maioria das caracterís-

ticas analisadas. Não atende a legislação vigente, seu uso requer pós-tratamento e deve-se ter cuidado com o nível do lençol freático para não contaminá-lo. Também não se faz reuso do efluente líquido que sai do tanque séptico, pois o mesmo tem alta quantidade de contaminantes. Para o efluente do tanque séptico ser lançado no córrego ou no rio, ele tem que obedecer todos os padrões de lançamento e como verificado o mesmo atende somente sólidos suspenso e para a manutenção do tanque faz-se necessário o deslocamento do limpa fossa até o local onde está instalado. Em contra partida a fossa verde apresentou-se desvantajosa por ocupar uma grande área e ter seu custo elevado, entretanto são características que podem ser trabalhadas a seu favor. O custo pode ser reduzido se a escavação manual e regularização forem realizadas pelo proprietário da casa; pode-se utilizar material doado e reciclado fazendo com que o mesmo seja reduzido. Ela só utiliza o solo em que está instalada, não eliminando efluente para outras áreas. As plantas inseridas no local reutilizam os nutrientes do esgoto, como já discutido no presente trabalho. Esse sistema não necessita de manutenção, então, se o proprietário tiver maior área, a fossa verde é uma boa opção, pois não requer manuseio com esterco, e realiza o reuso do efluente já que ocorre a evapotranspiração no sistema. Então o Sistema mais vantajoso identificado neste trabalho é a fossa biodigestora, desenvolvida pela EMBRAPA, e em segundo lugar o tanque de evaporação. Como recomendação para trabalhos futuros verifica-se a necessidade de se pesquisar se é possível reduzir a área do tanque de evapotranspiração para reduzir também seu custo. Uma outra questão seria a análise da eficiência de todos os parâmetros recomendados pelo CONAMA 430/2011, no sistema de fossa biodigestora, visto que estes dados não foram encontrados em trabalhos científicos e são de significativa importância na avaliação desse sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** fossa, reuso, saneamento básico.



## REFERÊNCIAS:

- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Publicado no Diário Oficial da União de 08.01.2007. Brasília, 2007.
- BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 21 de jun. de 2010.
- BRASIL. Decreto nº 7983/13 de 8 de abril de 2013. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 8 de abr. de 2013.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acessado em 22 de Fev. de 2018.
- EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento - Esgotamento Sanitário <[http://www.embasa.ba.gov.br/institucional/embasa/nossos\\_servicos/tratamento\\_esgoto](http://www.embasa.ba.gov.br/institucional/embasa/nossos_servicos/tratamento_esgoto)> Acessado em 25 de Fev. de 2018.
- PERES, L.J.S.; HUSSAR, G.J.; BELI, E. Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora - **Engenharia Ambiental**. v 7, n. 1, p 36 Espírito Santo do Pinhal - ES. 2009.
- PNAD - Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>> Acesso: 14 de Fev. de 2018.
- SILVA NETO, M.D.; JESUS, A. D. **Avaliação das Condições de Saneamento Ambiental Segundo a Percepção dos Moradores de um Município Baiano**. In: XIII SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE REDES DE ÁGUA, ESGOTO E DRENAGEM, 2014, Fortaleza, CE. Anais do XIII SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE REDES DE ÁGUA, ESGOTO E DRENAGEM, 2014. v. 1
- VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. v. 1. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. Belo Horizonte - MG, 2005, 452p.

## DIAGNÓSTICO DA EFICIÊNCIA DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE ARACAJU

Igor Vieira Padre<sup>1</sup>; Louise Francisca Sampaio Brandão<sup>2</sup>

3.07.00.00-0 – Engenharia Sanitária; 3.07.02.00-3 – Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias

### RESUMO

**Introdução:** O Brasil apresenta-se como a sétima maior economia do planeta, mas ainda enfrenta problemas de infraestrutura típicos de países de terceiro mundo. No caso do saneamento básico, o que se vê é um quadro ainda muito debilitado, em que mais da metade da população não possui seu esgoto coletado e tratado e cujo serviço de abastecimento de água apresenta um índice de perdas da ordem de 37% (NUNES, 2015). O setor de saneamento presta serviços essenciais para a promoção de bem-estar, saúde e segurança à população e proteção ao meio ambiente. Essa prestação de serviço ocorre, em condições de monopólio (BARROS, 2013). A partir da necessidade de garantir o adequado tratamento do efluente doméstico a fim de minimizar o impacto causado pelo seu lançamento fora dos parâmetros exigidos pelas legislações ambientais, foram criados os órgãos de regulação (BRASIL, 2007), a exemplo do CONAMA, para estabelecer padrões e normas além de avaliar e fiscalizar as estações de tratamento de esgotos (ETE's). A Região Metropolitana de Aracaju (RMA) apresenta problemas críticos relacionados à baixa eficiência dos sistemas de

coleta e tratamento de esgotos urbanos (estimado em 35% de cobertura na capital) provocando a degradação de seus rios urbanos e gerando impactos na saúde da população (GIAU, 2010). A concessionária de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário presta serviços essenciais a comunidade promovendo conforto, saúde e segurança e assistência ao meio ambiente, porém deve ser realizado um monitoramento constante desses serviços de modo a garantir o funcionamento adequado das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), avaliando sua eficiência e a qualidade do efluente tratado. **Objetivo:** Descrever o estado das ETE's da Região Metropolitana de Aracaju, em função da importância do saneamento na promoção da qualidade de vida, visto que o cenário regional atual apresenta-se distante de um serviço adequado para a população. **Material e Métodos:** Esta pesquisa foi consolidada em cinco etapas. Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica. A segunda etapa contemplou a seleção das ETE'S operadas pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) e localizadas na Região Metropolitana de Aracaju (RMA). Em seguida (terceira etapa) foi realizada pesquisa docu-

1 Trabalho de Conclusão de Curso - IFS, e-mail: igorpadredm@gmail.com;

2 Orientadora-IFS, e-mail: lusampaio\_eng@yahoo.com.br; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil /Campus Aracaju/SE.

mental e levantamento de dados de projeto e operação das estações selecionadas. Logo após, foram feitas visitas as Estações a fim de verificar suas condições de funcionamento, equipamentos, área, entre outros, além da aplicação de um questionário aos operadores dessas estações. Após o cumprimento das etapas anteriores e da organização dos dados coletados foi possível, na quinta e última etapa, avaliar a qualidade do efluente que cada ETE dispõe no meio ambiente, através das análises de pH, DBO, DQO, coliformes totais, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio Amônia, Fósforo Total, e assim, realizar um diagnóstico sobre as estações em questão. No presente estudo foram feitas pesquisas qualitativa, quantitativa, documental e pesquisa de campo. **Resultados e Conclusões:** Através das visitas e das entrevistas com os operadores das ETE's pôde-se realizar avaliação dos componentes do sistema de esgotamento sanitário constatando a necessidade de renovação/recuperação de equipamentos hidráulicos e eletromecânicos, recuperação de problemas estruturais civis devido à fissuras, entre outros. **ERO – Oeste** – Esta estação está situada no Distrito Industrial de Aracaju e o tratamento é composto por um DAFA seguido de VALO de Oxidação. Atende uma população de aproximadamente 63 mil habitantes, e trata 7 mil m<sup>3</sup>/dia de esgoto. O corpo receptor final desse sistema é o Rio Poxim e as localidades atendidas são os conjuntos Médice I e II, Beira Rio e Inácio Barbosa. Nesta foi possível perceber que dos seis aeradores que compunham o VALO, apenas três estavam em operação, além disso, constatou-se acúmulo de material gradeado e disposto inadequadamente, favorecendo a presença de insetos. Sobre a periodicidade da manutenção do sistema, o operador respondeu que a manutenção só ocorre quando acontece algum problema de operação. Com relação à desinfecção, foi constatado que o sistema não estava utilizando o composto químico cloro no seu tratamento. **ERO – Norte** - Esta estação está situada no município de Nossa Senhora de Socorro, na região da Taiçoca é composto por lagoas de estabilização facultativas e

de maturação em série. A população atendida é de aproximadamente 374 mil habitantes abrangendo as localidades: Bairros Centro, Industrial, Pereira Lobo, 13 de Julho, Getúlio Vargas, São José, Salgado Filho, Coroa do Meio (parte), Siqueira Campos, América, José Conrado de Araújo, Cirurgia, Suíssa, Grageru, Palestina e Cidade Nova. O corpo receptor desse sistema é o Rio do Sal. Nesta foi constatada a falta de isolamento da área, grande presença de vegetação e exalação de maus odores. **ERO – Sul** - Esta estação está situada no Bairro Marivan. O tratamento adotado é do tipo DAFA seguido de Lagoas de Maturação. A população atendida é de aproximadamente 58 mil habitantes, abrangendo os bairros Atalaia e Santa Maria. constatou-se que a mesma se encontrava sem operador, funcionando normalmente. **ETE – Orlando Dantas** - A estação está localizada no Conjunto Orlando Dantas. O tratamento aplicado é do tipo Valo de Oxidação. Esse sistema atende aproximadamente vinte quatro mil habitantes nos conjuntos Orlando Dantas, Sérgio Vieira de Melo e bairro São Conrado. Tem como corpo receptor o Rio Samambaia, tributário do Rio Poxim. Neste a manutenção só ocorre em caso de problemas técnicos, A desinfecção com aplicação de cloro não estava em funcionamento no dia da visita, e ao ser questionado, o funcionário respondeu que o componente químico estava em falta e também não soube responder desde quando a estação de tratamento estava operando sem a etapa de desinfecção. **ETE – Visconde de Maracaju** – O tratamento adotado é do tipo Lodo Ativado com Aeração Prolongada. Atende uma população de aproximadamente dois mil habitantes na Avenida Visconde de Maracaju. Os efluentes desse sistema são despejados na rede de drenagem de águas pluviais. Verificou-se que dos dois aeradores existentes, apenas um estava em operação. O operador informou que a bomba de recirculação que lança o efluente do decantador secundário no VALO de oxidação não estava em funcionamento. O operador informou que o equipamento estava com defeito, e, ao ser questionado há quanto tempo o equipamento estaria sem operar, o

mesmo não soube responder. A não utilização da desinfecção por cloro também foi um fator observado. **ETE – Barra dos Coqueiros** - Esta estação está localizada no Loteamento Riomar, no município Barra dos Coqueiros. O processo de tratamento é uma combinação entre um DAFA e uma variante de Lodo Ativado. A estação de tratamento atende uma população de aproximadamente 25 mil habitantes, e tem como seu corpo receptor o Rio Sergipe. E o tratamento de desinfecção por cloro não estava sendo executado. **ETE – Rosa Elze** - Essa estação de tratamento está localizada no município de São Cristóvão no conjunto Rosa Elze. O tratamento utilizado por esse sistema são Lagoas de Estabilização em série, sendo que, uma lagoa anaeróbica, uma lagoa facultativa e três lagoas de maturação. A estação atende aproximadamente 22 mil habitantes e o corpo receptor é o Riacho Xoxota. Nesta ETE há incidência elevada de vegetação, tanto no interior das lagoas, como nos taludes. O operador respondeu que não é realizado nenhum tipo de manutenção ou capina. A não utilização da desinfecção por cloro também foi um fator observado. **ETE – Conjunto Jardim** – Esta estação está localizada no município de Nossa Senhora do Socorro. O sistema utiliza como tratamento as Lagoas de Estabilização, sendo uma lagoa facultativa e duas de maturação. A população atendida é de aproximadamente 9 mil habitantes e o afluente final é o Riacho Palame. Nesta estação falta segurança, o sistema se encontra aberto, sem nenhum tipo de proteção ou cerca. O excesso de vegetação foi outro fator notado, tanto dentro da lagoa, nos taludes e nas redondezas. Além disso, a etapa de desinfecção através do cloro não estava sendo executada. O diagnóstico da qualidade do efluente das ETE's concluiu que todas as estações apresentaram não conformidades em relação a aspectos como falta de manutenção, equipamentos inoperantes, etapa de desinfecção, falta de segurança e excesso de vegetação. O diagnóstico das atividades das ETE's proposto inferiu que no geral os sistemas de tratamento avaliados possuem problemas de ordem estruturais, operacionais e de gestão.

Com aplicação dos questionários, entrevistas e consulta aos dados adquiridos na ADEMA, mesmo com alguns estando defasados, foi possível avaliar a qualidade e eficiência do tratamento de cada uma das ETE's pesquisadas. Dessa forma, ao comparar os dados obtidos com os parâmetros limites estabelecidos em norma, concluiu-se que nenhum dos efluentes das ETE's avaliadas estavam com todos os parâmetros em conformidade com o padrão mínimo de qualidade ambiental. Cabe considerar que, os períodos de análise dos dados informados não foram suficientes para identificar a situação atual dos sistemas de tratamento, contudo, através desse estudo foi possível considerar que, dentre as estações estudadas, a ETE Barra dos Coqueiros foi a que apresentou um melhor resultado no seu tratamento, e a ETE Rosa Elze o pior resultado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diagnóstico, esgoto, eficiência.

#### REFERÊNCIAS:

- BARROS, Izabela Pinheiro Alves Felipe. **Proposta de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação de estações de tratamento de esgotos do Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/804M.PDF>. Acesso em 18 de junho de 2016;
- BRASIL. Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação dada pela Medida Provisória nº 844, de 2018), Brasília, janeiro, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 18 junho. 2016;
- Gestão Integrada das Águas Urbanas em Aracaju-SE/Brasil**. Relatório do Diagnóstico Qualitativo. Grupo Técnico de GIAU. Aracaju: Setembro 2010;

NUNES, Victor R. de Santiago. **O setor de saneamento básico no Brasil: Desafios perspectivas.** Disponível em: [monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli010014809.pdf](http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli010014809.pdf).> Acesso em 26 de maio de 201.

## ESTIMATIVA DOS CUSTOS NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA ZONA NORTE DE ARACAJU: ESTUDO DE CASO SOBRE O SUBSISTEMA ERQ-NORTE

Thaise Kate Silva dos Santos<sup>1</sup>; Jorge Luiz Sotero de Santana<sup>2</sup>;

**3.07.00.00-0 - Engenharia Sanitária; 3.07.03.00-0 - Saneamento Básico**

### RESUMO

**Introdução:** O saneamento básico é uma das principais atribuições do poder público, sendo que estas atividades devem ser universalizadas para toda a população. Estas atividades compreendem coleta de resíduos, drenagem urbana, abastecimento de água e esgoto sanitário (TELLES, 2014). A produção de esgoto é uma constante na atividade humana, seja de grandes conglomerados urbanos ou pequenas comunidades em áreas isoladas (PROENÇA, 2016). A falta de tratamento do esgoto associado as condições inadequadas de saneamento contribuem para a proliferação de inúmeras doenças parasitárias e infecciosas, além da degradação de corpos hídricos, que poluindo áreas receptoras pode causar desequilíbrios ecológicos e destruir os recursos naturais da região atingida ou mesmo dificultando o aproveitamento desses recursos naturais pelo homem. A disposição adequada dos esgotos é essencial para a proteção da saúde humana e uma questão de qualidade de vida (XAVIER, 2017). O tratamen-

to adequado de esgoto sanitário assume papel relevante nos dias atuais, uma vez que é cada vez mais necessária a aplicação de técnicas, ainda que descentralizadas, para diminuir a baixa quantidade de esgotos sanitários no Brasil (TELLES, 2014). Os sistemas de esgotos sanitários (SES) coletivos de rede de esgoto são indicados para locais com elevada densidade populacional, como em centros urbanos. Esta solução consiste implantar canalizações que recebem o lançamento de esgotos, transportando-os ao seu destino final, onde terá seu tratamento de forma sanitária adequada (XAVIER, 2017). Os SES são o conjunto de obras e instalações que propicia coleta, transporte e afastamento, tratamento, e disposição final das águas residuárias, de uma forma adequada do ponto de vista sanitário e ambiental. Existem para afastar a possibilidade de contato de dejetos humanos com a população, com as águas de abastecimento, com vetores de doenças e alimentos (RIBEIRO e ROOKE, 2010 *apud* MACHADO, 2016). A escolha dos SES no novo milênio não se restringe apenas às exigências ambien-

1 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Meio Ambiente/Campus Aracaju/SE. e-mail: tha.ise.kate@gmail.com;

2 (Orientador) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Meio Ambiente/Campus Aracaju/SE. e-mail: jlsotero@yahoo.com.br;



tais, de saúde pública, estéticas ou legais. Considera igualmente exigências tecnológicas, exigências de economia e mesmo os anseios da comunidade (JORDÃO E PESSÔA, 2009 *apud* TELLES, 2014).

