

## **II-1285 - ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DE NANOTECNOLOGIA EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS EM SÃO MIGUEL DOS MILAGRES – ALAGOAS**

**Igor Duarte Rosa Lima<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Tiradentes. Mestrando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Engenheiro da Bio-Essencial.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Travessa Professor Guedes de Miranda, 31 – Farol – Maceió – Alagoas – AL – CEP: 57055-225 – Brasil – Tel: (82) 99131-6170 – e-mail: igorduarterl@hotmail.com

### **RESUMO**

Uma das principais vertentes do Saneamento Básico no Brasil compreende a coleta e tratamento de efluentes domésticos. Segundo a Organização das Nações Unidas, estima-se que cerca de 892 milhões da população mundial defecam ao ar livre, e 55% dos esgotos gerados no Brasil não são tratados, conforme o Instituto Trata Brasil (2016), logo, para lidar com essa questão, as Estações de Tratamento de Esgoto devem ser viabilizadas. Sua função consiste em tratar o esgoto através de processos físicos, químicos e biológicos para que os mesmos possam ser devolvidos ao meio ambiente de acordo com a legislação ambiental. O uso das melhores tecnologias para o tratamento de efluentes domésticos, como a BioGill, advém principalmente da necessidade de minimizar ao máximo os impactos na área da saúde, como a proliferação de doenças e na área ambiental, como a poluição nos mares. Portanto, a estação de tratamento efluentes, BioGill, foi instalada na cidade de São Miguel dos Milagres como uma alternativa para o tratamento de parcela dos esgotos gerados na cidade. Estima-se que a cidade apresenta apenas 8% de esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010). Esse biorreator é constituído de fases aeróbias, anaeróbias e anóxicas e apresenta uma eficiência de remoção de matéria orgânica em torno de 90%. Ademais, consoante a ONU, 17 objetivos de desenvolvimento sustentável foram estabelecidos para serem alcançados até 2030, entre eles o de construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação. Com isso, o projeto tem em toda sua concepção a sustentabilidade e descentralização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento Básico, Tecnologias, Tratamento de Esgoto.

### **INTRODUÇÃO**

Segundo o Conselho Nacional de Meio ambiente (CONAMA), conforme a resolução 430/2011, Esgoto Sanitário é a denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais e águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos. Logo, um dos vieses do saneamento básico é a coleta e tratamento desses efluentes.

Porém, devido à falta de investimentos em saneamento nas cidades, os efluentes gerados são lançados sem nenhum tratamento em corpos hídricos e nas redes coletoras de água pluvial. Isso faz com que ocorra a deterioração da qualidade da água e limite os seus usos em decorrência da concentração elevada dos poluentes, principalmente nitrogênio, que faz com que origine o processo de eutrofização, que é o crescimento excessivo de algas devido a presença de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2015), metade da população brasileira (50,3%) tem acesso a coleta de esgoto, ou seja, mais de 100 milhões de brasileiros descartam seus efluentes de maneira direta nos cursos hídricos ou em fossas. Sendo assim, o risco de aumentar a proliferação de vetores é muito grande. Estima-se que cerca de 80% de todas as doenças humanas estejam relacionadas, de forma direta ou indireta, com a água não tratada, ao saneamento precário e a falta de higiene (Guimarães et al, 2012).

Sendo assim, a implantação de um sistema de tratamento de efluente sanitário em uma cidade relaciona-se as três principais vertentes: ambiental, social e econômico. O objetivo do tratamento do ponto de vista social é a prevenção, o controle e a erradicação de doenças de veiculação hídrica. Do ponto de vista econômico, o aumento

da produtividade industrial devido à melhoria da qualidade ambiental dos corpos hídricos e do ponto de vista ambiental, a preservação dos recursos hídricos.

Portanto, uma das tecnologias que podem ser adotadas para tentar minimizar esses impactos é o reator biológico de membranas nano-cerâmicas denominado BioGill. Esta tecnologia realiza o tratamento de esgoto doméstico garantindo uma eficiência média de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em torno de 90% e de nutrientes em torno de 80% (BioGill, 2017).

