

## Reúso Direto de Efluente Doméstico Tratado em Municípios do Estado de Sergipe

José Emílio de Jesus Júnior<sup>1</sup> & Kathleen TÁCILA Santos<sup>2</sup>

**RESUMO:** *O efluente, quando devidamente tratado, pode auxiliar, dentre outras coisas, na assistência a outras demandas de uso de água. A premissa é, para tanto, reutilizar em áreas que exijam em demasia desse recurso, como a indústria e a irrigação. Neste sentido, o presente estudo objetivou relacionar a demanda de uso para os dois fins citados com a disponibilidade de efluentes domésticos em três municípios do estado de Sergipe, sendo eles Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Malhador. A caracterização dos dados foi feita a partir dos cálculos de vazão média de esgoto doméstico produzido, segundo Von Sperling (2005), a partir de uma população projetada em 2018, levando em consideração, além destes itens, as especificidades dos municípios e a relação com a fundamentação bibliográfica existente. Observou-se, então, que Nossa Senhora do Socorro poderia suprir, aproximadamente, 82 vezes mais do uso industrial, enquanto Laranjeiras chegaria a 22,45% para este. No entanto, Malhador apresentou um índice de 0,82%, tornando-se inviável pelo custo-benefício. Dada a proximidade dos municípios, pode-se haver o transporte de efluentes, o que possibilitaria o atendimento de 100% da demandas para os dois primeiros municípios e 8,4% para o segundo, tornando-o mais acessível para o reúso.*

**Palavras-chave:** esgoto, reutilização

### INTRODUÇÃO

Dentre os serviços que fazem parte do saneamento básico, merece atenção especial o esgotamento sanitário, pois o efluente devidamente tratado pode auxiliar em outras demandas de uso de água. A indústria de transformação, por exemplo, é responsável por 20% do consumo desse recurso. A irrigação também ganha destaque quando o tema é consumo de água. Dados do relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos (ANA, 2017) afirmam que o consumo deste recurso para fins de irrigação, no Brasil, é de cerca de 72%. Estes valores permitem difundir a ideia de reúso da água. A premissa principal é fazer o reúso do efluente doméstico para serem utilizados nas áreas que demandam em demasia desses recursos, como na indústria e na irrigação. Desta forma, pode-se implantar o reaproveitamento direto de forma planejada e assertiva.

Braga et al. (2005) destacam que a variação de esgoto produzido, seja na mesma comunidade ou em comunidades diferentes, pode ser definida em função do: clima, pressão e qualidade da água distribuída na rede de água, estado de conservação dos aparelhos sanitários, entre outros. Os efluentes provenientes de residências tem em sua formação cerca de 99,9% de água. Os microrganismos e os sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos compõem o restante, sendo eles os responsáveis pela necessidade do tratamento dos esgotos (DALTRO FILHO, 2004; VON SPERLING, 2005).

Para a reutilização desse efluente doméstico é preciso que haja um adequado tratamento do mesmo, sendo assim foi feito um simples levantamento dos níveis de tratamento que o esgoto bruto pode passar. Os métodos de tratamento são compostos por operações e processos unitários, sendo os sistemas de tratamento formados pelas uniões deles. As operações físicas unitárias são as que predominam a aplicação de forças físicas para remover contaminantes (exemplo: sedimentação, gradeamento). Já nos processos químicos unitários são as reações químicas que removem ou convertem contaminantes dos efluentes (exemplo: desinfecção, adsorção). Com relação aos

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, emiliojunior23@gmail.com;

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Civil, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, kathleentacila@gmail.com (apresentador do trabalho);

processos biológicos unitários, os contaminantes são removidos por meio de atividade biológica, como na nitrificação e desnitrificação (ICLEI, 2010).

Segundo Von Sperling (2005), o tratamento preliminar tem como principal função remover sólidos grosseiros e areia. Os mecanismos utilizados são as operações físicas (gradeamento e desarenadores). Após a remoção dos sólidos comumente é colocada uma unidade para medição de vazão, sendo um exemplo dela a calha Parshall. No tratamento secundário, o principal objetivo é a retirada de matéria orgânica, conforme Von Sperling (2005). Essa pode estar em suspensão, resistente ao tratamento primário, ou dissolvida, onde as operações anteriores não tem a eficiência necessária para remoção. Entre os sistemas que podem ser utilizados nessa fase de tratamento, estão as lagoas de estabilização, disposição no solo, tratamento anaeróbio, sistema de lodos ativados e reatores aeróbios com biofilmes. Cada um possui vantagens e desvantagens diferentes, sendo adequados a diferentes situações.

A finalidade do tratamento terciário é a remoção de poluentes específicos, assim como retirar poluentes que não foram removidos de forma suficiente no tratamento secundário. Segundo Ercole (2003), entre eles pode-se destacar: nitrogênio e fósforo, microrganismos patogênicos, metais pesados, sólidos inorgânicos dissolvidos e sólidos em suspensão. Nesse nível de tratamento os processos mais utilizados são: cloração para desinfecção, filtração rápida para remoção de matéria em suspensão, ozonização para desinfecção e/ou remoção de substâncias orgânicas complexas, entre outros. Ercole (2003) afirma que esse nível de tratamento é raro no Brasil.