**Objetivo:** Através do levantamento de custos do SES do subsistema Estação Recuperadora da Qualidade das Águas – ERQ-NORTE, contribuir para equacionar as questões referentes ao lançamento de efluentes nos corpos hídricos na Região Metropolitana de Aracaju (RMA). **Metodologia:** O trabalho foi realizado na área da Zona Norte de Aracaju, constituída pelos Bairros Santos Dumont, Soledade, Cidade Nova e demais áreas adjacentes, onde será implantada o SES, denominado em Aracaju e pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), Subsistema ERQ-Norte, que pertencente à RMA (constituída por São Cristóvão, Barra dos Coqueiros, Nossa Senhora do Socorro e Aracaju). Como referência foi adotado o histórico de obras da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), os valores considerados na introdução da rede coletora, interceptores, coletores troncos, estações elevatórias e de tratamento de esgotos da Região Metropolitana (RM), bem como da capital Curitiba, que oscilam entre R\$ 750/hab. a R\$ 2.250/hab., para valores início de plano, ou seja, projetos de imediato. Para realização dos cálculos foram estudadas informações no Atlas Esgotos da Agência Nacional de Água (ANA), DESO e de bibliografias relacionadas. Segundo Philippi *et. al.* (2012), a despesa para o desenvolvimento do SES é equivalente ao custo para remoção da carga orgânica doméstica, ou seja, da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). O gasto com a remoção é representada pelo produto da carga remanescente a ser tratada e o gasto unitário de remoção. O autor optou como base de avaliação econômica, o valor de R\$ 1.500/hab. para custos de implantação. Logo, considerando-se os custos e o valor de 54 DBO/hab.dia para carga a remover, foram obtidos um total aproximado da ordem de R\$ 27,77 milhões por Tonelada x Dia (PHILLIPI *et al.*, 2012). Estão inclusos nestes estudos o acréscimo dos custos anuais de operação e manutenção

(O&M), que está estimado em R\$ 22,76 por habitante/ano. Segundo (Shammas, 2013), os custos *per capita* para construções dos esgotos sanitários variam entre US\$ 180 e US\$ 600 nos Estados Unidos. E os custos *per capita* para tratamento das águas servidas, variam de acordo com os níveis de tratamento e do tamanho das instalações, que podem ser os seguintes: a) Digestão de lodo (DAFA) e Tanques de sedimentação mecanizada (US\$ 195 / hab. x ano); b) Lagoas /Açudes de estabilização - Lagoas facultativas (US\$ 5,40). Além destes valores tem-se os custos de Operação e Manutenção (O&M) das estações que variam de (US\$ 4 / hab. x ano) a (US\$ 5,5 / hab. x ano) para sistemas de esgotos que atenda a população de 100 mil a um milhão de habitantes. Os valores consideram apenas os gastos com a coleta, afastamento e tratamento do efluente doméstico de uma população, não considerando uma possível mudança de ponto de lançamento. Para esse estudo de caso, a ERQ-Norte, enquadra-se plenamente, visto que a mesma é responsável pelo atual tratamento, bem como será responsável pela ampliação da sua Estação de Tratamento de Esgotos (ETE). Através disso foram gerados três cenários: Início de plano (2012), Plano intermediário (2025) e Final de plano (2035), da implantação do SES na Zona Norte de Aracaju, pois será a estação que receberá o aporte de (DBO) devido à ampliação das redes coletoras, emissário e do tratamento dos esgotos domésticos da Zona Norte de Aracaju. **Resultados e Conclusões:** Considerando os dois cenários futuros, foi verificado que a cobertura dos serviços de esgotos deve aumentar devido ao crescimento populacional na Região Metropolitana de Aracaju, no tocante na parte da Zona Norte de Aracaju e aos investimentos aportados. Para o plano intermediário, no ano de 2015, com uma população estimada de 155.688 habitantes, tem-se vazões em torno de 529,04 L/s e uma carga orgânica total de 9,99 t DBO /dia. Ao final de plano é possível constatar que a vazão de projeto será de 615,55 l/s, com uma população total de 207.605 habitantes sendo atendida pelo Subsistema ERQ-NORT, onde a carga orgâ-

nica gerada será de 11,21 t DBO /dia. A partir da análise do Atlas Esgoto, para a universalizar o SES no estado de Sergipe, o investimento requerido é de R\$ 2.573 milhões, abrangendo a coleta e o tratamento. Phillipi (2012), aborda em sua metodologia além das despesas com coleta a tratamento, inclui os custos de manutenção e operação do SES, onde no final de plano o valor total para a implantação do Subsistema ERQ-Norte será de R\$ 428,45 milhões, divididos em: R\$ 352,36 milhões para as obras e R\$ 130,09 milhões para os gastos com manutenção e operação do SES. Logo, de acordo com o Atlas Esgotos para o Subsistema ERQ-Norte, o investimento total requerido será de R\$ 451,79 milhões, divididos em obras a serem executadas, como as redes coletoras, estações elevatórias e de tratamento de esgotos, incluído neste caso os recursos para a manutenção e operação do Subsistema ERQ-Norte (SES). Comparando as duas bibliografias estudadas: o Atlas Esgoto (2017) e Phillipi (2012), para a implantação do Subsistema ERQ-Norte, em 2035, conclui-se que há uma diferença, relativamente pequena, de R\$ 30,66 milhões, valor de que pode ser justificado devido ao método utilizado e dos valores adotados, considerando que a cidade de Curitiba possui uma dinâmica populacional, econômica e ambiental, diferenciada da população da Zona Norte de Aracaju. Conclui-se que a maior parte da população sergipana (83%) tem esgotamento caracterizado como atendimento precário (com coleta e sem tratamento) ou sem atendimento (sem coleta); e apenas 17 % caracterizado como atendimento adequado (com coleta e tratamento ou uso de soluções individuais). A estimativa de crescimento populacional implica em aumento da geração de esgoto, o que torna urgente, a necessidade de ampliação do atendimento adequado, como a construção de redes coletoras, de estações elevatórias e de tratamento de esgoto e/ou soluções individuais eficientes. A metodologia comparativa de estimativas de custos é um instrumento bastante conveniente aos municípios e regiões metropolitanas no Brasil e em Sergipe, como é o caso do Subsistema Erq-Norte, uma vez

que os valores e métodos estimados são próximos aos custos calculados. Portanto, a metodologia de estimativa de custos é de fundamental importância para a aplicação de recursos financeiros e humanos, constituindo-se nestes casos como ferramenta imprescindível ao planejamento e à gestão do saneamento ambiental, dando subsídios aos gestores públicos para a recuperação hidroambiental da região da Zona Norte de Aracaju, proporcionando assim uma melhor qualidade de vida da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Custos de implantação, sistemas de esgotos, tratamento.

#### REFERÊNCIAS:

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas/ Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**. -- Brasília: ANA, 2017.

MACHADO, Elen Carolina Soares; VASCONCELOS, Maria do Perpétuo Socorro Lamego. **Implementation of a sewage treatment station in the Ayapuá set in the city of Manaus**. 2016.

PIMENTA, Handson Cláudio Dias et al. **O esgoto: A importância do tratamento e as opções**, 2002, Curitiba: ENEGEP, 2002.

PROENÇA, Hannah Caroline, et al. **INOVAÇÃO NO TRATAMENTO DE ESGOTO EM SISTEMA ISOLADO: VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA CLEARTEC® NUM CONDOMÍNIO PRIVADO INNOVATION IN WASTEWATER TREATMENT AT AN ISOLATED SYSTEM: FEASIBILITY OF APPLYING THE CLEARTEC® TECHNOLOGY TO A CLOSED**. 2016.

SÁ, José Adonis Callou de Araújo; SANTAELLA, Sandra Tédde. Gestão da Qualidade. In: CAMPOS, Nilson; STUDART, Ticiania (Ed.). **Gestão das Águas: Princípios e Práticas**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. Cap. 10. p. 159-178.

SHAMMAS, Nazik K. **Abastecimento de água e remoção de resíduos** / Nazik K. Shammass, Lawrence K.



Wang: tradução Luiz Claudio de Queiroz Faria. – ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2013.

TELLES, Jamilla Regina. **Dimensionamento de rede de esgotamento sanitário considerando o uso de diâmetros não progressivos calculados com o programa SANCAD.** *Engenharia Ambiental e Sanitária-Pedra Branca*, 2014.

VALE, Milton Bezerra do. **Avaliação da eficiência da remoção de matéria orgânica e microbiológica de três sistemas de lagoa de estabilização em série na grande Natal - RN: Beira Rio, Jardim Lola I e Jardim Lola II.** 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Sanitária, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

XAVIER, Ariana Rosa; LORETO, Alessandro Saraiva. **COMPARAÇÃO ENTRE OS CUSTOS CÁLCULADOS DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE ALPERCATA, MINAS GERAIS E A ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS UTILIZANDO O ÍNDICE MULTIDIMENSIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO.** *Anais do Seminário Científico da FACIG*, 2017, 2.

## ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE CONSUMO COM REUSO DE ÁGUA EM ESCOLAS DE ARACAJU – SE

Zacarias Caetano Vieira<sup>1</sup>; Wesley Rodrigues de Aquino<sup>2</sup>; Carlos Gomes da Silva Júnior<sup>3</sup>

3.07.00.00-0 Engenharia Sanitária; 3.07.02.00-3 Tratamentos de Águas de Abastecimento e Residuárias

### RESUMO

**Introdução.** A água tem sido gradativamente reconhecida como um recurso escasso em escala mundial, seja devido as suas limitações relacionadas a qualidade, seja devido as suas limitações relacionadas a quantidade (KEMPER, 1996). Frente a esse quadro, surge a necessidade cada vez maior de adoção de medidas que visem a conservação da água, que pode ser definida como um conjunto de praticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhoria da eficiência do seu uso, incidindo de maneira sistêmica sobre a demanda e a oferta desse elemento (GONCALVES, ALVES, ZANELLA, 2006). Segundo a ONU, em 2013, cerca de 1 bilhão de pessoas careciam de água potável no mundo. Apesar do volume de água no planeta ser constante ao longo do tempo, a quantidade de água poluída e contaminada vem aumentando, o que torna esse quadro cada vez mais crítico. E dentro deste contexto que o reuso da água se apresenta como uma fonte alternativa. O reuso de água existe desde a Grécia Antiga (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2005) e atualmente tal pratica é ainda mais

importante, tendo em vista a redução do volume de água não poluída, o que nos passa a sensação de que a água do planeta está acabando (BARRETO, 2010). A crescente escassez de água leva a necessidade de adoção de práticas, técnicas e tecnologias que propiciem mais eficiência no seu uso. Essa problemática incide de maneira sistêmica sobre a demanda e a oferta desse elemento e na sua conservação. Dessas praticas, cita-se o sistema de tratamento e reuso de águas cinzas, ou seja, águas servidas provenientes dos pontos de consumo de água na edificação (lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinha, maquina de lavar), que podem ser tratadas e reutilizadas para atendimento de usos não potáveis. Edificações públicas, tais como escolas, caracterizam-se por apresentar uma elevada demanda de água no seu funcionamento. Dentre essas demandas, algumas se caracterizam por serem menos restritivas, como descarga de bacias sanitárias e lavagem de pisos, por exemplo. Tais demandas podem ser atendidas por águas de qualidade inferior. Para Hespanhol (2002) as águas de qualidade inferior como os esgotos, águas de chuva, águas de drenagem agrícola e águas salobras devem, sempre que

1 Instituto Federal de Sergipe/Coordenação de Edificações/Campus Aracaju/SE; e-mail: zacariascaetano@gmail.com;

2 Instituto Federal de Sergipe/Coordenação de Edificações/Campus Aracaju/SE; e-mail: wesley.aquino@live.com;

3 Instituto Federal de Sergipe/Coordenação de Saneamento /Campus Aracaju/SE; e-mail: cgomes.aju@hotmail.com;

possível, ser consideradas como fontes alternativas para os usos menos restritivos. Reuso é o processo de utilização da água por mais de uma vez, tratada ou não, para o mesmo ou outro fim. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não (LOBATO, 2005). A grande vantagem da utilização da água de reuso é a de preservar água potável para atendimento de necessidades que exigem a sua potabilidade, como para a ingestão direta ou preparo de alimentos. Para Gonçalves et al (2006) o reuso de águas cinzas pode resultar em economia de água potável, economia de energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário na escala das edificações. Em uma escala maior, resulta em preservação dos mananciais de água, por diminuir a quantidade de água captada e por reduzir o lançamento de esgoto sanitário pelas áreas urbanas, além de reduzir o consumo de energia elétrica. **Objetivo.** Diante do exposto, este artigo tem por objetivo estimar o consumo de água em lavatórios e bacias sanitárias de três escolas na cidade de Aracaju-SE e estimar a redução de consumo de água potável com a implantação de um sistema que trata e reutiliza a água dos lavatórios em descargas de bacias sanitárias. **Material e Métodos.** Para realização de nosso trabalho foram escolhidas três escolas situadas em Aracaju-SE, a Escola Estadual Barão de Mauá, a Escola Estadual Manoel Franco Freire e a Escola Estadual Governador Valadares. De acordo com o site Secretaria de Estado da Educação do Estado de Sergipe SEED/SE, o Colégio Estadual Barão de Mauá, localiza-se na Rua 2 do Conjunto Orlando Dantas, bairro São Conrado, possui 13 salas de aula e em 2015, 998 alunos matriculados; a Escola Estadual Prof. Manoel Franco Freire, localiza-se na rua Manoel Franco Freire, no Conjunto JK, com 8 salas de aula e 260 alunos matriculados; e finalmente, a Escola Estadual Governador Valadares, localizada na Avenida Visconde de Maracaju, S/N, bairro 18 do forte, com 18 salas e 965 alunos matriculados. Para estimativa do consumo de água em bacias sanitárias e lavatórios adotaremos a vazão no lavatório de 0,15 l/s e o consumo de 6,0 l/descarga

na bacia indicados por Carvalho (2012). Para indicação da frequência e o tempo de utilização adotamos a indicação de Marinoski e Ghisi (2008). Vale salientar que adotamos na nossa estimativa os valores médios, visto que temos o número total de alunos matriculados consultados no site do SEED-SE sem distinguir entre alunos e alunas. Uma sugestão de sistema de tratamento e reuso de água cinza dos lavatórios para serem implantados nas escolas é o sistema apresentado por Magri et al. (2008) com pequenas alterações. As águas cinza geradas nos lavatórios são encaminhadas para a caixa de mistura. Da caixa de mistura as águas cinza são conduzidas para o filtro anaeróbio tendo como material filtrante brita 2. Após o filtro anaeróbio os efluentes seguem para um filtro de areia de fluxo descendente (aeróbio), em seguida são conduzidos para o reservatório inferior de água cinza, e de acordo com a demanda, elevados por meio de bombeamento para o reservatório superior que alimenta os pontos de utilização, no nosso caso as bacias sanitárias das escolas. Para determinarmos o consumo diário, multiplicamos a frequência de uso pelo número de usuários e pelo consumo por uso; e para determinarmos o consumo mensal consideramos o funcionamento da escola, cinco dias por semana, ou seja, vinte dias por mês. Multiplicando o consumo diário por vinte, teremos uma estimativa do consumo mensal. Para estimativa da economia mensal E, em reais, obtida pelo uso de água dos lavatórios nas bacias sanitárias, utilizamos a equação adaptada de Alencar et al. (2012):  $E = V \times T$ , onde: V = volume de água tratada utilizada nas bacias; T = valor, em reais, da tarifa (que varia de acordo com a categoria e com o consumo de água mensal). Para o cálculo do valor da economia proporcionada pelo sistema de reuso, utilizou-se a tarifa de água cobrada pela Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO para edificações públicas, com consumo acima de 10 m<sup>3</sup>/mês, que é de R\$ 20,75 (vinte reais e setenta e cinco centavos) por m<sup>3</sup> de água e o valor da tarifa de esgoto que corresponde a 80% (oitenta por cento) do valor da tarifa de água. **Resultados e discussão.** Com relação ao con-

sumo de água das bacias sanitárias os resultados foram: 252.693,60 litros (Barão de Mauá); 65.832,00 litros (Manoel Franco) e 244.338,00 litros (Gov. Valadares). No tocante ao consumo de água nos lavatórios os resultados foram: 74.596,51 (Barão de Mauá); 19.433,96 (Manoel Franco) e 72.129,89 (Gov. Valadares). A ideia é tratar e reservar a água oriunda do uso dos lavatórios para serem utilizadas em descargas de bacias sanitárias. Como o consumo estimado nas bacias é maior do que o consumo estimado dos lavatórios, logo a água tratada atende parcialmente, a demanda nos vasos sanitários. De uma forma simplificada, temos que a redução do consumo de água nas bacias é exatamente o volume de água coletada e tratada dos lavatórios, assim, teremos as seguintes reduções de consumo: na escola Barão de Mauá reduziu de 252.693,60 litros (sem reuso) para 178.367,09 litros (com reuso); na escola Manoel Franco reduziu de 65.832,00 litros (sem reuso) para 46.398,04 litros (com reuso) e finalmente na Gov. Valadares reduziu de 244.338,00 litros (sem reuso) para 172.208,11 litros (com reuso). Finalmente com relação a estimativa de economia média mensal estimada com implantação do sistema de reuso tivemos os seguintes resultados: Barão de Mauá teve uma economia mensal de R\$ 2.786,30; Manoel Franco economia mensal de R\$ 725,71, e finalmente Gov. Valadares redução mensal na conta de R\$ 2.694,06. Vale salientar que os dados de frequências e tempos de uso adotamos em nossa simulação foram obtidos por Marinoski e Ghisi (2008) em observações realizadas outra instituição de ensino, devendo-se posteriormente, realizar essas observações e coletarmos esses dados na escola em que se pretende avaliar a implantação do sistema. Mesmo assim, os dados utilizados neste trabalho serviram para mostrar que a implantação do reuso gerará ganhos. **Conclusões.** As águas cinza produzidas pelos lavatórios, não atendem totalmente a demanda das bacias sanitárias, mas esse atendimento, mesmo parcial, gera uma redução considerável do consumo de água potável das escolas analisadas. A implantação de um sistema de tratamento e reuso

de águas cinza em escolas, gerando ganhos econômicos com a redução das contas de água e esgoto (de R\$ 725,71 a 2.786,31) e ganhos ambientais com a redução do consumo de água potável (de 19,43 m<sup>3</sup> a 74,60) nas escolas analisadas. A utilização desses sistemas de tratamento e reuso de água cinza traz uma série de vantagens, entretanto, a falta de conhecimento dos sistemas e de seus benefícios por boa parte da população é agentes limitadores do seu uso, sendo uma das soluções possíveis à apresentação de projetos pilotos, bem como a realização de campanhas publicas acerca dessa pratica.

