

ESTUDO DE ALTERNATIVAS VIÁVEIS PARA TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SERGIPE

JOSÉ EMÍLIO DE JESUS JÚNIOR^{1*}; KATHLEEN TÁCILA SANTOS²; JOÃO CARLOS SANTOS DA ROCHA³

¹Graduado em Engenharia Civil, Faculdade Pio Décimo, Lagarto-SE, emiliojunior23@gmail.com;

²Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Lagarto-SE, kathleentacila@gmail.com;

³Mestre em Geologia da Engenharia e Meio Ambiente, Prof. Faculdade Pio Décimo, Aracaju-SE, jcsdrocha@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo identificar e analisar alternativas viáveis para a implantação de sistemas de tratamento de esgoto doméstico em áreas urbanas e rurais. Os objetos de estudo foram os municípios de Moita Bonita, Riachuelo e Santa Rosa de Lima, no estado de Sergipe, onde estes estão totalmente inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Na metodologia, aplicou-se o estudo na população estimada pelo IBGE para 2017, a fim de fazer o cálculo da vazão de esgoto, além de mapas elaborados no QuantumGIS e o levantamento de características físicas das regiões. Os resultados obtidos para o município de Moita Bonita foram a implantação de um sistema com reator UASB e uso de filtro anaeróbico ou biológico de alta carga, para ambas as áreas. Em relação ao município de Riachuelo, a implantação de lagoas de estabilização em série, na área urbana, e de um sistema com tratamento primário e escoamento subsuperficial, na rural. Por fim, em Santa Rosa de Lima indica-se o tratamento por reator UASB e tratamento com filtro, análogo a Moita Bonita, na área urbana, e um sistema com tratamento primário e escoamento superficial ou *wetlands* rasas para as áreas rurais.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico, sistemas de tratamento de efluentes, qualidade da água.

STUDY OF THE FEASIBLE ALTERNATIVES FOR TREATMENT OF DOMESTIC SEWAGE IN MUNICIPALITIES OF THE STATE OF SERGIPE

ABSTRACT: The present paper aimed to identify and analyze viable alternatives for the implantation of treatment systems of domestic sewage in urban and rural areas. The study subjects were the municipalities of Moita Bonita, Riachuelo and Santa Rosa de Lima, in the state of Sergipe, where they are totally inserted on Sergipe river basin. In methodology, it was applied the study of the estimated population by IBGE for 2017, in order to calculate the sewer flow, besides maps elaborated on QuantumGIS and the survey of physical characteristics of the regions. The obtained results for the municipality of Moita Bonita were the implantation of a system with UASB reactor and use of anaerobic filter or biological high-load filter, for both areas. With respect to the municipality of Riachuelo, the implantation of stabilization ponds in series, in urban area, and a system with primary treatment and subsurface flow, in rural. Finally, in Santa Rosa de Lima is indicated the treatment by UASB reactor and filter treatment, analogous to Moita Bonita, in urban area, and a system with primary treatment and superficial flow or shallow wetlands for rural areas.

KEYWORDS: Basic sanitation, effluent treatment systems, water quality.

INTRODUÇÃO

A demanda pela necessidade de água para o desenvolvimento das atividades antrópicas vem aumentando significativamente ao longo dos anos. No entanto, não é possível produzir água para substituir os volumes utilizados. Nesse sentido surge a necessidade de compreender e investir em saneamento básico e, conseqüentemente, no tratamento do efluente doméstico, de modo que o esgoto

tratado possa ser utilizado nas diversas atividades, tais como irrigação, atividades industriais, combate a incêndios, entre outras.

As primeiras manifestações de estudos e atuação no tratamento de esgoto, como medida de saneamento, deram-se na Europa com a criação de estações de tratamento (ETEs), devido a sucessivas aparições de epidemias na região. Avanços no Brasil datam a partir da década de 70, segundo Nuvolari (2003). O índice de atendimento com rede coletora de esgotos é de 51,9%, já o índice de tratamento dos esgotos gerados é ainda menor, alcançando apenas 44,9%, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2016). Através desses dados é possível perceber que a maioria dos municípios ainda é carente deste tipo de investimento, trazendo consigo a necessidade de um estudo de alternativas viáveis para a implantação do tratamento do efluente produzido.