O presente trabalho visa apresentar informações a respeito das condições de esgotamento sanitário da cidade de São Miguel dos Milagres e melhorá-la através da implementação do primeiro sistema descentralizado de membranas nano-cerâmicas em uma cidade.

## ASPECTOS LEGAIS

Visando a minimização dos impactos ambientais que o descarte de efluentes pode gerar nos corpos hídricos, foram criados diretrizes federais e até mesmo estaduais para limitar ainda mais os parâmetros estabelecidos nas normas federais.

Porém, a principal diretriz, que é federal e rege o descarte dos efluentes é a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 430/2011. Esta resolução dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, tanto em corpos d'água quanto em solos. A resolução ainda abrange a capacidade de suporte do corpo receptor, ou seja, o valor máximo de cada poluente que pode ser lançado no corpo hídrico sem comprometer a qualidade da água e a biota e a porcentagem ideal de concentração de efluentes em rios, águas marinhas, lagos e estuarinos.

Os efluentes deverão obedecer aos seguintes padrões:

**Tabela 1: Parâmetros e Condições da CONAMA 430/2011.**

Parâmetro	Condição
pH	Entre 5 e 9
Temperatura	Inferior a 40°C
Materiais Sedimentáveis	Até 1 mL/L
Óleos Minerais	Até 20 mg/L
Óleos Vegetais	Até 50 mg/L
Materiais Flutuantes	Ausente
DBO	Eficiência mínima de 60% ou Máximo de 120 mg/L
Nitrogênio amoniacal total	Até 20 mg/L

## ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Segundo a NBR 12209, Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) é um conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, acessórios, sistemas de utilidades e órgãos auxiliares cuja finalidade é a redução de cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento de matéria residual resultante do tratamento.

Para que o tratamento de esgoto obtenha êxito, deve-se utilizar tecnologias capazes de proporcionar condições essenciais para a atividade metabólica dos microrganismos, entre eles bactérias, protozoários e algas. Entre os principais processos e tratamentos biológicos capazes de proporcionar essas condições estão: os processos aeróbios (que utilizam oxigênio para a degradação da matéria orgânica), como lodos ativados e lagoas de estabilização e os processos anaeróbios (que não utilizam oxigênio para a degradação da matéria orgânica), como os reatores de fluxo ascendente (UASB) e fossas sépticas.

Porém, ao considerar as limitações desses tipos de tratamento em termos de eficiência de remoção de material orgânico e principalmente nutrientes, deve-se adotar tecnologias mais atuais para a remoção dos poluentes presente no esgoto sanitário, uma vez que estas tecnologias seriam capazes de manter os padrões de lançamento nos corpos receptores em cumprimento com a legislação vigente, a fim de conservar os inúmeros usos de água e ecossistemas.

Conforme Von Sperling (2005), o tratamento de efluentes é dividido da seguinte forma:

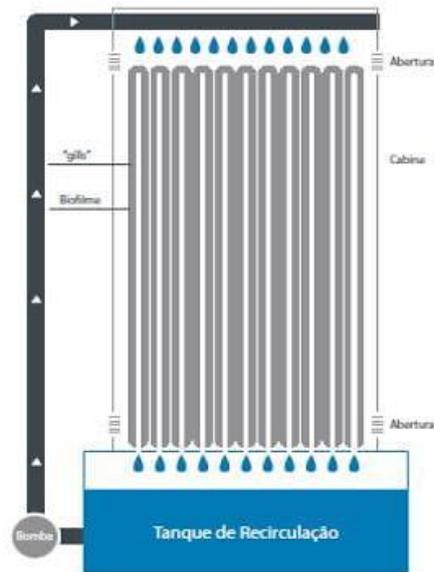
**Tabela 2: Etapas do Tratamento de Efluentes.**