**PALAVRAS-CHAVE:** economia, reutilização, esgoto.

#### REFERÊNCIAS:

- ALENCAR, A, C, M, G, de et al. SISTEMA PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM DESCARGAS DE VASOS SANITÁRIOS. *Revista Ciências do Ambiente On-line, Campinas - SP*, v. 8, n. 2, p.99-106, out. 2012.
- BARRETO, M. A. P.. **Água de beber – cada vez mais cara, mais longe, mais difícil.** *Revista brasileira de saneamento e meio ambiente*. Ano XVIII- N. 54, pg 6 a 9, Janeiro/Marco de 2010.
- CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura.** 5ª 201 Ed revista e ampliada. São Paulo, Blucher, 2012. 315p.
- CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Reuso de água.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/39-Reuso--de-%C3%81gua>> Acessado em 08/09/2013.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE. Quadro tarifário., 2016. Disponível em: <<http://www.deso-se.com.br/v2/index.php/clientes/quadro-tarifario>>. Acesso em: 18 abril de 2016.
- GONÇALVES, R, F; BAZZARELLA, B, B; PETERS, M. R.;; PHILLIPPI, L. S. Gerenciamento de Águas Cinzas. In: **Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e da infraestrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas.** PROSAB. Rio de Janeiro. 2006.

GONCALVES, Ricardo Franci; ALVES, Wolney Castilho; ZANELLA, Luciano. Conservação de Água no Meio Urbano. In: GONCALVES, Ricardo Franci (Org.). **Uso racional da água em edificações**. Vitória: Abes, 2006. Cap. 2. p. 29-73.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: Agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, RS, v. 7, n.4, p. 75-95, 2002.

LOBATO, M. B. **Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método Electre III**. Ambiente Construído, vol 6, nº 1, 2005.

MAGRI, Maria Elisa et al. **Reuso de águas cinzas tratadas em descarga de vaso sanitário e rega de jardim**. In: XIII SILUBESA -SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Belém, 2008.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. **Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, abr./jun. 2008.

## COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE TRATAMENTO DE ESGOTO MAIS UTILIZADOS PARA A ANÁLISE DE UMA HIPOTÉTICA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE DE ARACAJU.

Giselle Fernanda Costa de Santana<sup>1</sup>; Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Tatiana Máximo Almeida Albuquerque<sup>2</sup>

3.07.00.00-0 Engenharia Sanitária - 3.07.03.00-0 Saneamento Básico

### RESUMO

**Introdução:** A falta de saneamento tem um grande impacto sobre a saúde humana. Na América Latina, África e Ásia as doenças relacionadas à água matam 3,5 milhões de pessoas a cada ano, conforme apresentado pela Organização das Nações Unidas (ONU). No Brasil, segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 30 mil pessoas morrem por ano de doenças provocadas por água contaminada (OMS, 2014) e apenas 37,5% de todo o esgoto no país é devidamente tratado, conforme o Instituto Trata Brasil (BRASIL, 2014). A cidade de Aracaju, capital do estado de Sergipe, possui um total de aproximadamente 640 mil habitantes e dispõe de tratamento de esgotos que contempla alguns bairros, cerca de 50% dos esgotos da cidade são tratados. Entre os anos de 2010 e 2014, o volume tratado de esgoto subiu de 13.605.681 m<sup>3</sup>, em 2008, para 19.537.000 m<sup>3</sup>, em 2010, nesses anos os números de estações de tratamento de esgoto aumentaram de oito para dez (DESO, 2016), entretanto, Vieira (2016) identificou que algumas estações se

apresentam com problemas em seu funcionamento. A universalização do saneamento básico, em especial dos serviços de coleta e tratamento de esgoto, é urgente para que o panorama mude, a fim de melhorar a saúde da população e principalmente a mortalidade (TRATA BRASIL, 2017). **Objetivos:** Neste sentido, este trabalho teve por objetivo realizar uma comparação dos métodos de tratamento de esgoto mais utilizados, para a análise de uma hipotética universalização do saneamento básico na cidade de Aracaju. Além de propor formas de realizar esta universalização na região através de hipotético dimensionamento de três tipos de tratamento de esgotos, apresentando suas vantagens e desvantagens. **Materiais e Métodos:** A metodologia consistiu primeiramente na seleção da área de estudo para posterior coleta de dados e apresentação da análise do diagnóstico da situação das ETE's da Região Metropolitana de Aracaju (RMA) SE. Logo após, foram feitas coletas de dados na Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) e na Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA) para infor-

1 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Meio Ambiente/Campus Aracaju/SE. E-mail: giselle.santana@ifs.edu.br;

2 (Orientador) Instituto de Tecnologia e Pesquisa/Aracaju/SE. E-mail: tatiana.albuquerque@ifs.edu.br;



mações sobre as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) da Região Metropolitana de Aracaju. A DESO disponibilizou as plantas da rede coletora de esgoto e planilhas com dados como a identificação da ETE, localidades beneficiadas, a população atendida e vazão atualmente tratada. Já os dados de projetos das estações de tratamento não foram disponibilizados pela ADEMA. Diante do exposto, foi elaborada uma planta no programa Auto Cad, onde foi possível visualizar as ETE's existentes e as que estão em implantação, sua localização e os bairros adjacentes, atendidos e não atendidos pelas ETE's. Após o cumprimento das etapas anteriores e da organização dos dados coletados, foi possível realizar uma comparação dos principais métodos de tratamento de esgoto utilizados, para uma hipotética universalização do esgotamento sanitário na cidade de Aracaju, com a implantação de novas estações sugerindo o método que melhor se encaixa com a região. Com base nos dados obtidos e nas dimensões realizadas, foi feita uma análise da situação atual do tratamento de esgotos de Aracaju e de uma possível solução da aplicação dos tratamentos sugeridos para a universalização do sistema de tratamentos de esgotos da cidade, apresentando através de mapas as possíveis áreas de abrangência com a hipotética implantação dessas medidas. Além disso, foram observadas as vantagens e desvantagens na comparação dos três métodos de tratamentos de esgoto mais utilizados na cidade, de acordo com pesquisas realizadas por Cornelli, Amaral, Danilevicz e Guimarães (2014). **Resultados:** Pode-se observar dois dados principais: a falta de manutenção e a má execução da etapa de desinfecção em todas as estações de tratamento de esgoto já existentes na RMA. A falta de manutenção nas lagoas de estabilização gera a reprodução de mosquitos e outros insetos, causando riscos a população da cidade, sendo que a manutenção desse método é considerada simples. O Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente (DAFA) também é de simples manutenção e sem ela pode causar maus odores. Já a retirada do lodo, tem custo alto de manutenção, pelo fato de necessi-

tar de controle diário. A falta de manutenção causa problemas na operação do sistema, com consequente impacto na qualidade do efluente e no volume tratado. A formação de vegetação ao redor está relacionada ao não tratamento e remoção dos compostos físico-químicos como fósforo, nitrato e potássio, que são nutrientes para desenvolvimento das plantas. Em respeito à etapa de desinfecção, é justamente onde os micro-organismos são removidos da água por meio da utilização de cloro ou ozônio. Esta parte é necessária para a redução da ocorrência de doenças na população e poluição dos corpos receptores. Para evitar a deficiência no sistema de tratamento de esgoto, é fundamental existir uma manutenção preventiva, além de se realizar análises dos efluentes na saída do sistema periodicamente, para garantir a qualidade quando lançado no corpo receptor. Assim, para ocorrer uma hipotética universalização utilizando as estações de tratamento já existentes, é importante se atentar a melhoria delas. Foi realizado o dimensionamento hipotético de uma lagoa de estabilização, sistema de lodo ativado e um digestor anaeróbio de fluxo ascendente. O método considerado mais simples é a lagoa de estabilização, todavia, ela necessita de uma grande disponibilidade de área para sua implantação e Sergipe é o menor estado da federação, perder terrenos geraria um impacto social significativo ao estado. Além disso, apesar do baixo custo de manutenção e operação geralmente esses não recebem a devida atenção, podendo ocasionar problemas ambientais, maus odores, insetos. Suas vantagens para a região são: o clima favorável, a eficiência na remoção de patógenos e seu baixo custo energético. Logo, o sistema de lagoa de estabilização tem condições favoráveis para a cidade, no entanto, o problema da área deixa pouco vantajoso na região. Já os lodos ativados possuem um alto consumo de energia e de operação e manutenção. Contudo, entre os métodos estudados, ele possui uma alta qualidade do efluente, aliada a pequena área, por isso, é bastante utilizado mundialmente. Em Aracaju, ele poderia ser utilizado para as estações que tem como corpo re-

ceptor rios como o Sergipe e o Poxim que estão bastante poluídos, devido à qualidade do efluente gerado que causaria menores danos aos rios. Outro tipo de tratamento que necessita de uma pequena área é o DAFA, sua principal vantagem está no fato da possibilidade de produção de energia através do metano gerado no processo, o que já elimina uma de suas desvantagens que é o mau odor com essa destinação do gás. Como o Brasil passa por uma crise energética, motivada pela baixa dos reservatórios, essa geração de energia através do esgoto seria de grande valia para o país. Esse método para a cidade de Aracaju, junto com o pós-tratamento, é o mais viável técnica, social e economicamente. Diante disto, observam-se as vantagens da implantação do DAFA para a universalização do saneamento em Sergipe. Além, de uma pequena área, a sua produção de energia pode gerar a anulação dos gastos da ETE com energia e esta pode ser vendida para a cidade gerando lucro para a estação. Ressaltando também, as vantagens de um baixo custo de operação e manutenção. **Conclusões:** A importância do saneamento básico é inquestionável. Ele afeta diretamente o meio ambiente, a saúde, a economia, a infraestrutura e a desigualdade social do local. É evidente que o mundo deve voltar mais sua atenção para o esgotamento sanitário. Uma região com total cobertura de saneamento básico, como proposto na pesquisa, proporcionará uma grande mudança. Primeiramente, uma grande melhora na economia ocasionada pela redução de gastos na área da saúde, pois os casos de doenças como a diarreia e outras doenças infectocontagiosas terão uma forte redução. Posteriormente, haverá uma melhor infraestrutura sem esgotos a céu aberto e uma redução da poluição dos rios que receberão uma menor quantidade de esgotos não tratados. Na análise do diagnóstico das ETE's da RMA, foram observados dois graves problemas: a falta de manutenção e a etapa de desinfecção, os quais que influenciam diretamente no volume tratado e qualidade do efluente, conseqüentemente gerando mais danos à saúde pública por saneamento inadequado

e poluição dos rios. Logo, se faz importante a manutenção preventiva e a análise da qualidade do efluente antes de seu lançamento no corpo receptor. Posteriormente, deve-se analisar uma possível ampliação dessas estações já em funcionamento para o atendimento da população ainda não atendida. Caso necessite, deverão ser construídas novas estações de tratamento de esgotos analisando qual o método de tratamento melhor se adequa a região, como mostrado nesta pesquisa. Assim, a universalização se tornará uma realidade e a cidade de Aracaju terá melhoras na saúde pública, economia e meio ambiente. Além disso, caso se necessite de construção de novas ETE's para se alcançar esse cenário, foi realizado um estudo dos tipos de tratamento de esgoto mais utilizados. Nele, se verificou qual dos três métodos seria mais vantajoso para as características de Aracaju, associado aos cálculos de dimensionamento e a análise de vantagens e desvantagens, observou-se que por questões econômicas, de eficiência de remoção e de área necessária a sua implantação, deveria haver um investimento futuro no Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente (DAFA). Por fim, a universalização do saneamento básico na cidade de Aracaju deve ocorrer com a melhora da qualidade dos efluentes que estão sendo gerados, com a ampliação das ETE's já existentes, aumentando a sua capacidade de tratamento e, se for necessário construir novas estações para o total saneamento básico adequado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento Básico; ETE; Efluentes Domésticos.

#### REFERÊNCIAS:

CORNELLI, AMARAL, DANILEVICZ E GUIMARÃES. Métodos de tratamento de esgotos: uma revisão sistemática. 2014. Disponível em: file:///C:/Users/gisel/Desktop/TCC/tcc2/gerais/2017\_Renata\_TratEsgoto\_4423 -16165-1-PB.pdf. Acesso em 02 de novembro de 2017.

DESO - Companhia de Saneamento de Sergipe. Sistemas de Esgotos Sanitários de Aracaju. 2015.



INSTITUTO TRATA BRASIL. Benefícios econômicos da expansão do saneamento. Relatório de pesquisa produzido para o Instituto Trata Brasil e o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. 2014. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/expansao/BeneficiosEconomicos-do-Saneamento.pdf>. Acesso em 16 de setembro de 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Situação Saneamento no Brasil. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>. Acesso em 20 de março de 2017.

NUNES. Tratamento biológico de águas residuárias. 2014. 4<sup>o</sup> edição.

OMS. 35 milhões de brasileiros não tem acesso a água tratada. Disponível em: <http://observatorio3setor.org.br/carrossel/35-milhoes-de-brasileiros-nao-tem-acesso-agua-tratada/>. Acesso em 20 de março de 2017.

ONU. Relatório denominado “Águas Residuais: o Recurso Inexplorado”. 2017. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf>. Acesso em 22 de março de 2017.

ONU. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Recursos Hídricos 2015 – Água para um Mundo Sustentável. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244040por.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2017.

## ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UM FILTRO DE PEDRA POROSA DESENVOLVIDO PARA O TRATAMENTO PRELIMINAR DE ESGOTO DOMÉSTICO

Tatiana Máximo Almeida Albuquerque<sup>1</sup>; Italo Rocha Almeida<sup>2</sup>; Thiers Pereira de Souza<sup>3</sup>; Ana Katharine Oliveira Souza<sup>4</sup>

3.07.00.00-0 Engenharia Sanitária - 3.07.03.00-0 Saneamento Básico

### RESUMO

**Introdução:** O aumento contínuo da população, o intenso crescimento das cidades e a baixa disponibilidade de água em algumas regiões do país como o nordeste brasileiro, que completou cinco anos consecutivos de chuvas abaixo da normalidade no ano de 2016, com déficits hídricos preocupantes para os gestores de águas e municipais, tais problemas relacionados com coleta, tratamento e disposição dos esgotos têm gerado uma preocupação por parte dos órgãos ambientais. De acordo com Andrade Neto (2016) cada litro de esgoto pode poluir e contaminar centenas de litros de água natural. Dentro deste contexto, observa-se a importância da conservação das águas conforme preconizado na Lei 9.433/97 através do saneamento ambiental, uma vez que grande parte dos recursos hídricos do Brasil, principalmente na região sudeste apresenta níveis severos de criticidade em relação à qualidade de água (ANA, 2015). A conservação e reaproveita-

mento das águas servidas eliminam os inconvenientes impactos que podem ser causados pelo lançamento indiscriminado de esgoto nos corpos d'água, dentre os impactos destacam-se: o aumento da matéria orgânica, de componentes tóxicos e metais pesados, de turbidez, de ácidos, da temperatura e alteração da cor. Todas essas alterações afetam a auto-depuração do curso d'água, fenômeno vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes (COSTA, 1995). Sabido do potencial de degradação do esgoto tem-se a necessidade de caracterizá-lo com a finalidade de conhecer o quão prejudicial ele pode ser para a vida humana e aquática e também para aplicar o tratamento mais adequado, com a finalidade de que o despejo seja lançado segundo padrões normativos, ou até, numa perspectiva mais atual, deixá-lo a ponto de poder ser reutilizado para alguma outra finalidade. Quanto ao tratamento de esgo-

1 (Orientadora) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE. e-mail: tatiana.maximo@uol.com.br

2 (Bolsista, CNPq) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE. e-mail: italo.rocha.almeida@gmail.com

3 (Voluntário, CNPq) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE. e-mail: Thier\_sl82@hotmail.com

4 (Voluntária, CNPq) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE. e-mail: Katharine.al@hotmail.com

to na ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) é dividido historicamente, nos níveis preliminar, primário, secundário e terciário. No tratamento preliminar (processo físico), ocorre a eliminação de sólidos grosseiros, de gorduras e areias, utilizando geralmente uma grade e um desarenador. O tratamento primário (processo físico) é onde ocorre a remoção dos sólidos sedimentais e redução de parcela da matéria orgânica. No nível secundário (processo biológico) ocorre remoção da matéria orgânica através do ataque com micro-organismos. E por fim, no nível terciário (processo químico e opcional) é utilizado para a retirada de nutrientes, patogênicos, metais pesados e entre outros. **Objetivos:** Dentro desse contexto, essa pesquisa visou o desenvolvimento de um filtro de pedras porosas e a avaliação da eficiência do seu uso, com o objetivo de auxiliar no tratamento de esgoto doméstico na fase preliminar e assim diminuir custos nas fases posteriores do tratamento. **Metodologia:** A pedra porosa de filtro é à base de cal, para tratamento preliminar de esgotos domésticos coletados na cidade de Aracaju-SE, auxiliando na redução de poluentes contidos nos esgotos antes de serem lançados in natura. Para o desenvolvimento da pedra porosa, foi utilizado o processo empírico de dosagem dos materiais para a composição da pedra, de forma com que os componentes atingissem um ponto de umidade possível para coesão e permitissem que a mesma apresentasse vazios. Buscou-se uma relação quantidade de poros e resistência, na qual o poro é responsável pela percolação da água efetuado no processo de filtração, e a resistência característica da pedra, de forma a garantir o manuseio e suportar uma determinada coluna de água, para cada etapa a pedra teve um traço diferente, sendo que na segunda etapa apresentava mais vazios do que na primeira (mais poros). A coleta do efluente foi feita em um canal de águas pluviais (Canal Alan Kardec), que recebe também a contribuição de esgotos domésticos proveniente de casas próximas a ele, o ponto de coleta foi no cruzamento entre as ruas Alan Kardec e Estância, nas proximidades do Instituto Federal de Sergipe, cam-

pus Aracaju. As amostras foram coletadas em duas etapas: a primeira no mês de setembro de 2016 (pedra menos porosa) e a segunda no mês de fevereiro de 2017 (pedra mais porosa). Foram coletados 4 litros de amostra de esgoto, para análises de amostras brutas e filtradas (através da pedra). Foram realizadas na primeira etapa do projeto as seguintes análises físico-químicas e microbiológicas das amostras: pH, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais dissolvidos e salinidade (através da sonda multiparâmetro Horiba U52-G) cor aparente e verdadeira, resíduos sedimentáveis, DQO, nitrogênio amoniacal, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos e sólidos totais voláteis, sólidos totais fixos, coliformes totais, e DBO5, segundo Standard Methods. Na segunda etapa do projeto, foram realizadas as mesmas análises da primeira, acrescentando-se fósforo e alcalinidade segundo Standard Methods. Após realizadas as análises foi feita uma comparação entre os resultados obtidos das amostras brutas e filtradas de esgotos, de forma a observar quais efeitos a filtração, através das pedras, poderiam causar na qualidade do efluente, observada através das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nas mesmas. **Resultados:** Observou-se na primeira etapa da pesquisa que as maiores reduções ou eficiências da pedra foram identificadas nas análises de: cor aparente (27,31%) e verdadeira (14,53%), DQO (41,35%), DBO (41,39%), resíduos sedimentáveis em água (99,33%), nitrogênio amoniacal (56,86%) e turbidez (77,57%). Com relação às outras análises, os parâmetros quase não se alteraram, como a condutividade, os cloretos, a salinidade e coliformes identificando a presença de patógenos antes e após o processo de filtração. O pH teve um aumento esperado (14,41%) devido a composição da pedra ser com cal. A série de sólidos teve um aumento, recorrente de dois fatores, o primeiro devido à dissolução da cal na água, o segundo foi que no processo de filtração, ocorreu desprendimento de partículas de cal e areia da pedra. Este desprendimento ocorreu devido ao pouco tempo de cura, pois é necessário um ano, assim a pressão hidrostática forne-

cida pela água fez com que ocorresse esse desprendimento. Então os sólidos totais dissolvidos tiveram um aumento de 5,49%, os sólidos totais voláteis com 66,67%, e os sólidos totais fixos com 200%. Na segunda etapa a pedra, agora mais porosa, apresentou resultados satisfatórios em relação a cor, tanto a aparente como a verdadeira (redução de 27,07% e 46,91%, respectivamente), resíduos sedimentáveis (redução de 98,33%), turbidez (29,59%), sólidos totais dissolvidos (18,75%). Foi esperado a redução dos resíduos sedimentáveis, por se tratar de uma pedra com granulometria diferente da usada na primeira etapa. A diminuição deste item tem influência direta em outros parâmetros, como a cor e a turbidez, o que ocorreu. Um novo parâmetro que foi analisado nesta segunda etapa e que mostrou o potencial da pedra, foi em relação ao fósforo, o qual teve uma redução de 100%. Esta redução é importante devido a contribuição destes parâmetros nos processos de eutrofização nos corpos d'água, que segundo Von Sperling (2001) podem ser indicadores de contaminação por esgotos industriais (fósforo orgânico) ou contaminação por detergentes, fertilizantes (ortofosfatos), salienta-se que este parâmetro pode ter sido reduzido ou transformado em outros compostos. **Conclusões:** Através desta pesquisa que teve como objetivo o tratamento preliminar de esgotos domésticos, observou-se que os resultados referentes ao filtro poroso nas duas etapas do projeto foram positivos de forma que com a filtração houve redução de mais de 90% dos sólidos sedimentáveis presentes na amostra. Nas na comparação das análises do efluente bruto e filtrado, observou-se na primeira etapa (pedra menos porosa) houveram boas remoções de DBO, DQO, nitrogênio e sólidos, e na segunda etapa turbidez, sólidos e fósforo. Alguns parâmetros aumentaram e outros se mantiveram constantes, exemplo de alguns que apresentaram aumento foram a alcalinidade (3,49%) e o pH (54,03%). Tal fato, não foi inesperado, pois, por se tratar de uma pedra a base de cal. Já coliformes e salinidade não reduziram após a filtração do esgoto. O tratamento do esgoto utilizando o filtro de

pedra porosa criada apresentou baixo custo, fácil produção e utilização, além de ser bastante eficaz no tratamento preliminar do esgoto (eliminação dos sólidos grosseiros), no tratamento primário (redução dos sólidos sedimentáveis) e contribuindo também na redução de alguns parâmetros físico-químicos. Observa-se a importância desse resultado tendo em vista, o lançamento indiscriminado de efluentes fora das recomendações do CONAMA, que podem vir em um futuro bastante próximo gerar a falta de mananciais com águas com índices de potabilidade adequada para o consumo humano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas residuais, tratamento preliminar, qualidade de água.

**Agradecimentos:** Agradeço ao Instituto Federal de Sergipe pelo incentivo a ciência, ao CNPq pelo financiamento e apoio do projeto, a Orientadora Tatiana pelo conhecimento servido e engajamento com a ciência e a educação, ao LABSAN pelo apoio laboratorial e todos os colegas que juntos desenvolvemos o presente trabalho.

#### REFERÊNCIAS:

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos: informe 2015**. Brasília: ANA, 2015.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water**. 22. ed. Washington DC, 2012. 1220 p.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em 30/01/2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e di-**

**retrizes ambientais para o seu enquadramento**, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em 30/01/2017.

COSTA, E. R. H. **Aumento da capacidade de estações de tratamento de água através da seleção de coagulantes e auxiliares de floculação especiais**. XVIII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 1995. Anais. Salvador, BA, 1995.

RODRIGUES, AS DIMENSÕES LEGAIS E INSTITUCIONAIS DO REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL, Proposta de Regulamentação do Reuso no Brasil. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Engenharia. São Paulo 2005.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**: Princípios básicos do tratamento de esgotos. v. 2, 8ª ed., DESA-UFMG, 2011. 211 p.

## AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTOS NO LOTEAMENTO RECANTO DA PAZ, BAIRRO AEROPORTO, EM ARACAJU/SE.

Wesley Marcos Sousa Marques<sup>1</sup>; Carlos Alfonso Alva Alvarado<sup>2</sup>,

3.07.00.00-0 – Engenharia Sanitária; 3.07.03.06-9 – Instalações Hidráulico-Sanitárias

### RESUMO

**Introdução:** O saneamento básico é definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre seu bem estar físico, mental e social. Ele consiste em um conjunto de vários serviços: abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de águas pluviais e coleta e tratamento de resíduos sólidos. De acordo com pesquisa do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2014 cerca de 82,5% da população do Brasil era atendida com serviço de abastecimento de água e apenas 48,6% possuía acesso à coleta de esgoto, se for levado em conta que em 2014 a população do país era de 202.768.562 de habitantes, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), então pode se afirmar que mais de 100 milhões de pessoas não contavam com esse tipo de serviço. Ainda segundo a pesquisa, os índices de atendimento dos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto no Nordeste são de 71% e 21,22% respectivamente, na região destacam-se os estados da Paraíba (80,3% e 28,91%)

e Bahia (77,33% e 30,31), Sergipe aparece entre os cinco melhores com 81,18% e 14,91% de atendimento de água e esgoto respectivamente. O aumento da população nos grandes centros urbanos e a ausência de projetos de planejamento adequados visando o crescimento das cidades levou a falta de oferta de locais apropriados para moradia, que aliados a problemas como o baixo poder aquisitivo, obrigam a população menos favorecida a se dirigir para áreas consideradas irregulares, que por vezes não oferecem as condições mínimas necessárias de saneamento básico. O tema se faz importante, pois traz questionamentos sobre a problemática do saneamento e a influência gerada pelo mesmo na vida dos cidadãos, além de mostrar os estudos necessários durante o processo de criação do projeto. **Objetivos:** Elaborar um projeto de coleta e transporte de esgotos residenciais no Loteamento Recanto da Paz, bairro Aeroporto na cidade de Aracaju. Familiarizar o leitor com a problemática do saneamento básico, identificando os benefícios de ter locais devidamente saneados e demonstrar a importância da adoção de parâmetros específicos da norma na elaboração do projeto. **Metodologia:** O estudo se

1 Faculdade Pio Décimo/Coordenação de Engenharia Civil/ Campus III, Aracaju/SE. e-mail: wesley\_wm04@hotmail.com;

2 (Orientador) Faculdade Pio Décimo/Coordenação de Engenharia Civil/ Campus III, Aracaju/SE. e-mail: carlosaaa@infonet.com.br.



concentra nas ruas Cândido e Manuel Henrique do loteamento Recanto da paz localizado no bairro Aeroporto, cidade de Aracaju. Inicialmente foram feitas visitas ao local escolhido para se fazer o estudo, com a finalidade de conhecer a situação existente, logo após as visitas, foram buscados dados relacionados a área da pesquisa, na Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), que pudessem dar maiores informações, das redes existentes próximas ao local do estudo. Posteriormente foi realizado um levantamento topográfico altimétrico, para auxiliar a identificação das cotas da rede a ser projetada e dos pontos de lançamento. Após essas fases, partiu-se para a revisão bibliográfica, através de pesquisas na literatura específica sobre a temática do saneamento básico. Reunidas essas informações, foi possível determinar as melhores alternativas a serem adotadas para a localização e traçado da rede que será projetada posteriormente e quais tipos de órgãos acessórios serão empregados na rede. **Resultados:** Durante o processo de dimensionamento foi possível perceber a influência da vazão nos valores dos diâmetros das canalizações, apesar da adoção do diâmetro mínimo de 150 mm, observa-se que a medida em que as vazões cresceram os diâmetros também aumentaram, o que é considerado normal, uma vez que, aumentando-se o fluxo é necessário que se tenha um melhor escoamento, também foi observado que é preciso que sejam conhecidas as características do local de implantação, além disso, deve se levar em conta alguns parâmetros mínimos estabelecidos na norma, a adoção de: vazões mínimas em trechos onde a vazão não for maior que 1,5 Litros/segundos, declividades que garantam uma tensão trativa mínima de 1 Pascal, e valores de lâmina d'água de no máximo 75% do diâmetro do coletor. A junção de todos esses fatores serve para garantir a integridade das tubulações, além de permitir o escoamento adequado e o consequente transporte dos esgotos sanitários as estações de tratamento, protegendo dessa forma o meio ambiente e trazendo uma melhor qualidade de vida para a população. **Conclusão:** O saneamento básico vai além de um

conjunto de serviços e ainda que parte da população não se dê conta, ele exerce uma função importante na sociedade. A existência de um serviço adequado de saneamento traz melhorias, na saúde através da redução de casos de mortalidade infantil e de atendimentos nas unidades de saúde, na educação com a diminuição na evasão escolar, além dos benefícios para o meio ambiente como proteção dos corpos hídricos e seu ecossistema. A problemática do saneamento precisa ser encarada de uma forma diferente, onde ocorra o fim da cultura de que: “obras de infraestrutura são obras que ninguém vê, então não são viáveis, pois não trazem votos”. Para que ocorra a mudança da situação atual, onde apesar de estarmos no século XXI, ainda existem pessoas em nosso país que não são atendidas com os serviços de saneamento básico

**PALAVRAS-CHAVE:** Componentes, Saneamento, Sistema de Esgoto.

#### REFERÊNCIAS:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649:** Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: Abnt, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648:** Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: Abnt, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12207:** Projeto de interceptores de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: Abnt, 1992.
- ALCÂNTARA, Carlos Vieira de. **Avaliação de Um Sistema De Tratamento De Efluentes Domésticos Com Uso De ‘wetland’ Na Zona De Expansão.** 2013. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Pio Décimo, Aracaju, 2013.
- BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos et al. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios.** Belo Horizonte: Ufmg, 1995.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p.