Considerando-se a importância de tratar o efluente gerado e a carência desse tipo de investimento no Brasil e, de forma particular, nos municípios em estudo, faz-se necessário um estudo aprofundado acerca das possíveis opções da mudança desse cenário. Portanto, o presente trabalho objetiva mapear e apresentar alternativas viáveis para a implantação de tratamento do efluente doméstico produzido.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, a base principal de dados utilizada é a estimativa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE da população de cada município no ano de 2017. Para dividir a população estimada entre as áreas urbana e rural, foi calculado o número de habitantes acrescidos a cada município em relação ao Censo 2010, realizado também pelo IBGE, e foram repartidos de forma proporcional a quantidade de habitantes das áreas urbana e rural contabilizada em 2010 pelo IBGE.

Para o cálculo da produção de esgoto da população residente nos municípios estudados, foi utilizada a fórmula da vazão média de esgotos (Von Sperling, 2005):

$$Qd_{\text{méd}} \text{ (L/s)} = \frac{\text{população (hab.)} \times \text{QPC (L/hab.dia)} \times R}{86400 \text{ (s/dia)}}$$

Depois das devidas transformações, os dados apresentados nos mapas estão na unidade de m³/s. Para o valor da Quota Per Capita de água – QPC, os dados utilizados foram os de consumo médio per capita de água, encontrados no SNIS – 2016. O coeficiente de retorno esgoto/água (R) é dado pela porção da água que adentra a rede coletora na forma de efluente. Os valores desse coeficiente podem variar entre 40% a 100%, sendo 80% (R = 0,8) o seu valor mais usual. De acordo com Von Sperling (2005), em pequenas comunidades, onde há pouca área ocupada e conexão apenas das bacias sanitárias, o coeficiente pode atingir o valor de 40%. Para o caso estudado, nas áreas rurais foi adotado 60% (R = 0,6), já nas áreas urbanas, o valor utilizado foi o mais usual (R = 0,8).

Para a elaboração dos mapas com os resultados encontrados, foi utilizado o programa computacional QuantumGIS, versão 2.14.3, utilizando a base cartográfica do Atlas Digital sobre os Recursos Hídricos de Sergipe (SERGIPE, 2018). Um mapa foi feito com a produção de efluentes na área rural dos municípios estudados, e outro com o valor produzido nas áreas urbanas.

Algumas características físicas foram consideradas, a fim de auxiliar na escolha mais adequada do sistema de tratamento: profundidade do solo, região climática e regime dos rios. Todos esses dados também foram retirados do Atlas Digital sobre os Recursos Hídricos de Sergipe e do Relatório Final do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

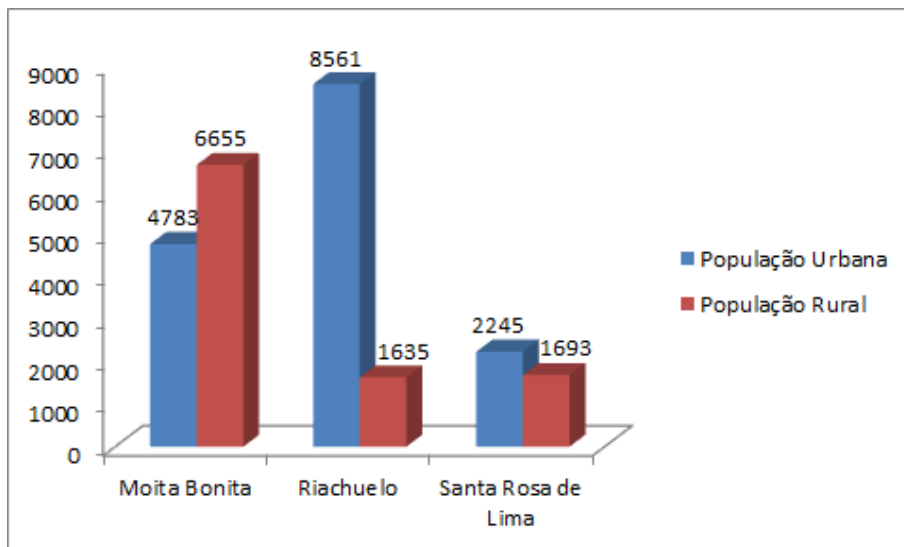
A partir das características físicas dos municípios citadas, como também dos mapas com a vazão de esgotos domésticos, algumas soluções foram sugeridas para as áreas rurais. Por fim, foram relacionados sistemas de tratamento adequados às condições das áreas urbanas.