<b>Tratamento</b>	<b>Objetivos e Sistemas</b>
Preliminar	Objetivo: Remoção de Sólidos grosseiros (como madeira, plástico etc), areia e gorduras com a finalidade de evitar possíveis danificações as tubulações e equipamentos.  Sistemas: Gradeamento, Caixa de areia, Caixa de Gordura e Medidor de Vazão.
Primário	Objetivo: Remoção de sólidos sedimentáveis com a finalidade de evitar lançamentos de efluentes com alto teor de sólidos.  Sistemas: Decantadores Primários e Secundários.
Secundário	Objetivo: Remoção de matéria orgânica em suspensão e solúvel.  Sistemas: Lodos Ativados, UASB, Fossas Sépticas, Lagoas de Estabilização, Biogill etc.
Terciário	Objetivo: Remoção de nutrientes, patógenos, sólidos em suspensão remanescentes, metais pesados etc., com a finalidade de adequar a água ao seu uso e a legislação vigente.  Sistemas: Osmose Reversa, Troca Iônica, Adsorção, Microfiltração etc.

## **BIOGILL**

Com base em uma maior preocupação com os problemas ambientais, problemas de saúde pública e de natureza estética, diversas tecnologias começaram a ser desenvolvidas com o intuito de minimizar essas consequências. Além disso, as crescentes preocupações com a geração de lodo (um dos maiores custos em uma estação de tratamento de efluentes), simplicidade nos sistemas, operacionalidade e maior eficiência na remoção dos poluentes tem se demonstrado um dos pontos mais importantes para o desenvolvimento de novas tecnologias. Com isso, a BioGill é um dos sistemas de tratamento de efluentes que aborda esse conceito.

A BioGill é um biorreator suspenso e não submerso composto por um conjunto de membranas formadas por um gel nano cerâmico. Esse sistema é caracterizado por ser uma estação descentralizada, uma vez que não necessita de grandes distâncias para tratar o efluente da fonte geradora, isto é, não necessita de grandes obras de infraestrutura para implementação desse sistema. As membranas da BioGill fornecem condições ideais para que os microrganismos possam se desenvolver em um biofilme fixo. Estas membranas são compostas de dois lados, o lado “ar” (aeróbio) e lado “líquido” (anaeróbio).



**Figura 1: O Sistema BioGill.**

Conforme a BioGill (2015), os efluentes são alimentados a partir de dispersores localizados na parte superior do equipamento. O esgoto flui por ação da gravidade, o que minimiza os custos com energia. Logo após isto, o efluente é dispersado sobre as membranas que são hidrofílicas (possuem afinidade com a água) e permitem que o efluente seja absorvido. Com isto, a biomassa cresce do lado do ar e do lado do líquido. A biomassa que cresce no lado do ar é a biomassa aeróbia. Já a biomassa que cresce no lado líquido é anaeróbia e depende de aceitadores de elétrons diferentes do oxigênio, como nitrato (anóxico) ou substâncias orgânicas (anaeróbico).



**Figura 2: As Membranas.**

A BioGill (2015) elucida sobre a composição das membranas e a descrição das etapas de formação do biofilme, relatando que os espaços intermédios da matriz de gel criam capilares de águas residuais, e permite que a biomassa do lado do ar se alimente dos nutrientes do lado da água. A biomassa formada cria hifas no biofilme, canalizando naturalmente a alimentação para áreas de demanda. As secreções de biomassa podem difundir para o lado do ar, se volátil, ou para o líquido. A relação entre a biomassa do lado do ar e do lado líquido depende de muitos fatores, incluindo a facilidade de biodegradação do efluente, temperatura das águas residuais e ar ambiente, carga de DBO, disponibilidade de nutrientes, alcalinidade da água, pH e a presença de inoculações de bactérias nas águas residuais.