- BRASIL. FUNASA. . **Manual de Saneamento**. Brasília: Funasa, 2006. 408 p.
- CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico Fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: ed. Moderna, 2003.
- CRESPO, Patricio Gallego. **Sistema de esgotos**. Belo Horizonte: Editora Ufmg, 2001. 131 p.
- DALTRO FILHO, José. **Saneamento ambiental: doença, saúde e o saneamento da água**. Aracaju: Editora Ufs, 2004. 332 p.
- EBBESEN, Lucas. **Economia de Sergipe**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/geografia/economia-de-sergipe/>>. Acesso em: 14 out. 2016.
- FERNANDES, C. **Esgotos Sanitários**. João Pessoa: ed Univ. UFPB, 1997. Disponível em <[www.dec.ufcg.br/saneamento/ES01\\_05.html?submit=Anterior](http://www.dec.ufcg.br/saneamento/ES01_05.html?submit=Anterior)> Acesso em 26/09/2016.
- FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: Uece, 2002.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Metodologia da Pesquisa**. Rio Grande do Sul: Ufrgs, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cur-sopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.
- GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- IBGE. **Informações do estado de Sergipe**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?lang=&sigla=se>>. Acesso em: 14 out. 2016.
- KRONEMBERGER, Denise. **Esgotamento Sanitário Inadequado e Impactos na Saúde da População**. 2013. Disponível em: <[http://www.tratabrasil.org.br/novo\\_site/cms/templates/trata\\_brasil/files/esgotamento.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/templates/trata_brasil/files/esgotamento.pdf)>. Acesso em: 26 out. 2016.
- LOPES, Eliano Sérgio Azevedo. **Considerações sobre o panorama econômico, político e social do estado de sergipe**. Disponível em:<[http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com\\_content&id=1940:consideracoes-sobre-o-panorama-economico-politico-e-social-do-estado-de-sergipe-&Itemid=414](http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&id=1940:consideracoes-sobre-o-panorama-economico-politico-e-social-do-estado-de-sergipe-&Itemid=414)>. Acesso em: 14 out. 2016.
- MARQUES, E. C. **Da higiene à construção da cidade: O estado e o saneamento no Rio de Janeiro. História, ciências e saúde**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, 1995 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v2n2/a04v2n2.pdf>> Acesso em: 26/09/2016.
- MARTINS, Carlos Roberto; TEODORO, Adenir Vieira; CARVALHO, Hélio Wilson L. de. **Citricultura no estado de Sergipe**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2414294/artigo---citricultura-no-estado-de-sergipe>>. Acesso em: 14 out. 2016.
- MUNDO REAL. **Mapa de Sergipe**. Disponível em: <<http://www.mundoreal.xyz/aracaju-conheca-essa-bela-cidade/mapa-de-aracaju/>>. Acesso em: 20 out. 2016.
- NERI, Gilson Luiz Teixeira. **Saneamento ambiental: Uma deficiência na Ilha do Ouro no semi-árido de Sergipe**. 2005. 196 f. Dissertação (Mestrado)- Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2005. Disponível em: <<http://btdt.ufs.br/handle/tede/1199>>. Acesso em: 25 set. 2016.
- NETTO, Azevedo et al. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.
- NOZAKI, Victor Toyoji de. **Análise do setor de saneamento básico no Brasil**. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96131/tde-25072007-152652/pt-br.php>>. Acesso em: 26 set. 2016.
- OMS – Organização Mundial da saúde, investimento em saneamento. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/oms-para-cada-dolar-investido-em-agua-e-saneamento-economiza-se-43-dolares-em-saude-global/>>. Acesso em: 15 set. 2016.
- OMS – Organização Mundial da saúde, conceito de saúde. Disponível em: < <http://sinus.org.br/2014/wp-content/uploads/2013/11/OMS-Guia-Online.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2016.
- PEREIRA, José Almir Rodrigues; SILVA, Jaqueline Maria Soares da. **Rede Coletora De Esgoto Sanitário - Projeto, Construção E Operação**. 1. ed. Belém: Eitora Ufpa, 1996. 301 p.
- PHILLIPI JUNIOR, Arlindo; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. **Saneamento saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Manole, 2005.



- REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. **Saneamento no Brasil, O: Políticas e Interfaces**. Minas Gerais: Ufmg, 2002. Disponível em <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/Arq15\\_Cap09\\_20.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/Arq15_Cap09_20.pdf)> acesso em 25/09/2016.
- SAKER, João Paulo Pellegrini. **Saneamento básico e desenvolvimento**. 2007. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/teste/arqs/cp061777.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2016.
- SANTANA, José Lima. **História do saneamento básico em Sergipe**. Aracaju: Deso, 1999. 388 p.
- SNIS – Sistema Nacional de informações sobre saneamento, series históricas. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>>. Acesso em: 15 set. 2016.
- SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. de M. C. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: Elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v18n6/13268.pdf>> acesso em 25/09/2016.
- SOUSA, Filipe Lage de (Org.). **BNDES 60 anos: perspectivas setoriais, vol. 2**. Rio de Janeiro: Bndes, 2012. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Galerias/Convivencia/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Tipo/Livro/201210\\_1.htmlv](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/Livro/201210_1.htmlv)>. Acesso em: 26 set. 2016.
- Tabelas de Manning, redes de esgoto. Disponível em: <[http://paginapessoal.utfpr.edu.br/flaviofreire/sistemas-hidraulicos-2/sistemas-hidraulicos-urbanos/SHU\\_Tabelas%20MANNING.pdf](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/flaviofreire/sistemas-hidraulicos-2/sistemas-hidraulicos-urbanos/SHU_Tabelas%20MANNING.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2016.
- TEXEIRA, João. **“Esgotos Sanitários- Rede coletora”**. Apostila. Saneamento Básico (Professor João Claret O. Teixeira). Faculdade Kennedy. Disponível em: <<https://jpd09.files.wordpress.com/2013/03/esgotos-sanitrios.pdf>> acesso em: 26/10/2016
- TSUTIYA, M.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 2. ed. São Paulo: Escola Politécnica da USP. 1999.
- TUROLLA, F. A.; OHIRA, T. H. **Pontos para uma discussão sobre eficiência e regulação em saneamento**. In: SALGADO, L. H.; MOTTA, R. S. (Orgs.). **Regulação e concorrência no Brasil: governança, incentivos e eficiência**. Rio de Janeiro: IPEA, 2007. v. 2, p. 197-215.

## PROPOSIÇÃO DE SISTEMA DE TRATAMENTO COMPLEMENTAR AO TANQUE SEPTICO PROPOSTO PELA NBR 13969/1997: SISTEMAS ALAGADOS CONSTRUÍDOS UMA ALTERNATIVA VIÁVEL.

Nayara Souto dos Santos Oliveira<sup>1</sup>; Prof. MSc. Carina Siqueira de Souza<sup>2</sup>;

### RESUMO

No Brasil existe um rol de problemas ocasionados pela falta de tratamento de esgoto, em virtude da falta de saneamento. Cerca de 90% das mortes por diarreia são atribuídas às más condições sanitárias, como água, esgoto e higiene (UNICEF/ WHO, 2009). Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2016), houve um aumento de 4,1% da população atendida por rede coletora de esgoto. Todavia, quanto ao tratamento dos esgotos, observa-se que o índice médio do país chega a 44,9% para a estimativa dos esgotos gerados e 74,9% para os esgotos que são coletados. Pelos dados disposto no SNIS observa-se que por mais que tenha ocorrido um aumento da população atendida por rede coletora de esgoto, mais da metade da população não tem este atendimento estabelecido, ou seja, mais da metade da população brasileira necessita de algum sistema unitário de tratamento. Dentre esses sistemas pode-se recorrer a um dos processos mais comuns e de menor custo que são os tanques sépticos. Estes são considera-

dos unidades de tratamento primário e podem ser pré-moldados ou moldados *in loco*. Entretanto, seu dimensionamento deve ser de acordo com a Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR 7.229/1993. Os sistemas de tanque séptico devem ser aplicados de forma isolada somente quando se trata de esgoto doméstico, se houver esgoto sanitário se faz necessário como em todo tratamento preliminar, que seja projetado incluído algum tratamento complementar como os que a NBR 13969/1997 usa como alternativa. Vale ressaltar que além das alternativas já mencionadas na NBR, outras podem vir a ser levadas em consideração e também avaliadas como alternativa viável, como é o caso dos sistemas de alagados construídos. Este trabalho objetiva complementar os dados já fornecidos na NBR 13969/97, propor a inserção dos sistemas de alagados construídos no rol dos sistemas de pós tratamento de tanque séptico e avaliar a melhor alternativa de tratamento complementar que vise o reuso de esgoto com maior grau de tratamento. Para isso foram levantados dados secundários em fontes bibliográficas e bancos digitais, sen-

1 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Meio Ambiente/Campus Aracaju/SE. e-mail: nayara.sanamb@gmail.com;

2 (Orientadora) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Meio Ambiente/Campus Aracaju/SE. e-mail: carinassouza@gmail.com; Instituto de Tecnologia e Pesquisa/Aracaju/SE.

do que os mesmos foram tabulados com o suporte do programa Excel e posteriormente analisados objetivando a avaliação dos sistemas de pós-tratamento e suas possibilidades de reuso do efluente tratado.

São diversas as técnicas que estão em estudo atualmente como alternativa passível para pós-tratamento descentralizado de tanque séptico, destacando-se os filtros plantados, filtros anaeróbios, LAB, filtros de areia e vala de filtração. Essas técnicas são usadas visando não somente o tratamento efluente como também o reuso e/ou a recarga de aquíferos. A NBR 13969/1997 é falha no momento em que apresenta dados incompletos de alguns parâmetros dos sistemas de tratamento complementar. Atualmente são diversas as pesquisas relacionadas a esses sistemas, como apresentou Ávila (2005) em seu estudo e como apresenta Von Sperling (2017) e Sezerino (2013). Partindo do pressuposto foram levantados dados que viabilizassem um estudo mais completo desses sistemas de tratamento complementares através da literatura. São diversas as pesquisas em volta do tema abordado, como também a variação de valor de acordo com o estudo, grande parte dessas pesquisas se enquadram nos dados já estabelecidos pela NBR 13969/1997, sendo que algumas contradizem os dados já estabelecidos os quais foram quantificados e comparados, como é o caso do nitrogênio amoniacal e fosfato dos filtros anaeróbios; os coliformes fecais dos filtros aeróbios, dos filtros de areia e do LAB, e foram inseridos os dados referentes aos SAC's. Os dados coletados se referiram à Demanda Biológica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Sólidos Totais, Nitrogênio Amoniacal, Fosfato e Coliformes Fecais, sendo respectivamente os equivalentes aos SAC's Vertical 70, 72, 71, 75, 39 e 17; e os referentes a SAC's Horizontal 90, 83, 90, 97, 76 e 90. Referente aos dados estabelecidos para estruturação dos SAC'S, também há uma divergência, segundo Colares (2013) nos leitos cultivados as eficiências totais de remoção foram: 65,40% para demanda química de oxigênio; 79,01% para demanda bioquímica de oxigênio; 59,79%

para sólidos totais; 87,12% para sólidos suspensos totais; 92,0% para coliformes totais; 95,71% para *E. coli* e 82,54% para turbidez.

Para Celente *et al*, 2017, as eficiências ao final do sistema para condutividade, turbidez, sólidos totais dissolvidos e absorvância, carbono orgânico total, carbono inorgânico, carbono total, nitrogênio total, n-amoniaco e fósforo solúvel foram 47,8%; 98,2%; 48,1%, 73,2%, 55,7%, 75,5%, 72,9%, 67,9%, 99,8% e 47,0% respectivamente, resultados que indicam um sistema promissor para tratamento de efluente doméstico.

Os sistemas foram analisados também de acordo com as características dos processos de tratamento complementar de tanque séptico, as características apresentadas foram: área necessária, operação, custo operacional, manutenção, odor e cor do efluente, turbidez e Ph. Analisando as mesmas, percebe-se que o filtro aeróbio e o LAB tem um custo mais alto apesar de serem eficientes em seus processos, todavia se forem estruturados para tratamento descentralizados se torna inviável, assim como os filtros de areia que possui um custo operacional médio. Dentre os outros processos os que mais se destacam quanto às características voltadas ao custo e eficiência são as valas de filtração e os SAC's Horizontais.

Segundo Chernicharo (2001), as valas de filtração têm ampla aplicação em áreas urbanas e rurais que não são atendidas por rede coletora, como em pequenas comunidades, condomínios residenciais e cidades litorâneas onde existe o problema de baixa declividade dos terrenos, dificultando a implantação dos sistemas de coleta de esgotos, além do fato de possuir um baixo custo e ser de fácil instalação. Contudo, quando há aumento de temperatura climática a eficiência de desse processo acaba sendo reduzida principalmente no que se trata dos coliformes totais, além de que não podem ser utilizados quando houver lençol freático distante do solo e quando o local a ser aplicado não apresentar estrutura para o meio filtrante de areia.

Os SAC'S apresentam um baixo custo de implantação e operação, consumo reduzido ou até mesmo nulo de energia, facilidade operacional, satisfatórias eficiências na remoção de matéria orgânica, sólidos e nutrientes, bem como ausência de odores, vibração, ruído e vetores, eficiente desinfecção dos esgotos por serem independentes de produtos químicos, produzindo desta forma efluente para reuso.

As características ainda possibilitam a análise para que torne o efluente tratado possível de ter reuso. Segundo a NBR 13969/97, o reuso in loco de efluente deve ser planejado de modo a permitir seu uso seguro e racional a fim de minimizar o custo de implantação e operação, devendo ser definido para tanto: os usos previstos para esgoto tratado; volume de esgoto a ser utilizado; sistema de reservação e de distribuição; e manual de operação e treinamento dos responsáveis.

A NBR 13969/97, ainda sugere os tipos de tratamento utilizados para cada tipo de reuso a ser alcançado, sendo para o Classe 1 sugerido o tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração; Classe 2 é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção; Classe 3 um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão; e para o Classe 4 admite-se seu reuso de qualquer um dos sistemas sendo que, para plantações árvores frutíferas, via escoamento no solo, a irrigação deve ser efetuada pelo menos 10 dias antes da colheita.

Contudo observa-se que alguns dos processos estudados podem vir a serem usados mesmo sem nenhum tipo de desinfecção como é o caso dos filtros aeróbios, LAB e SAC's, isso vai se dar de acordo com a membrana e os leitos filtrantes utilizados.

Estudos comprovam que a aplicação de SAC'S tem desempenho adequado para remoção de DBO, sólidos suspensos totais, coliformes totais, tem uma

variação na eficiência quanto a remoção de nitrogênio amoniacal e fósforo e em alguns casos ainda visualiza performance adequada na remoção de metais.

Calijuri et al. (2009), afirma que essa tecnologia se destaca por apresentar uma alta capacidade de remoção de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e sólidos, assim como de nutrientes e de organismos indicadores de contaminação.

Com relação à remoção de coliformes fecais os autores observaram que a remoção de microrganismos nos SAC's depende de alguns fatores, são eles, temperatura, retenção nas raízes das plantas e no biofilme, adsorção à matéria orgânica, predação, competição e morte natural, efeito biocida resultante do material excretado por algumas macrófitas e radiação solar (CALIJURI et al., 2009).

Para Chernicharo (2001) as vantagens de baixo custo, fácil operação e alta eficiência das enraizadas na remoção de sólidos suspensos. Os SAC'S apresentam baixo custo de implantação, operação e manutenção, podendo diminuir o gasto com energia em até 70% e em 0% o custo com produto químico. Essa redução do custo ocorre devido à falta de necessidade de aeradores e a falta de geração de lodos, o que reduz também o custo com transporte. Além disso, o seu material de poda e plantas já adultas podem ser tratadas e com elas feito compostagem, gerando material de alta qualidade que pode vir a ser revendido, gerando assim um lucro, reuso da biomassa produzida, boa resistência a variações de carga e adequação à paisagem natural e harmonia paisagística.

O tratamento preliminar de efluente doméstico em tanque séptico é uma alternativa economicamente viável, mas apesar de ser eficiente na remoção de sólidos sedimentáveis e razoável na remoção de matéria orgânica, também se trata de uma alternativa sanitária viável.

Não obstante, para se alcançar uma melhor eficiência se faz necessário o emprego de tratamento complementar, dentre essas alternativas as unidades que apresentaram um bom desempenho e alternativa mais ampla de reuso foram os filtros aeróbios, LAB, vala de filtração e os SAC's horizontais. Sendo está última, apesar de não ser uma das alternativas abordadas na NBR 13969/97, uma das formas mais favoráveis de tratamentos por apresentar diversas vantagens como: eficiência na remoção de DBO, DQO, sólidos totais, nutrientes e coliformes totais; não elimina odores, nem ruídos e não atrai vetores; favorece o paisagismo; possibilita o reuso sem custo com desinfecção.

Além da eficiência no tratamento complementar, os SAC'S, são de baixo custo de implantação, de manutenção e de operação, quando associados aos tanques sépticos oferece forma favorável de tratamento descentralizado, pois o sistema de fluxo vertical estudado nessa pesquisa, favorece ainda ao paisagismo, por se tratar de um tratamento que utiliza plantas.

Os alagados construídos como tratamento complementar favorecem uma política descentralizada de pós-tratamento, beneficiando desta forma o meio ambiente e favorecendo uma boa gestão de recursos hídricos, educando ambientalmente a comunidade e aproximando-a das resoluções dos problemas ambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tanque séptico, alagados construídos, tratamento complementar

## REFERÊNCIAS:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969:** Projeto, Construção e operação de unidades complementares e disposição dos efluentes de tanque séptico: procedimentos. Rio de Janeiro: 1997.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229:** Projeto, construção e operação de sistemas de tanque séptico. Rio de Janeiro: 1993.

ÁVILA, Renata O. de. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte.** Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2005.

CALIJURI, M.L.; BASTOS, R.K.X.; MAGALHÃES, T.B.; CAPELETE, B.C.; DIAS, E.H.O. (2009). **Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 3, p. 421-430.

CELENTE, Gleison et al. **II-131–USO COMBINADO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS COM FLUXO VERTICAL E MICROALGAS COMO TRATAMENTO TERCIÁRIO DESCENTRALIZADO PARA REMOÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NUTRIENTES DE EFLUENTE DOMÉSTICOS.** 2017.