O objeto de estudo é de natureza quantitativa, pois as informações foram organizadas e classificadas através de dados numéricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor visualização da realidade estudada, a vazão de esgoto produzido foi quantificada. Para isso, foi utilizada a estimativa da população residente nas áreas urbana e rural de cada município estudado (Figura 1).

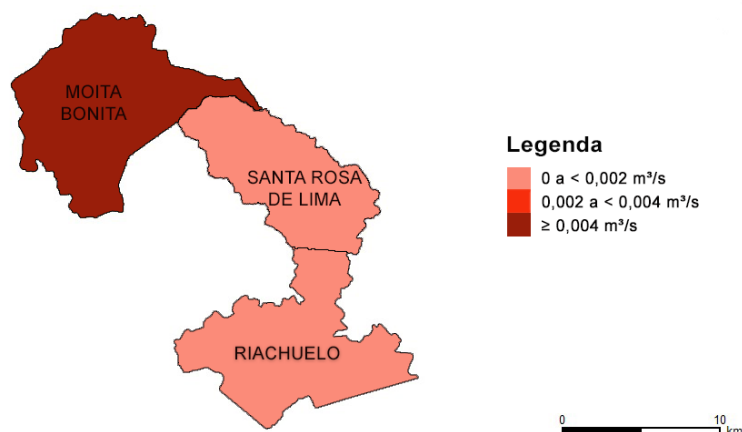
Figura 1. Estimativa populacional para 2017 dos municípios de Moita Bonita, Riachuelo e Santa Rosa de Lima.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2017.

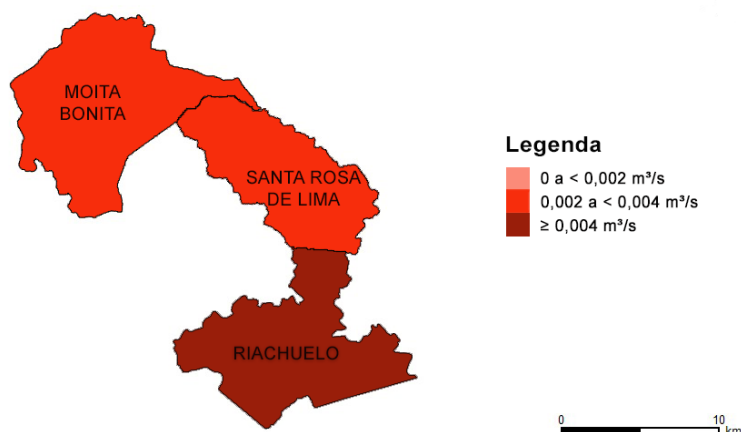
Pelos resultados encontrados, é possível perceber que o município de Moita Bonita é o que tem a maior produção de efluente na área rural com $0,004 \text{ m}^3/\text{s}$. Nessa mesma área, os municípios de Riachuelo e Santa Rosa de Lima chegaram aos valores de $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ e $0,00118 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente (Figura 2). Já com relação à área urbana, o município que possui a maior vazão de esgoto produzido é Riachuelo com $0,00702 \text{ m}^3/\text{s}$, porém as vazões de esgoto em Moita Bonita e Santa Rosa de Lima também são consideráveis, alcançando os valores de $0,00384 \text{ m}^3/\text{s}$ e $0,00209 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente (Figura 3).

Figura 2. Vazão média de esgoto doméstico da área rural dos municípios de Moita Bonita, Santa Rosa de Lima e Riachuelo.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 3. Vazão média de esgoto doméstico da área urbana dos municípios de Moita Bonita, Santa Rosa de Lima e Riachuelo.



Fonte: Autores, 2018.