A atividade metabólica das bactérias gera calor, o que cria um movimento de ar convectivo dentro do sistema. Logo, a retenção deste calor dentro do sistema resulta em um melhor desempenho. Portanto, trata-se de um reator biológico de superfície que possui membranas nano-cerâmicas dispostas verticalmente, que fornece um ambiente ideal para o crescimento bacteriano por receber o fluxo de esgoto e de ar que maximizam o desempenho metabólico dos microrganismos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para analisar todo o projeto-piloto que está sendo instalado na cidade de São Miguel dos Milagres, algumas variáveis tiveram que ser levadas em consideração. Entre elas: o esgotamento sanitário da cidade, a caracterização do efluente que seria tratado pelo equipamento e o plano de monitoramento.

A cidade de São Miguel dos Milagres-AL, apresenta uma população estimada de 7.163 habitantes, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Além disto, a cidade apresenta apenas 8% de esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010). Além da cidade em si, estão incluídos os povoados Riacho, Toque e Porto da Rua. A localização da cidade e dos povoados estão representadas logo abaixo:

**Tabela 3: Localização e Coordenadas dos Pontos da Cidade.**

Localidade	Coordenadas
Povoado Riacho Doce	Latitude: 9°14'11.35"S Longitude: 35°21'2.51"O
Cidade de São Miguel dos Milagres	Latitude: 9°14'11.35"S Longitude: 35°21'2.51"O
Povoado Toque	Latitude: 9°14'11.35"S Longitude: 35°21'2.51"O
Povoado Porto da Rua	Latitude: 9°14'11.35"S Longitude: 35°21'2.51"O

Para analisar como o projeto seria implementado, foi tomado como base as seguintes informações:

**Tabela 4: Condições de Implementação da ETE.**

Variáveis	Condições
Consumo de água	120 Litro/habitante.dia
Geração de efluente	108 Litros/habitante.dia
Geração de efluente total	851.904 Litros/Dia

Além disso, o efluente que é descartado ao longo da cidade é proveniente, principalmente, dos vasos sanitários das residências, onde grande parte é direcionado para fossas sépticas e com isso acaba por provocar contaminação as águas subterrâneas da região.

Os demais efluentes que não são direcionados para as fossas, acabam sendo direcionados para os canais do entorno da cidade e destes seguem seus destinos normais para rios e mares.



**Figura 3: Os Efluentes ao Longo da Cidade.**

Logo, existe uma enorme vulnerabilidade desses efluentes chegarem aos mares da cidade e provocarem impactos sociais, como proliferação de doenças, impactos ambientais, como a diminuição na qualidade de água, eutrofização e diminuição da biodiversidade no entorno e principalmente impactos econômicos, como a diminuição de geração de renda da população por conta da péssima qualidade de seus mares, pois a cidade tornou-se referência turística no Brasil e no Mundo por conta de suas praias.



**Figura 4: O Mar de São Miguel dos Milagres.**

Primeiramente é avaliado o local para a instalação do equipamento. O principal fator que é levado em consideração é a dificuldade de realizar interligações dos efluentes gerados nas casas para o equipamento. Com isso, o melhor local para colocar a BioGill é próximo a um córrego para que o equipamento possa realizar o tratamento dos efluentes que são descartados nesse canal.



**Figura 5: Local de Instalação do Equipamento.**

Ademais, ocorreu a avaliação da água deste córrego para verificar se o mesmo contém esgoto. O resultado abaixo demonstra que o córrego apresenta em sua composição efluente.

**Tabela 5: Caracterização do Esgoto do Córrego.**

Parâmetro	Concentração Típica	Resultado
DBO (mg/L)	190	194
DQO (mg/L)	430	300
Óleos e Graxas (mg/L)	90	140,2
pH	-	6,95
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	10	0,2
Fósforo (mg/L)	7	51,9
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	25	11,2

## RESULTADOS

A partir das variáveis identificadas na cidade, foi verificado que seria necessário implementar o sistema BioGill para tratar parte dos efluentes que são gerados em um córrego em específico para minimizar os impactos que estavam sendo ocasionados a população. O intuito de implementar esse projeto foi mostrar que existem soluções viáveis para o esgotamento sanitário. O projeto demonstrado na figura 6 foi implementado em aproximadamente 10 horas e é composto por: decantador primário, Biogill, decantador secundário e cloração para a eliminação dos coliformes termotolerantes.