CHERNICHARO, C. A. L. Pós-tratamento de Efluentes de reatores anaeróbios. In: Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios por Sistemas de Aplicação no Solo. Belo Horizonte: SEGRAC, 2001.

COLARES, C. J. G.; SANDRI, D. **Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte.** Ambi-Agua, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 172-185, 2013.

SEZERINO, P. L.; et al. **Arranjos tecnológicos para tratamento de esgoto sanitários de forma descentralizada – ATED.** 6º Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública. Brasília, Funasa, 2013, p. 35 – 73.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018.

UNICEF - [https://www.unicef.org/brazil/pt/sowc\\_20anosCDC.pdf](https://www.unicef.org/brazil/pt/sowc_20anosCDC.pdf), acesso em maio de 2018.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** 3º Ed. – Belo Horizonte, Editora UFMG, 2017.



## **AVALIAÇÃO DE UM WETLAND: SISTEMA ALAGADO CONSTRUÍDO PARA TRATAMENTO DE ESGOTO**

Soanne Hemylle de Jesus Santos<sup>1</sup>; Carina Siqueira de Souza<sup>2</sup>;

**3.07.00.00-0 - Engenharia Sanitária; 3.07.03.00-0 - Saneamento Básico**

### **RESUMO**

**Introdução:** Nas últimas décadas, a preocupação de toda sociedade com a disponibilidade e qualidade de água decorre do fato de que, por mais abundante que pareça este recurso, não é rara também sua escassez, ora pela ocorrência de períodos prolongados de seca ora pela alta carga poluidora a que é submetida (ESPINDULA, 2004). A combinação desses fatores com o esgotamento das reservas de água potável e as doenças de origem hídrica, conduz a um aumento na procura de água de boa qualidade, e poderá ser um dos principais problemas socioambientais (SILVA, 2012). Aliados a esses problemas, o crescimento populacional e à falta de planejamento urbano nas cidades desenvolveu uma série de impactos no ambiente. Dentre eles, a falta de saneamento básico destaca-se como uma das principais causas de doenças e poluição no mundo. De acordo com Brasil (2015), as ações de saneamento são formas de intervenção destinadas à preservação e recuperação da qualidade ambiental a fim de assegurar a saúde e a dignidade da vida humana, visando estabelecer a salubridade ambiental

através do abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Diante disso, o tratamento das águas residuárias torna-se um fator determinante na qualidade de vida das cidades. Conforme dados expostos no Atlas Digital de Esgotos elaborado pela Agência Nacional de Águas (2017), cerca de 61,42% da população urbana brasileira possui rede coletora de esgoto, considerando que 18,8% dos esgotos coletados não são tratados. Dessa forma, a parcela atendida com coleta e tratamento dos esgotos corresponde a 42,6% da população urbana total, indicando que 9,7 milhões de pessoas não dispõem de tratamento coletivo de esgotos, tornando imprescindível a universalização do saneamento básico dentro do território brasileiro. Para tanto, a escolha de um sistema de tratamento de efluentes principalmente em regiões em desenvolvimento devem estar associadas ao custo de operação e implantação bem como a sustentabilidade da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Dentre diversas tecnologias, os sistemas de Wetlands construídos têm-se demonstrado sistemas versáteis que podem ser configurados para diversas aplicações com facilidade opera-

1 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Meio Ambiente/Campus Aracaju/SE. e-mail: soanne.tecnologaambiental@gmail.com;

2 (Orientadora) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Meio Ambiente/Campus Aracaju/SE. e-mail: carinassouza@gmail.com;



cional seguindo critérios de engenharia e atendendo com segurança à legislação. Logo, pode-se inferir que o uso dos sistemas de wetlands construídos é um campo promissor para o estudo científico. **Objetivo:** Nesse Contexto, este trabalho avaliou um sistema alagado construído de baixo custo - Wetlands através de um modelo piloto, com a finalidade de monitorar o sistema e examinar a sua eficiência para o tratamento de esgotos domésticos e comparou os resultados com a resolução CONAMA 430/2011. **Materiais e métodos:** O presente trabalho desenvolveu-se a partir de pesquisas bibliográficas sobre a temática em questão através de buscas em livros, legislação vigente, publicações científicas e fontes eletrônicas *on-line*. O sistema proposto para o trabalho foi do tipo subsuperficial e implantado no Instituto Federal de Sergipe (IFS), *campus* Aracaju. A localização do sistema experimental dentro do *campus* foi determinada pela posição das caixas de passagem de esgoto na área lateral do prédio administrativo da instituição, próximo o campo de futebol. Para o experimento foram utilizadas 4 caixas d'água com o volume útil de 150 litros cada, sendo duas utilizadas como tanques para o armazenamento do efluente e as outras duas, postas em série, contendo o maciço filtrante composto por brita nº3, fibra de coco e areia. Utilizou-se também outros materiais, tais como: torneira, tela, tubo, adesivo, joelho, serra de aço, fita veda rosca, com o custo total para a sua implantação de R\$522,00. Foram colocadas 15 mudas da planta ornamental *Heliconia Rostrata*, em cada unidade do sistema. O experimento era alimentado por esgoto *in natura* a cada 48 horas por meio de uma bomba a combustão. O sistema fluía a uma vazão volumétrica de 0,280 L/min. As coletas ocorreram manualmente a cada 15 dias durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2017, em um total de 04, na entrada e saída do sistema e as análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental (LABSAN) do IFS, *Campus* Aracaju, onde foram analisados os parâmetros: pH, Turbidez e Sólidos Totais Dissolvidos (STD), através da sonda multiparâmetros da

marca HORIBA, modelo U52-G. Além desses, realizaram-se também as análises de Nitrogênio Amônia, Fósforo e Demanda Química de Oxigênio (DQO), na bancada do laboratório, seguindo os métodos analíticos do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, APHA, 22<sup>a</sup>. ed e a análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) pelo Método Manométrico-OxiDirect. **Resultados:** O primeiro parâmetro a ser analisado foi a turbidez com intuito de inferir o funcionamento do sistema, uma vez que, devido ao seu leito filtrante, em seu período inicial, o sistema poderia apresentar maiores níveis de sólidos na saída do que na entrada. O parâmetro de turbidez, apresentou uma eficiência de remoção média a partir da 2<sup>a</sup> coleta de 75,3%. Os valores de pH apresentaram pouca variação, tendo as médias de entrada e saída no sistema respectivamente 7,6 e 6,5. De acordo com a Resolução CONAMA nº430/11, que trata dos padrões de lançamento de efluentes, o pH deve estar situado entre 5 e 9. Os valores de pH na saída do tratamento oscilaram de ácido a neutro, devido às condições de anaerobiose demonstrando baixos níveis de oxigênio dissolvido, na entrada e na saída do sistema. O sistema proposto removeu consideravelmente nitrogênio amoniacal com uma eficiência média de 57,3%. Pode-se inferir que, apesar do sistema não estar dentro do que estabelece a Resolução CONAMA 430/2011 com limite máximo 20 mg/L, apresentou boa remoção de nitrogênio amoniacal apesar do seu curto período de funcionamento com aproximadamente 90 dias. A eficiência de remoção do Fósforo foi de 40%, mas conforme o art. 17 da Resolução CONAMA 430/2011, cabe ao órgão ambiental competente definir os padrões específicos para o parâmetro fósforo no caso de lançamento de efluentes em corpos receptores com registro histórico de floração de cianobactérias, em trechos onde ocorra a captação para abastecimento público. Desse modo, observamos que o sistema utilizado apresentou boa taxa de remoção mesmo em fase de estabilização. O sistema apresentou taxa de remoção de DQO de 37%. Nas análises de DBO, os resulta-

dos mostraram-se satisfatórios com taxas de remoção entre 69%. A resolução CONAMA 430/2011, estabelece remoção mínima de 60% de DBO<sub>5</sub> dias, pode-se dizer que a partir desse, o sistema está de acordo a legislação. No entanto, se utilizarmos a relação DQO/DBO conforme Nunes (2012), o qual estabelece um tratamento biológico para valores abaixo de 2, um tratamento físico-químico para valores acima de 3,5 e para valores entre 2,5 a 3,5 fica a critério do técnico definir o tratamento do efluente. Ao observarmos a relação DQO/DBO a partir da segunda coleta, (1,75; 2,54 e 2,60 na entrada e 4,22; 4,40 e 4,90 na saída), pode-se dizer que deve ser realizado um tratamento físico-químico com o efluente da saída do sistema. Os Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) demonstrou uma remoção média de 22,5%, vale ressaltar que na primeira coleta não houve remoção de sólidos totais dissolvidos, porque o sistema estava em fase de partida. Diante das análises expostas, observamos bons resultados através do sistema em questão, incentivando o desenvolvimento de pesquisas científicas e futuros investimentos dos órgãos competentes na implantação de sistemas alagados com o intuito de promover o saneamento básico. **Conclusões:** O sistema proposto indicou capacidade de tratamento de esgoto, uma vez que apresentou redução significativa a partir das taxas de eficiência média de remoção de Turbidez com 75,3%, Fósforo 40%, Nitrogênio Amônia-cal 57,3%, DBO 69% , DQO 37% e STD 22,5%, demonstrando a real eficiência do sistema. Através da relação DQO/DBO deduz-se um tratamento físico-químico para o efluente da saída do tratamento com a finalidade da remoção completa dos poluentes. Observou-se também a variabilidade das características físico-químicas do esgoto tratado, sendo importante para avaliar o comportamento inicial do sistema e de seu desempenho posteriormente. Portanto a construção do sistema Wetland foi viável, apresentando facilidade tanto na fase de implantação quanto na operação do sistema, além de demonstrar custos reduzidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluente doméstico; Wetlands ; Saneamento básico.

#### REFERÊNCIAS:

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water**. 22. ed. Washington DC, 2012. 1220 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas** / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017. 88 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, v.92, p.89, 2011

ESPINDULA, C. J. **Caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea - Recife**. 2004. 131f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

NUNES, José Alves. **Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. 3 ed. Aracaju: Gráfica Editora J. Andrade, 2012.

SILVA, F.V. **Avaliação da contaminação das águas subterrâneas por atividade cemiterial na cidade de Maceió-AL**. 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia : Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2012.

## **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE UMA NOVA CONCEPÇÃO DE UMA FOSSA VERDE UTILIZANDO FIBRA E CASCA DE COCO COMO SUBSTRATOS**

Bruno José de Oliveira Sousa<sup>1</sup> Laize Eloy Teixeira<sup>2</sup> Tatiana Máximo Almeida Albuquerque<sup>3</sup>

**3.07.00.00-0 Engenharia Sanitária - 3.07.03.00-0 Saneamento Básico**

### **RESUMO**

**Introdução:** O estado de Sergipe possui aproximadamente um quarto da sua população vivendo em áreas rurais. Nestas regiões, por não ser atendida por redes coletoras de esgotos, a população tem a necessidade de utilizar tecnologias individuais para a disposição dos efluentes domésticos. Além disso cerca de 51% do território do estado está inserido em região semiárida, apresentando longos períodos de seca, com alta escassez de água. Dentre as tecnologias individuais utilizadas em locais que não possuem rede coletora está a fossa verde. O sistema trata-se de um tanque impermeabilizado, sendo seu volume interno preenchido por camadas de substratos, as quais atuam no tratamento do efluente doméstico por meio dos processos de digestão e filtração. Além disso, no topo do sistema são plantados vegetais que utilizam os nutrientes presentes nos dejetos para suprir sua demanda. Soares (2016) dimensionou um sistema fossa verde para atender trinta pessoas e Paulo e Bernardes (2008) avaliaram as variáveis físico-químicas no interior e na saída de um sistema fossa verde implantado

em uma residência com dois moradores. Nos dois trabalhos é sugerida a utilização de cascalho ou resíduos de construção civil como a primeira camada de preenchimento. Este estudo optou por avaliar uma nova concepção para a fossa verde, substituindo esses materiais por bagaço de coco e adicionando a fibra de coco na montagem. A escolha se deu visando a possibilidade de aproveitar um material abundante no Nordeste do país. Esta região possui cerca de 280 mil hectares cultivados, com um desperdício de aproximadamente 6,7 milhões de toneladas de casca de coco por ano (EMBRAPA, 2010). A fibra de coco é composta basicamente de celulose, hemicelulose, lignina, pectina e minerais (ETOUNDI, 2017). **Objetivos:** Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar, por meio de parâmetros físico-químicos, uma nova concepção para o sistema fossa verde, incluindo a utilização de cascas e fibra de coco como opções de substratos, substituindo outros materiais. **Metodologia:** A instalação do sistema foi efetuada numa área ao ar livre e de baixa circulação de pessoas no espaço do Ins-

---

1 (PIBIC/FAPITEC), e-mail: bruno.eng.sousa@gmail.com; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/ Coordenadoria de Engenharia Civil/ Campus Aracaju/SE

2 (Voluntária), e-mail: laizeeloy@gmail.com; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/ Coordenadoria de Engenharia Civil/ Campus Aracaju/SE

3 (Orientadora), e-mail: tatiana.maximo@uol.com.br; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/ Coordenadoria de Engenharia Civil/ Campus Aracaju/SE

tituto Federal de Sergipe, campus Aracaju. O local escolhido possibilitou o acesso a uma caixa de passagem que recebe os efluentes do prédio das gerências do instituto. A fossa verde foi escolhida por ser uma alternativa para aumentar a taxa de tratamento de esgoto no estado, reduzindo a contaminação do solo e mananciais e ajudando as famílias na irrigação de pequenas culturas. O dimensionamento se deu com base no estudo de Soares (2016) e na NBR 7229:1993. No processo de concepção do sistema foi decidido pela utilização da casca de coco seco como preenchimento de material poroso ao redor da câmara de recepção de efluentes. Na câmara de recepção, construída em alvenaria no interior da fossa, é onde começa o tratamento, nela ocorrem a sedimentação de partículas presentes no efluente e a digestão anaeróbia da matéria orgânica. Após esse processo o efluente se movimentava em direção a camada de cascas de coco seco, onde continuava o processo de digestão da matéria orgânica por bactérias anaeróbias. A porosidade da camada de casca de coco permite o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pelo processo de digestão. Entre a camada de cascas de coco e a próxima camada, formada por britas, foi colocada uma cama de fibra de coco seco com o intuito de formar um biofilme. O filtro formado pelas britas possuía uma espessura de aproximadamente dez centímetros. Acima das britas foi colocada areia lavada, aproximadamente 10 centímetros de espessura, e terra preta para o plantio dos vegetais. A areia também forma um filtro proporcionando a retenção de sólidos. As plantas escolhidas para o plantio foram da espécie *Heliconia Bihai*, as quais se desenvolvem bem ambientes com alta disponibilidade hídrica e possuem grandes folhas, facilitando a evapotranspiração. A fossa recebeu efluentes de duas fontes, a primeira era proveniente da caixa de passagem que recebe os esgotos do prédio das gerências do Instituto. O prédio é composto por um pavimento térreo e um andar e possui dois banheiros femininos, dois masculinos e uma copa. Neste caso o esgoto era bombeado para duas caixas de alimentação localizadas ao lado da fossa, conectadas diretamente à mesma. A segunda fonte era retirada por meio de baldes de outra caixa de passagem que recebia efluentes de um dos banheiros de uso comum do instituto.