Diante de tal cenário, a questão norteadora da pesquisa foi compreender se o efluente doméstico tratado seria capaz de prover toda a demanda de uso industrial e de irrigação dos municípios de Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Malhador, localizados em Sergipe. O presente trabalho objetiva relacionar a demanda de uso industrial e de irrigação com a disponibilidade de efluente doméstico tratado para uso em tais fins, além de distinguir a demanda desses três municípios e levantar considerações importantes acerca do uso dos efluentes para reúso direto na irrigação e na indústria.

## MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa que busca a solução de um problema em locais específicos, isto é, de natureza aplicada e que utiliza métodos quantitativos para avaliar e mensurar o objeto de estudo. Quanto aos objetivos, é descritiva. Em relação aos procedimentos técnicos, é bibliográfica. De início, foi feito um levantamento bibliográfico sobre o tema abordado e a área de estudo em questão, para uma melhor contextualização do que foi trabalhado. Logo após, foi calculada a produção de esgotos domésticos dos municípios estudados. Então foi feita a razão entre os valores calculados e as demandas de uso dos municípios para encontrar as porcentagens de utilização que os efluentes poderiam suprir. Por fim, foram elaborados gráficos para uma melhor compreensão do potencial de reúso que esse efluente teria sendo distribuído para os três municípios estudados.

Para uma melhor compreensão da área de estudo, foi feita uma breve descrição das características mais relevantes, de modo que os municípios de Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Malhador estão totalmente inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe e possuem área territorial de 155,018 km<sup>2</sup>, 162,273 km<sup>2</sup> e 101,888 km<sup>2</sup>, respectivamente (IBGE, 2017). Quando se trata da população dos municípios, há uma maior diferença entre eles, que possuem 198.128 habitantes, 30.085 habitantes e 12.866 habitantes, segundo cálculos realizados de projeção da população para o ano de 2018. Essa diferença se dá principalmente pela participação do município de Nossa Senhora do Socorro na Região Metropolitana de Aracaju.

Para determinar a população, utilizou-se o cálculo pelo método aritmético. Com o número de habitantes de cada município, foi estimada a produção de efluente doméstico através da fórmula da vazão média de esgotos, segundo Von Sperling (2005):

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

Antes do cálculo da população pelo método aritmético, foi necessário encontrar os valores das razões para aplicação na fórmula. Para isso, foram utilizadas as populações dos municípios

estudados nos anos de 1990, 2000 e 2010 de acordo com o Censo Demográfico realizado pelo IBGE (Quadro 1).

**Quadro 1.** População nos municípios de Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Malhador

Município / Ano	1990	2000	2010
Nossa Senhora do Socorro	67.574	131.679	160.827
Laranjeiras	18.944	23.560	26.902
Malhador	9.982	11.481	12.042

Fonte: Autores (IBGE, 2017).

Para o cálculo da razão de crescimento aritmético, foram calculadas três outras razões para cada município a partir do número de seus habitantes nos anos de 1990, 2000 e 2010. A média das três razões de cada município foi utilizada no cálculo da população no ano de 2018. Seguem o valor da razão encontrada e a população calculada (Quadro 2).

**Quadro 2.** Razão e População calculadas nos municípios de Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Malhador

Município	Média das razões	População em 2018
Nossa Senhora do Socorro	4662,65	198.128
Laranjeiras	397,9	30.085
Malhador	103	12.866

Fonte: Autores, 2018.

Para uma melhor visualização dos resultados obtidos, foram apresentados em um gráfico na unidade de m<sup>3</sup>/s. Durante os cálculos, o consumo médio per capita de água de cada município, encontrado no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2016), foi utilizado como Quota Per Capita de água – QPC. O coeficiente de retorno esgoto/água (R) é resultado da parte da água que, já na forma de esgoto, introduz-se na rede coletora. O seu valor mais usual é 80% (R = 0,8), adotado na presente pesquisa.

As demandas de uso empregadas na pesquisa são de valores outorgados e procedem do Relatório Final do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, feito pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH). Para o estudo em questão, foram utilizadas as demandas industriais dos municípios de Laranjeiras e Nossa Senhora do Socorro e a demanda de irrigação do município de Malhador.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram utilizadas algumas demandas de uso outorgadas dos municípios estudados em que o efluente tratado poderia ser reutilizado, diminuindo assim o volume de água necessário para a realização das mesmas atividades (Quadro 3).