**Figura 6: O Projeto-Piloto.**

O sistema foi implementado na cidade por um período de 6 meses e foi realizado uma série de baterias de análises para verificar se o efluente está sendo tratado. A tabela abaixo mostra uma dessas análises. A coleta foi realizada da seguinte forma: antes do decantador primário (efluente bruto) e após a cloração (efluente tratado).

**Tabela 6: Resultados do Projeto-Piloto.**

Parâmetro	Efluente Bruto	Efluente Tratado	Legislação CONAMA 430/2011
DBO (mg/L)	69	2	Em conformidade
DQO (mg/L)	150	103,3	Sem especificação
pH	7,01	7,37	Em conformidade
Fosforo (mg/L)	0,59	0,78	Sem especificação
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,45	0,21	Em conformidade
Coliformes Fecais (NMP/100 mL)	16.000.000	<18	Sem especificação
Temperatura (°C)	28,6	29,9	Em conformidade
Cloro Residual (mg/L)	-	2,79	Sem especificação

**Tabela 7: Eficiência de Alguns Parâmetros do Projeto-Piloto.**

Parâmetro	Eficiência (%)
DBO (mg/L)	97,1
DQO (mg/L)	31
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	53,3
Coliformes Fecais (NMP/100 mL)	99,9

Vale ressaltar que esses valores foram muito menores quando comparados a primeira caracterização do córrego que foi realizada, já que o período de captação de amostras foi em época chuvosa, o que colaborou para a diluição do efluente no córrego. Além disso, a dificuldade de coleta do esgoto foi árdua, já que muitas das vezes as bombas não funcionavam corretamente devido ao alto descarte de resíduos sólidos no córrego, mesmo realizando uma barreira para impedir a entrada deles.

Salienta se também que o sistema implementado quando comparado com outros sistemas apresenta: baixo custo operacional e de manutenção, baixo consumo energético e não se utiliza produtos químicos para limpeza

das membranas. O sistema ainda suporta carga de choques, como óleos e gorduras de até 100 mg/L e concentração de DBO de até 10.000 mg/L (BioGill, 2015).

Esse projeto ainda iria contar com reuso do efluente tratado na irrigação, automação e energia solar. A água seria destinada para algumas culturas localizadas na região, a automação possuiria um foco em minimizar os erros operacionais e a energia solar iria alimentar a bomba de recirculação do sistema. Com isso o sistema tornaria se totalmente sustentável e aplicável em cidades de pequeno a médio porte. Porém, o projeto foi finalizado antes mesmo de trazer todos esses conceitos.

Por ser um sistema descentralizado de efluentes, o mesmo apresenta diversos benefícios, entre eles: pode prover tratamento equivalente aos sistemas centralizados (USEPA, 2005), pode facilitar o planejamento e a flexibilidade de tomada de decisões (OLIVEIRA JÚNIOR, 2013) e também pode resultar em valoração dos imóveis, desenvolvimento econômico e melhoria da qualidade de vida da população (USEPA, 2005).

Apesar desses benefícios quanto a sua descentralização, a BioGill quando comparada com outros sistemas apresenta um custo de implementação alto, mas seu custo de operação é extremamente baixo, já que não se utiliza aeradores, sendo um custo em torno de 0,4 kw por unidade, gera pouco lodo – em torno de 1,2 kg/dia e não precisa de um operador altamente capacitado (BioGill, 2015). Sendo assim, evidencia se que por mais que existam sistemas mais convencionais caracterizados pela sua descentralização, como as fossas sépticas, estas apresentam diversas desvantagens, entre elas: crescimento do biofilme lento, usualmente necessita de pós-tratamento, geração de gases com mau odores e remoção de patógenos e nutrientes insatisfatórias, o que pode contribuir para o aumento de doenças de veiculação hídrica e processos de eutrofização (Chernicharo, 1997)