Aproximadamente vinte litros de efluente eram diluídos nas caixas de alimentação. O processo de reabastecimento do sistema acontecia às segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras, permitindo-se manter o fluxo contínuo de efluente. As análises físico-químicas foram realizadas *in loco* utilizando uma sonda multiparâmetros e no Laboratório de Saneamento (LABSAN) do Instituto federal de Sergipe. As coletas foram executadas nos dias 11, 18 e 25 de abril e 10 e 23 de maio de 2018. Foram coletadas amostras do efluente na entrada e na saída do sistema para comparação. Foram analisados: cor, turbidez, DBO5, DQO, oxigênio dissolvido, pH, fósforo e nitrogênio amoniacal. **Resultados:** Na montagem do sistema percebeu-se que a fibra de coco, além de funcionar como um biofilme, ajuda na separação dos substratos, evitando a mistura da casca de coco com as britas com a areia. Além disso, foi possível observar que a camada de fibra colocada acima das britas também auxiliou na hora de preencher a camada de areia, reduzindo a quantidade de areia que preenchia os vazios entre as britas. Apesar dessas vantagens, é possível que a fibra tenha contribuído para o aumento da cor e da turbidez do efluente final. Quanto às cascas, notou-se que elas possuem boa capacidade de suporte para as outras camadas, pois nenhuma delas cedeu durante o período de estudo. A fossa começou a funcionar em 26 de janeiro de 2018, porém a concepção inicial fez com que o efluente ficasse acumulado na parte superior do sistema durante o mês de fevereiro e metade do mês de março. Esse problema foi resolvido com a instalação de um dreno na altura das raízes das plantas. O desenvolvimento das plantas se deu de forma lenta enquanto o a fossa se manteve alagada devido ao problema com o dreno. Após esse período as plantas voltaram a se desenvolver. Em relação às variáveis físico-químicas avaliadas observou-se que o pH permaneceu próximo a faixa de neutralidade em todas as coletas. A turbidez apresentou elevação em todas as cinco coletas, com aumento de 50 a 260% entre a entrada e a saída do sistema. O valor mínimo a montante foi de 28,783 UNT e máximo de 45,35 UNT, já a jusante a menor turbidez foi de 52,783 UNT e o maior 127,2 UNT. Observou-se que ocorreram reduções nas concentrações de oxigênio dissolvido, o que pode estar relacionado a

degradação da porção biodegradável da matéria orgânica presente no efluente utilizado. A hipótese do consumo de oxigênio na digestão da matéria biodegradável é reforçada pela eficiência na redução da DBO que, apesar de apresentar altas variações, foi positiva nas quatro coletas nas quais esse parâmetro foi avaliado. A DBO mínima antes do tratamento foi de 19 mgL<sup>-1</sup> e a máxima 45 mgL<sup>-1</sup>, após o tratamento a DBO mínima foi de 17 mgL<sup>-1</sup> e a máxima 29 mgL<sup>-1</sup>. Não houve redução da DQO, os valores encontrados na saída do tratamento foram maiores que o da entrada. O valor mínimo encontrado a montante do sistema foi de 92,617 mgL<sup>-1</sup> enquanto o máximo foi de 142,899 mgL<sup>-1</sup>. Por outro lado, a jusante do tratamento o menor valor obtido foi de 110,363 mgL<sup>-1</sup> e o maior de 193,181 mgL<sup>-1</sup>. Esse resultado pode estar associado à decomposição da casca e da fibra de coco seco pela dificuldade na decomposição da celulose (ETOUNDI, 2017). Em relação aos nutrientes fósforo e nitrogênio, ocorreram reduções nas suas concentrações no efluente após o tratamento em todas as coletas. A quantidade de nitrogênio amoniacal na entrada do sistema variou de 273,504 mgL<sup>-1</sup> a 320,88 mgL<sup>-1</sup> enquanto na saída da fossa esse valor variou de 213,92 mgL<sup>-1</sup> a 264,656 mgL<sup>-1</sup>. Observou-se que o parâmetro fósforo apresentou redução apesar das baixas concentrações. Antes de passar pela fossa o efluente apresentava entre 0,239 mgL<sup>-1</sup> e 0,467 mgL<sup>-1</sup> de fósforo, enquanto após passar pelo sistema o observou-se que o efluente tinha entre 0,178 mgL<sup>-1</sup> e 0,374 mgL<sup>-1</sup> de fósforo. **Conclusões:** Foi possível construir um modelo de fossa verde utilizando os materiais propostos, os quais apresentaram características favoráveis à montagem. Sobre casca do coco seco notou-se sua capacidade de suporte, já a fibra do coco seco foi útil na separação dos substratos. Além disso, a abundância destes materiais na região nordeste justifica a sua aplicação. Quanto ao tratamento dos efluentes, destaca-se eficiência, sempre positiva, na redução da DBO e dos nutrientes fósforo e nitrogênio. Porém ocorreu uma alta variação nos valores de DBO entre as quatro coletas realizadas. Já para a DQO observou-se elevação dos seus valores após o tratamento, o que pode estar relacionado à decomposição da casca e da fibra de coco seco. O Nitrogênio amoniacal foi reduzido em

aproximadamente 30% após o tratamento do efluente e o fósforo aproximadamente 38%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Efluentes Domésticos, Substratos, Tratamento de Efluentes.

**Agradecimentos:** Esse trabalho contou com auxílio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE).

## REFERÊNCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.** Rio de Janeiro, p. 15. 1993.

EMBRAPA. Tecnologia para desenvolvimento da casca de coco verde é mostrada na Amazontech. 2004. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17966494/tecnologia-para-o-aproveitamento-da-casca-de-coco-verde-e--mostrada-na--amazontech-2004>> Acesso em: 28 de setembro de 2018.

ETOUNDI, F. S. **A fibra de coco como matéria-prima para a produção de pellets: caracterização de umidade e cinzas.** 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

PAULO, P. L.; BERNARDES, F. S. Estudo De Tanque De Evapotranspiração Para O Tratamento Domiciliar De Águas Negras, 2008. Disponível em: <[http://sustentavelnpratica.net/arquivos/estudo\\_fossa\\_evapotrasnpiracao.pdf](http://sustentavelnpratica.net/arquivos/estudo_fossa_evapotrasnpiracao.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2018.

SOARES, V. R. **Tanques biosépticos para o tratamento de esgotos domésticos em zonas rurais.** 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



## DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE ESGOTO SANITÁRIO NO ESTADO DE SERGIPE ATRAVÉS DE INDICADORES DE ATENDIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA

Yasmin Sales Oliveira<sup>1</sup>, Flávia Tauane Santos de Santana<sup>2</sup>, Jorge Luiz Sotero de Santana<sup>3</sup>, Rodrigo Gallotti Lima<sup>4</sup>

### 3.07.00.00-0 Engenharia Sanitária - 3.07.03.00-0 Saneamento Básico

#### RESUMO

**Introdução:** O diagnóstico dos Serviços de Esgotos Sanitários (SES) do estado de Sergipe apresenta base de dados atualizada do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (BRASIL, 2017;2018), bem como da base de dados do Atlas-Esgoto da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017). Este artigo analisa a interface e a integração da gestão de recursos hídricos com o saneamento ambiental nas cidades sergipanas. As leis do saneamento básico e de recursos hídricos incorporam uma série de diretrizes essenciais para essa integração, como a adoção da bacia hidrográfica como unidade para o planejamento das ações, a compatibilização dos planos de saneamento com os planos de bacia e ações de esgotamento sanitário e gestão de recursos hídricos. Desse modo, esta pesquisa gera dados e subsídios aos tomadores de decisão, além de informações e orientações voltadas ao planejamento das ações de todos os atores envolvidos com o esgotamento sanitário. Segundo Folwell ([1898 ou 1899], *apud* Daltro Filho, 2018),

“cada caso de morte por doença intestinal corresponde a outros 10 casos de enfermidades diversas e correlatas”, sendo que para cada caso de enfermidade tem-se um custo estimado de U\$100,00 (cem dólares americanos) de despesas com medicamentos e tempo dedicado dos profissionais envolvidos nas horas de trabalho. De acordo com Santos (2018), o Ministério da Saúde afirma que ocorrem cerca de 340 mil internações hospitalares devido a infecções gastrointestinais nos países. O custo de uma internação por infecção gastrointestinal no Sistema Único de Saúde (SUS) é de R\$355,71 (trezentos e cinquenta e cinco reais e setenta e um centavos) por paciente na média nacional. Por conseguinte, entende-se que esses dados estão contemplados na realidade sergipana, onde há carência de adequados sistemas de esgotamento sanitário, fato que contribui significativamente para estes custos. Com a implantação de sistemas de coleta, transporte e tratamento de esgoto, é possível reduzir significativamente a incidência de doenças veiculadas pela água, como hepatite, febre tifoide, cólera, leptospirose, giardíase, ascaridíase e outras, que atacam

1 Estudante do Curso de Engenharia Civil - Instituto Federal de Sergipe – IFS, e-mail: yasmin.sales2110@hotmail.com

2 Estudante do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental – CSA/IFS, e-mail: flaviatauane@hotmail.com

3 (Orientador-IFS) Professor do Instituto Federal de Sergipe/Coord.de Saneamento Ambiental – CSA/IFS, e-mail: jorge.sotero@ifs.edu.br.

4 (Coorientador-IFS) Professor do Instituto Federal de Sergipe/Coord.de Saneamento Ambiental – CSA/IFS e-mail: rodrigo.lima@ifs.edu.br



principalmente as crianças. Além disso, estima-se que a cada R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) investidos em obras de esgotamento, ocorra a geração de 30 empregos diretos e 20 indiretos, assim como empregos permanentes quando o sistema entra em fase de operação. Desse modo, investir em saneamento constitui-se como alternativa preventiva à saúde, pois, para cada R\$1,00 (um real) investido em Saneamento, economiza-se cerca de R\$4,00 (quatro reais) na área da saúde (CODEVASF, 2017; DALTRO FILHO, 2018). Para Azevedo Netto (1991), autor que realizou amplo estudo no tocante às situações sanitárias de capitais litorâneas brasileiras, e de acordo com a Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental (CETESB/1990 *apud* AZEVEDO NETTO, 1991) que apresentou o “Relatório de Qualidade Ambiental”, os índices e as condições mínimas recomendadas são de 70% para a população atendida com água e, no mínimo, de 50% de população servida de esgotos sanitários. Vale destacar a importância das análises dos dados e informações referentes ao esgotamento sanitário de Sergipe, como principal fonte sobre o setor saneamento ambiental, para se fazer uso voltado aos diferentes agentes envolvidos com a prestação dos serviços de água, esgotos e suas organizações corporativas, como a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), além de autarquias e órgãos de governo como os Serviços Autônomo de Água e Esgotos (SAAE) das cidades, além dos agentes financeiros, outros atores, instituições de ensino e pesquisa do estado de Sergipe.

**Objetivos:** O presente trabalho tem por objetivo principal a análise dos dados e informações, bem como o diagnóstico do SES's, voltados às populações urbanas atendidas pelos serviços de esgotos nas cidades do estado de Sergipe. Como objetivos específicos tem-se: a) auxiliar o setor planejamento; b) dar subsídios à gestão; c) levantar custos para atendimento total das populações com os serviços de esgotos. **Material e Métodos:** Nesta etapa foram apresentados aspectos importantes da metodologia para o diagnóstico dos serviços de esgoto esclarecendo: a) quem fornece as informações; b) como as informações são obtidas; c) as bases de dados (BRASIL, 2017;2018); d) as bases de dados (ANA, 2017); e) análise dos dados e diagnóstico dos serviços de esgotos

de Sergipe, no qual descreve de forma mais completa o tratamento das informações obtidas e a divulgação dos dados. E de acordo com Philippi Junior et al., (2012), o valor estimado, como avaliação econômica, é de R\$ 1.500/hab para implantação dos sistemas de esgotos e consequente remoção da carga orgânica (DBO). Estão inclusos nestes estudos o acréscimo dos custos anuais de operação e manutenção, que está estimado em R\$ 22,76 por habitante/ano. **Resultados:** Segundo (BRASIL, 2017; 2018), constata-se que no estado de Sergipe há na faixa de 20% a 40% de cobertura de rede coletora de esgotos, onde, a nível nacional, essa mesma realidade ocorre em nove estados: Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe, Tocantins, Alagoas e Santa Catarina. Como resultados comparativos, ratifica-se a nível da Região Nordeste e do Brasil, que Sergipe, com 32% de cobertura de esgotos, segundo o ANA (2017), fica somente à frente dos estados do Piauí 12%, Maranhão 17% e Alagoas 26%. Fica abaixo também da região que totaliza uma média de 43% e da média do país, de 59,74% de cobertura de esgotos. De acordo com a BRASIL (2018), o percentual da população atendida com serviço de esgotos de Aracaju variou muito pouco, chegando a decrescer nos anos de 1999 e 2000, de 44% para 30,31%, elevando-se um pouco para 33,77%, no ano de 2007. Contudo, deste ano até o ano de 2012, houve uma estagnação deste percentual, voltando a se elevar apenas no intervalo de 2013 a 2016, para o índice de 48,48%. Outrossim, como resultados esperados, constatou-se que população urbana atendida por serviços de esgotos em Sergipe, de responsabilidade da DESO, aumentou de 351.555, no ano de 2015, a 414.758 habitantes, no ano de 2016, para uma população urbana total de 1.641.577 habitantes (BRASIL, 2018). Outro resultado apontado pela presente pesquisa é a apresentação da visualização espacial do diagnóstico do SES, no tocante às populações urbanas atendidas pelos serviços de esgotos dos estados do Brasil, da região nordeste e o estado de Sergipe, bem como em sua capital Aracaju, onde constata-se que o estado se encontra em situação crítica e desconfortável em relação ao Nordeste, visto que encontra-se na sexta (6<sup>a</sup>) posição do ranking (BRASIL, 2018). Sergipe está abaixo também da média

do Brasil, com a 18ª colocação entre os 27 entes federativos do Brasil. No tocante às capitais, Aracaju com 48,48% não atende também à condição mínima de Qualidade Ambiental, que, como já citado, de acordo com a Cetesb (1990 *apud* AZEVEDO NETTO, 1991) é de 50% de cobertura de esgotos, para situações sanitárias satisfatórias das capitais litorâneas. Segundo ANA (2017), o custo estimado para implantação e universalização do esgotamento sanitário de Sergipe, com uma população final de projeto, para o ano de 2035 de 1.641.577 habitantes, é estimado em R\$2.570.000.000,00 (dois bilhões, quinhentos e setenta milhões de reais), sendo R\$1.650.000.000,00 (um bilhão, seiscentos e cinquenta milhões de reais) para coleta e R\$920.000.000,00 (novecentos e vinte milhões de reais) para o tratamento, com um custo intermediário de operação e manutenção (O&M) de R\$11.820.000,00 (onze milhões, oitocentos e vinte mil reais) anuais, para atendimento das populações urbanas das cidades. **Conclusões:** No tocante aos índices de cobertura de esgoto, Sergipe tem um pequeno percentual da população atendida, variando entre 29,31% a 32%. Já a nível de Nordeste, Sergipe fica somente à frente de três estados do Piauí, com 16,51%, Maranhão com 17,21% e Alagoas com 25,41% de cobertura (BRASIL, 2018). Além de se encontrar abaixo da média do Brasil, com 59,74% de cobertura, Sergipe consequentemente demonstra uma situação preocupante e crítica, variando entre má e razoável, em relação à saúde pública da população e à qualidade ambiental (CETESB, 1991). Observando a situação sanitária das capitais brasileiras, por meio do SNIS (BRASIL, 2017; 2018) e do ANA(2017), é possível concluir que os índices e condições mínimas das cidades do estado de Sergipe, não são satisfatórios para os serviços de esgotos. Logo, a ausência de adequado sistema de esgotamento sanitário causa diversos problemas sanitários, socioambientais e econômicos, sobretudo, a contaminação do meio ambiente e proliferação de doenças. A compreensão da importância dos sistemas de esgotamento sanitário, tendo em vista a qualidade de vida, convida a sociedade para reflexões a respeito da sustentabilidade em seus mais variados âmbitos. Desta forma, a importância de análises dos dados e o diagnóstico sobre o es-

gotamento sanitário em Sergipe, como principal fonte de informação sobre o setor saneamento, vem demonstrar como este estudo é de fundamental importância para os agentes envolvidos com a prestação dos serviços de esgotos e suas organizações, como a DESO, a CODEVASF, autarquias e órgãos de governos estaduais e municipais, além de outros atores, agentes financeiros e instituições de ensino e pesquisa do estado de Sergipe. Estes dados e informações do diagnóstico dos serviços de esgotos de Sergipe representa um importante instrumento de gestão do saneamento e devem ser utilizados com eficiência pelos diversos agentes envolvidos com os serviços de esgotos, dando subsídios à políticas públicas, orientando a aplicação correta dos recursos financeiros e humanos envolvidos no saneamento ambiental, todas estas ações voltadas para a melhoria das condições sanitárias das localidades, para a recuperação hidroambiental dos corpos hídricos e para a melhoria da qualidade de vida das populações das cidades de Sergipe.

**PALAVRAS-CHAVE:** esgoto sanitário, gestão do saneamento, índices de cobertura.

## REFERÊNCIAS:

- ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas Es- gotos: despoluição de bacias hidrográficas** / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. -- Brasília: ANA, 2017.
- AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de saneamento de cidades e edificações** / José Martiniano de Azevedo Netto, Manual Henrique Campos de Botelho. – São Paulo: Pini, 1991.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Brasília: SNSA/MCidades, 2018.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015**. Brasília: SNSA/MCidades, 2017.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de quali-**

**dade das águas interiores do Estado de São Paulo de 1990.** São Paulo: CETESB, 1991.

CODEVASF. **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba** / <http://www.codevasf.gov.br/noticias/2017-codevasf-investe-mais-de-r-10-milhoes-em-sistema-de-tratamento-de-esgoto-de-rodela-no-norte-baiano>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

DALTRO FILHO, J. **Meio ambiente & saneamento ambiental** / José Daltro Filho. – Aracaju: Criação Editora, 2018.