As características físicas consideradas na pesquisa foram organizadas e apresentadas de forma a possibilitar uma melhor visualização da realidade encontrada nos municípios estudados (Quadro 1).

Quadro 1. Características físicas dos municípios.

Município	Profundidade do solo	Região climática	Regime dos rios
Moita Bonita	Raso	Litoral úmido/agreste	Temporário
Riachuelo	Médio/profundo	Litoral úmido	Permanente
Santa Rosa de Lima	Predominantemente Raso	Litoral úmido	Permanente

Fonte: SERGIPE, 2015 e Atlas Digital sobre Recursos Hídricos, 2018.

Diante do que foi apresentado, observa-se que, para a área rural do município de Riachuelo, uma alternativa viável de tratamento seria a combinação de um tratamento primário, como a fossa séptica, e a disposição no solo do efluente, sendo indicado para esse município o escoamento subsuperficial, como o sumidouro, já que ele possui uma profundidade de solo adequada para tal fim. Para a área rural do município de Santa Rosa de Lima também é indicado um tratamento primário conjugado à disposição no solo, porém, nesse caso, são mais indicados o escoamento superficial ou *wetlands* rasas, uma vez que o solo não é tão profundo. Já no caso da área rural do município de Moita Bonita, onde a produção de efluente doméstico é maior, um tratamento adequado seria o reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) ligado a um tratamento posterior, como o filtro anaeróbio. Em todos os casos, a combinação dos tipos de tratamento aumenta a eficiência dos sistemas e não inviabiliza o custo de implantação e manutenção dos mesmos.

Acerca das alternativas viáveis para as áreas urbanas, nos municípios de Moita Bonita e Santa Rosa de Lima poderiam ser utilizados sistemas com reatores UASB e um tratamento posterior, como o filtro anaeróbio ou o filtro biológico de alta carga, que possuem custos semelhantes de implantação, operação e manutenção. Na área urbana de Riachuelo, onde a produção de esgoto doméstico é alta e a profundidade do solo é maior, seria mais indicada a implantação de um sistema de lagoas de estabilização, sendo as lagoas em série mais indicadas, devido a sua maior eficiência.

É importante ressaltar que outras alternativas também podem ser utilizadas para o tratamento de efluentes, porém a pesquisa buscou mostrar os sistemas que possuem boa eficiência e custo-benefício adequado para a implantação e manutenção nos municípios estudados.

CONCLUSÃO

Para o município de Moita Bonita, tanto na região urbana quanto na rural indica-se a utilização dos sistemas UASB com um tratamento posterior, podendo ser de filtro anaeróbio ou filtro biológico de alta carga. Em relação à área urbana do município de Riachuelo, indica-se um tratamento a partir do sistema de lagoas de estabilização. Já na área rural, sugere-se o tratamento primário ligado ao escoamento subsuperficial. Por fim, na área urbana de Santa Rosa de Lima, assim como em Moita Bonita, recomenda-se UASB, seguido de um tratamento de filtro biológico de alta carga ou anaeróbio. Em sua área rural, sugere-se o tratamento primário conjugado ao escoamento superficial ou wetlands rasas.

Foi possível verificar que alguns tipos de tratamento de esgoto, como as lagoas de estabilização, os reatores anaeróbios e os métodos de disposição no solo, estão entre os mais viáveis a serem aplicados nos municípios estudados, sobretudo por conta dos seus baixos custos.

O estudo permitiu analisar as alternativas viáveis individualmente, levando em conta algumas características físicas, a eficiência dos sistemas e custo de implantação e manutenção, para ambas as áreas: urbana e rural.

Ressalta-se que a análise foi feita por meio de alguns parâmetros, considerados mais importantes. Porém, seria necessária uma abordagem mais aprofundada da região antes da aplicação dos sistemas sugeridos, pois fatores não considerados nesta pesquisa podem influenciar na decisão final.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018. 220 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 07 de maio de 2018.
- Nuvolari, Ariovaldo. Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso agrícola. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 2003. 536 p.
- SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe. Aracaju: SEMARH, 2018. CD-ROM.
- SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Relatório Final: Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. Aracaju: SEMARH, 2015. 433 p.
- Von Sperling, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p.