## CONCLUSÕES

Ao longo do período de análise da viabilidade do projeto, monitoramento das possíveis vulnerabilidades da área, como a chegada do efluente até as praias e o início da operação do sistema, foi possível observar que a cidade necessita de sistemas descentralizados de efluentes para que ocorra a minimização dos custos com implantação de redes coletoras e a maximização da eficiência do tratamento, já que muitos sistemas utilizados não atendem a legislação vigente e terminam por contaminar os aquíferos. Ademais, essa realidade não é só encontrada em São Miguel dos Milagres, mas também em outros municípios brasileiros, sendo necessário a expansão do esgotamento sanitário nessas cidades, já que este tópico tão importante está atrelado a desenvolvimento humano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT NBR 12209/11. Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de efluentes sanitários. Comissão de Estudo de Sistemas de Efluente Sanitário. Brasília, DF.
2. Ayach, Ir, Guimarães, STL, Cappi, N, Ayach, C. Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos. Caderno de Geografia. 2012 Jan/Jun.; 22(37): 47-64.
3. BRASIL, Secretaria Nacional De Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos –2014. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 28 de out. de 2019.
4. BIOGILL. *Technical Design Manual*. 3ª versão. Setembro, 2015.
5. BIOGILL. *Sales Brochure Decentralized Sewage*. Abril, 2017.
6. CHERNICHARO, C. A.L. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Volume 5: Reatores anaeróbios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. Belo Horizonte, 245 p., 1997.
7. GOOGLE Earth. Disponível em: <<http://earth.google.com/>> Acesso em: 22 de set. de 2019.
8. Guimarães, Solange T. de Lima & Ayach, Lucy & Cappi, Nanci & Ayach, Carlos. (2015). Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos. 10.13140/RG.2.1.4176.2403.
9. H. S. Biorreator composto por membranas nano cerâmicas filtradoras. 2017, 60f. Trabalho de Conclusão de Modelagem da cinética de reação de tratamento de efluente realizado pelo BATISTA, Onavlis Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) Centro Universitário Tiradentes - Unit – Maceió, AL, 2017.
10. JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSOA, Constantino Arruda. Tratamento de esgotos domésticos: 4. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

11. O. V. Membranas Nano-Cerâmicas Para Tratamento De Esgoto Sanitário. 2018, 57f. Trabalho de conclusão de Análise De Um Sistema De Membranas Nano-Cerâmicas Para Tratamento De Esgoto Sanitário – Estudo De Caso: UNIT-AL realizado pela VIEIRA, Rafaela, Curso (Bacharelado de Engenharia Ambiental) Centro Universitário Tiradentes – Unit – Maceió, AL, 2018.
12. OLIVEIRA JÚNIOR, JL. Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social. In: LIRA, WS., and CÂNDIDO, GA. orgs. Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 213-232. ISBN 9788578792824.
13. Resolução Conama- Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 430. Dispõe sobre classificação de corpos d'água e estabelece as condições e padrões para lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2011.
14. São Miguel dos Milagres. Mar, sombra e água fresca em um verdadeiro caribe brasileiro. Contexto Exato, Brasília, 26 de mar. de 2019. Disponível em: < <https://www.contextoexato.com.br/post/sao-miguel-dos-milagres-mara-sombra-e-agua-fresca-em-um-verdadeiro-caribe-brasileiro>>. Acesso em: 22 de set. de 2019.
15. São Miguel dos Milagres, IBGE. Censo Demográfico, 2010. Disponível:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/sao-miguel-dos-milagres/panorama>>. Acesso em: 22 de set. de 2019.
16. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento - Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos
17. – 2015. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>. Acesso em 22 de set. de 2019.
18. USEPA. *United States environmental protection agency. Handbook for Managing Onsite and Clustered (Decentralized) wastewater treatment systems. An introduction to management tools and information for implementing EPA's Management guidelines.* 2005. USEPA: EPA No. 832-B-05-001. Cópia eletrônica. Disponível em: <[www.epa.gov.owm/onsite](http://www.epa.gov.owm/onsite)>. Acesso em 22 de set. de 2019.
19. VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, DESA. UFMG, 2005. Vol.3. Ed 3.