DESO. Companhia de Saneamento de Sergipe. **Especificações técnicas para execução de obras civis.** Disponível em: <<http://www.deso-se.com.br/v2/licitações/docs>>. Acesso em: 29 jan. 2018.

PHILIPPI JUNIOR, A. et al. **Gestão do saneamento básico: abastecimento de água e esgotamento sanitário**/Arlindo Philippi Jr. Barueri, SP: Manole, 2012. Cap. 16. p. 436-461

SANTOS, T. K. S.; SANTANA, J. L. S.; JÚNIOR, C. G.; **Estimativa dos Custos Financeiros na Implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário da Zona Norte de Aracaju: Estudo de Caso Sobre O Subsistema Erq-Norte.** *XI Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe – abril de 2018, Aracaju/SE.*

SANTOS, W. C.; SILVA, M. S.; SANTANA, J. L. S.; **Doenças relacionadas ao saneamento inadequada em Aracaju:** SINDIP III. Estudo preliminar. Simpósio nordestino de doenças parasitárias e infecciosas. UFS, Sergipe, 2018.

## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE FILTROS COM LEITO DE AREIA ASSOCIADO A RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA.

João Paulo Reis Barros<sup>1</sup>, Caroline Lucas de Carvalho<sup>2</sup>, Raylline Costa da Cunha Lime<sup>3</sup>, Silmara Nunes Dantas<sup>4</sup>, José Resende Goes<sup>5</sup>, Louise Francisca Sampaio Brandão<sup>6</sup>

**3.07.00.00-0 – Engenharia Sanitária; 3.07.02.00-3 – Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias**

### RESUMO

**Introdução:** A água é um recurso natural renovável com volume inalterado devido ao seu ciclo hidrológico, porém, segundo Lima e Machado (2008, p.13), de todo esse volume existente, apenas 0,0075% representa a água doce utilizável pelos seres humanos, encontrada em lagoas, rios e reservatórios (IDEC, 2005). O Brasil detém cerca de 13% de toda água doce superficial do planeta, porém, sofre com a má distribuição desta, uma vez que, cerca de 81% deste percentual está localizado na Amazônia, que detém menos de 5% de toda população brasileira, e o restante, cerca de 19%, está localizado nas demais regiões do país, que concentram

95% da população; dentre essas, a nordeste e a sudeste, possuidoras das menores parcelas desse percentual, são responsáveis por abastecer, aproximadamente, 70% da população brasileira, caracterizando um exemplo claro da má gestão desse recurso pelos órgãos responsáveis (ANA, 2015). Para agravar essa situação, o intenso processo de urbanização, desenvolvimento desordenado das cidades, industrialização e o aumento da população mundial, que triplicou nos últimos 100 anos, associado a uma má gestão, má distribuição e uso irracional da água doce, tem aumentado em até seis vezes a demanda por esse bem, de acordo com Martins Júnior e Martins (2016, p.2), contribuindo para o aumento da dificuldade de acesso ao saneamento básico, que quando existente,

1 (Pesquisador - IFS) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.e-mail: joao\_p.14@hotmail.com;

2 (Pesquisadora - IFS) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE. e-mail: caarol.carvalho@outlook.com;

3 (Pesquisadora - IFS) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE. e-mail: rayllinelima@hotmail.com;

4 (Pesquisadora - IFS) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE. e-mail: silmarandantas@gmail.com;

5 (Coorientador-IFS) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.e-mail: resende.goes@ifs.edu.br;

6 (Orientadora-IFS) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe/Coordenação de Engenharia Civil/Campus Aracaju/SE.e-mail: lusampaio\_eng@yahoo.com.br;

muitas vezes é ineficiente; além de encarecer os processos de tratamento para obtenção de água potável e não-potável, visto que, a maior parte das localidades lançam seus dejetos *in natura* nos corpos hídricos ou solos, comprometendo a qualidade da água que será utilizada para fins de abastecimento, consumo, irrigação ou recreação, segundo Tonetti et al (2012, p. 2). De acordo com Tonetti et al (2012, p.2), apesar das vantagens e eficiência dos processos empregados no Brasil, o efluente que sai das estações de tratamento não atende aos padrões legais, por isso, necessita de um tratamento terciário posterior. A NBR 13.969/1997 (ABNT, 1997) apresenta várias formas de pós-tratamento, dentre essas estações, merece atenção o filtro de areia, uma vez que, para tratamento de esgoto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) recomenda a obtenção de dados da NBR 11.799/1990 (ABNT, 1990) cujas especificações são voltadas para tratamento de água para abastecimento público, uma finalidade mais nobre; demonstrando, para alguns casos de tratamento de esgotos, uma inviabilidade financeira, devido a um possível superdimensionamento, e uma carência de estudo técnico do uso desse filtro aplicado ao tratamento dos diversos tipos de águas residuárias. Diante de toda essa conjuntura apresentada, este trabalho tem como **objetivos:** construir filtros-pilotos para tratamento de água cinza gerada no Instituto Federal de Sergipe (IFS), com camadas filtrantes compostas de areia associada a vidro ou a blocos cerâmicos, moídos, oriundos da construção civil; analisar a eficiência de cada um dos filtros com e sem decantação prévia, e com alturas de camadas filtrantes diferentes das recomendadas pelas normas NBR 13.969 (ABNT, 1997) e NBR 12.216 (ABNT, 1992); além de verificar a eficiência do processo de desinfecção do efluente oriundo dos filtros com concentrações de cloro variáveis, correlacionando os resultados obtidos com os parâmetros exigidos pela legislação para as diversas aplicabilidades desse tipo de esgoto tratado. **Materiais e Métodos:** Primeiramente, foram feitos o dimensionamento, a orçamentação e a obtenção das unidades-piloto de tratamento escolhidas, confeccionadas em acrílico por empresa especializada. Foram criadas: duas unidades de decantação com dispositivo de saída do esgoto decantado; duas colunas de

filtração, uma com leito filtrante de areia lavada e vidro moído, e outra com leito filtrante de areia lavada e blocos cerâmicos moídos, sendo que ambos os filtros possuíam uma saída para escoamento do efluente; e, duas unidades de desinfecção com as mesmas características dos decantadores. Referindo-se à areia filtrante requerida pelas normas, optou-se por substituí-la, tanto por resíduos de vidro, quanto por blocos cerâmicos, ambos moídos e advindos da construção civil. Quanto ao antracito, resolveu-se removê-lo, por ser, geralmente, um material financeiramente caro, mesmo sabendo do seu papel em dirimir substâncias, sabores e odores; como opção, adotou-se areia com propriedades granulométricas semelhantes as requeridas para o antracito pela norma regente com as finalidades de ter-se, não só mais uma camada filtrante, como também melhorar a carreira do filtro. Considerou-se, para a areia a ser manuseada nos filtros, grãos retidos entre peneiras de malhas 0,60 mm e 1,18 mm, e para os resíduos moídos, tanto vidro, quanto blocos cerâmicos, grãos retidos entre peneiras de malhas 0,425 mm e 0,60 mm, devido a inexistência, na instituição, de peneiras específicas para os tamanhos dos grãos exigidos pelas normas. No tocante a camada suporte, utilizou-se os seguintes materiais e granulometrias: resíduos moídos com grãos entre 0,60 mm e 1,18 mm; areia grossa com granulometria entre 1,2 mm e 4,8 mm, e brita zero (grãos entre 4,8 mm e 9,5 mm). Além disso, colocou-se, sobre o leito filtrante, uma fina camada de 2,0 cm de brita zero, para retenção de materiais grosseiros, presentes no esgoto coletado. Todos os materiais utilizados foram lavados abundantemente com água potável e água destilada, e logo após, foram postos para secagem em estufa, a 100 °C, durante um período de 24 horas, antes de serem acomodados no filtro. Referindo-se a ordem de acomodação das camadas, tanto a dos materiais filtrantes, quanto a da camada suporte, essa foi escolhida observando o que é sugerido por normas e bibliografias; já com relação as espessuras dessas, resolveu-se alterá-las, no intuito de analisar a eficiência dos filtros com alturas de camadas diferentes das exigidas pelas normas e para a finalidade prevista. Com relação à água cinza de estudo, foram utilizadas amostras prove



nientes do banheiro feminino do ginásio de esportes do IFS, pois, de acordo com pesquisas realizadas por Barros et al. (2016) na mesma instituição, essas águas são as que possuem características mais críticas se comparadas com as dos demais locais. As amostras foram coletadas semanalmente, no período compreendido entre 01/02/2018 e 30/05/2018. Quanto ao número de amostras, coletou-se uma quantidade suficiente para que fosse possível analisar a eficiência do filtro, de antemão, coletou-se, para cada filtro, um total de 8 amostras, cada uma com 6 litros de água cinza. Cada efluente foi coletado com o auxílio de uma concha e um balde e, em seguida, levado até o laboratório de saneamento da instituição para ser analisado no período máximo de quatro horas após a sua obtenção. Para a escolha dos parâmetros qualitativos a serem analisados, requisitou-se a NBR 13.969 (ABNT, 1997) com a finalidade de verificar quais características da água de reuso são regulamentadas pela mesma, e assim, monitorá-las com o objetivo de sugerir possíveis destinações do esgoto a ser tratado nesse estudo. Os parâmetros a serem avaliados foram: pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), sólidos dissolvidos totais (SDT), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais e totais, e cloro residual livre; e as análises para obtenção desses dados seguiram os *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005). Para ter-se um maior controle sobre parâmetros como, tempo de passagem, volume filtrado e vazão, dos filtros elaborados, estabeleceu-se que, dos 6 litros de água cinza coletados, por amostra, 2 litros seriam diretamente filtrados sem decantação prévia; os 4 litros remanescentes, deveriam ser postos para decantar por um período de 1 hora e, após esse intervalo, ser coletado, pelo menos, 2 litros de esgoto decantado, para assim prosseguir-se com a filtração e, posteriormente, ser possível comparar a eficiência dos filtros com e sem decantação prévia da água cinza coletada. Quanto a desinfecção, resolveu-se utilizar concentrações de cloro ativo de 7 mg/L (mínimo de recomendado pelo fabricante), 14 mg/L, 28 mg/L e 56 mg/L, e analisar, para cada uma dessas, as concentrações de coliformes totais e fecais, além do cloro residual livre, em

tempos de detenção de 30 minutos (mínimo exigido pela NBR 13.969 (ABNT, 1997)), 1 hora e 24 horas. Para cloração, foram utilizadas pastilhas de hipoclorito de cálcio com concentração de cloro ativo de 86,6%. Já para medição do cloro residual livre, utilizou-se reagentes específicos e uma paleta colorimétrica disponibilizados pelo fabricante desses materiais. Por fim, a análise estatística dos resultados qualitativos e quantitativos foi realizada utilizando-se planilhas eletrônicas e gráficos, para que dessa forma fosse possível obter dados como: médias, valores máximo e mínimo, percentuais, etc. **Resultados:** analisando-se os efluentes finais de ambos os filtros estudados, com e sem decantação prévia, percebeu-se que houve um melhoramento da qualidade se comparado ao estado bruto desses efluentes. O pH tornou-se levemente alcalino, situação essa desejável, tanto para desinfecção com o cloro utilizado, quanto para o reuso desse efluente segundo a norma regulamentadora; houve elevação considerável da concentração do oxigênio dissolvido, demonstrando uma elevada diminuição da quantidade de matéria orgânica presente no esgoto em seu estado bruto, com conseqüente reduções da DBO e da DQO, além de contribuir para a decomposição aeróbia do material biodegradável remanescente, que gera menos subprodutos desagradáveis, como odores, por exemplo, se comparada com a decomposição anaeróbia; e, por fim, teve-se uma elevada redução da turbidez e dos sólidos dissolvidos totais, que melhoraram, significativamente, o aspecto estético final da água cinza tratada nas unidades. Durante os processos de decantação e filtração, não houveram reduções detectáveis das concentrações de coliformes fecais e totais. Referindo-se a desinfecção com cloração dos efluentes, com e sem decantação prévia, e, posteriormente, passados nas unidades de filtração analisadas, percebeu-se que a concentração de 7 mg.L<sup>-1</sup> conseguiu reduzir a concentração de coliformes fecais, porém, foi insuficiente para provocar alteração detectável na concentração de coliformes totais e, além disso, não gerou cloro residual livre, necessário para alguns casos de reuso, conforme norma. Já as demais concentrações conseguiram reduzir significativamente as concentrações de coliformes totais e fecais, e ainda mantiveram cloro residual livre no efluente. No filtro



com leito de areia e blocos cerâmicos moídos, o esgoto decantado e filtrado alcançou, em média, uma vazão de 0,84 L.min<sup>-1</sup>; enquanto que o bruto filtrado sem decantação prévia alcançou, em média, vazão de 0,28 L.min<sup>-1</sup>. Já no filtro com leito de areia e vidros moídos, o esgoto decantado e filtrado alcançou, em média, uma vazão de 0,70 L.min<sup>-1</sup>; enquanto que o bruto filtrado sem decantação prévia alcançou, em média, vazão de 0,38 L.min<sup>-1</sup>. Foi notável que o esgoto filtrado com pré-decantação permitiu os filtros trabalharem de maneira mais eficiente, em termos de vazão, uma vez que, houve a redução prévia dos sólidos sedimentáveis presentes no efluente bruto, fazendo-os suportarem cargas volumétricas maiores (quase o dobro, se comparada as cargas do esgoto bruto diretamente filtrado), sem colmatá-las rapidamente, aumentando, dessa forma, a carreira de filtração dos mesmos. Correlacionando os valores médios dos parâmetros analisados das amostras de água cinza tratadas com os exigidos pela NBR 13.969 (ABNT, 1997), conclui-se que os efluentes finais, de ambos os filtros, filtrados com e sem decantação prévia, e desinfetados com a concentração de cloro ativo mínima recomendada pelo fabricante (7 mg/L), podem enquadrar-se na classe 4 da referida norma. **Conclusões:** O leito filtrante composto de areia e resíduos da construção civil teve um desempenho satisfatório em adequar alguns dos parâmetros físico-químicos da água cinza analisada aos valores exigidos normativamente; o processo de desinfecção utilizando-se cloro, em doses diferenciadas, permitiu saber a dose ideal desejável para cada finalidade de reuso; as unidades de decantação não interferiram, significativamente, nos aspectos qualitativos dos efluentes finais filtrados, entretanto, influenciou nas vazões dos filtros e na carreira de filtração desses; as unidades de decantação e filtração aqui abordadas requerem mais estudos, quanto a suas características técnicas, caso opte-se por reutilização da água cinza nas classes 1, 2 e 3, da referida norma; originou-se um efluente com aspecto estético agradável e com odor imperceptível, o que é interessante visto que pode dirimir a possibilidade de reclamações por parte dos usuários. a possibilidade de reuso gerada, não só traz economia de água, como também traz economia financeira, uma vez que, reduz-se

o consumo de água fornecida pelo órgão responsável, para a finalidade de reuso cabível e, além desses aspectos, a pesquisa contribui para a implementação e o estudo de iniciativas sustentáveis semelhantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** água cinza, reuso, filtro.

## REFERÊNCIAS:

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** informe 2015. Brasília, 2015. 88p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 21 ed., Washington-USA, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11.799:** Material filtrante — Areia, antracito e pedregulho — Especificação. Rio de Janeiro, 1990. 7 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.216:** Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: [s.n.], 1992. 18 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.969:** Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. [S. l.], 1997. 60 p.

BARROS, João Paulo Reis et al. **Projeto de reuso de água cinza no ifs, campus aracaju, por meio de recirculação nos banheiros e irrigação de jardins, com seus aspectos econômicos e qualitativos.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2016, Aracaju. Artigo. Aracaju: Ifs, 2016. p. 1 - 9.

IDEC. **Manual de educação para consumo sustentável.** Brasília: [s.i.], 2005. 162 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2018.

LIMA, Ricardo Paganelli de; MACHADO, Thiago Garcia. **Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações.** 2008. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil Ênfase Ambiental, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2008.

MARTINS JUNIOR, Rubens; MARTINS, Márcia Viana Lisboa. Dimensionamento de Filtro de Areia para Tratamento de Água Cinza do Bloco Novo do IRN. **Revista Brasileira de Recursos Renováveis**, Minas Gerais, v. 3, n. 5, p.356-363, 2016.

TONETTI, Adriano Luiz et al. **Tratamento de esgoto e produção de água de reúso com o emprego de filtros de areia**: Wastewater treatment and reuse water production using sand filters. **Eng Sanit Ambient**, Campinas, v. 3, n. 17, p.287-294, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n3/v17n3a05.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2018.