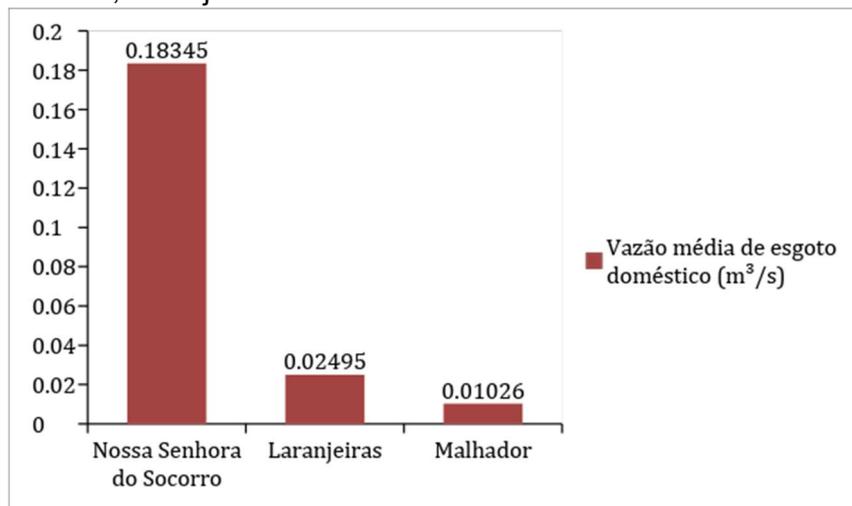
**Quadro 3.** Demandas de uso industrial e na irrigação nos municípios de Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Malhador

Município	Demanda de uso (m <sup>3</sup> /s)	
	Industrial	Irrigação
Nossa Senhora do Socorro	0,002222	-
Laranjeiras	0,111111	-
Malhador	-	1,255

Fonte: Autores (SERGIPE, 2015).

A partir da população calculada para o ano de 2018, foram realizados cálculos para encontrar os valores de produção de esgoto doméstico dos municípios em estudo através da fórmula de vazão média de efluente já apresentada. Observa-se que o município de Nossa Senhora do Socorro possui uma vazão consideravelmente maior do que os municípios de Laranjeiras e Malhador, devido a sua maior população (Figura 1).

**Figura 1.** Vazão média de esgoto doméstico produzido nos municípios de Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Malhador.



Fonte: Autores, 2018.

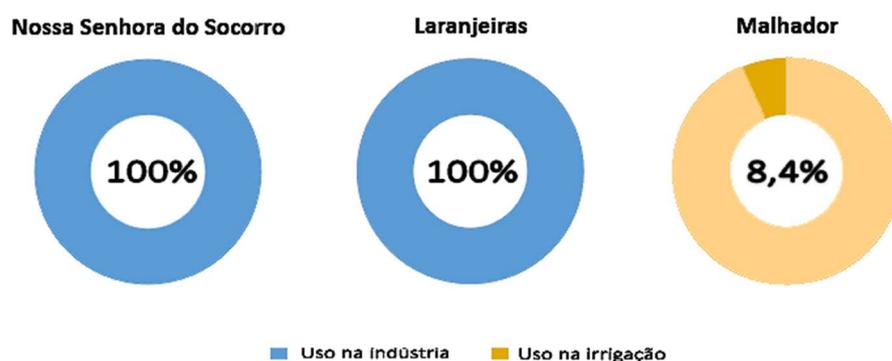
A partir dos resultados da produção de esgoto doméstico obtidos e das demandas de uso, foi realizado um comparativo entre eles e feito um cálculo simples para identificar qual a porcentagem das demandas o efluente tratado seria capaz de suprir através da sua reutilização:

$$\text{Porcentagem de reutilização (\%)} = \frac{\text{vazão média de esgoto do município}}{\text{demanda de uso do município}} \times 100$$

No município de Nossa Senhora do Socorro, o esgoto doméstico poderia suprir 82 vezes mais da demanda de uso industrial. Fazendo o mesmo cálculo para o município de Laranjeiras, 22,45% da demanda de uso industrial poderia ser ofertada pelo efluente tratado. Já no município de Malhador, apenas cerca de 0,82% da demanda de uso na irrigação poderia ter a contribuição dos efluentes domésticos do município.

Uma forma de tornar o reúso mais viável seria transportando o efluente tratado de um município a outro. Para isso, tem-se a distância de 9,6 km entre Laranjeiras e Nossa Senhora do Socorro, 33,5 km de Laranjeiras a Malhador e 36,6 km de Nossa Senhora do Socorro a Malhador. Considerando essa localização próxima entre os municípios, o esgoto doméstico tratado em um deles poderia ser transportado para reutilização em outro. Tendo em vista essa possibilidade, foi feita a distribuição do efluente tratado para os três municípios estudados (Figura 2).

**Figura 2.** Capacidade de reutilização dos efluentes tratados, de acordo com as demandas de uso dos municípios de Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Malhador



Fonte: Autores, 2018.

Um ponto favorável ao reúso dos efluentes domésticos é a diminuição do uso de água em situações em que o esgoto tratado pode substituí-la sem causar danos ao meio ambiente e a saúde das pessoas. Outro ponto positivo é que os efluentes utilizados já estariam mais próximos do local de uso, diminuindo assim as despesas com o transporte de água para utilização. Uma questão que merece destaque é o rigor que deve ser adotado no tratamento desses efluentes para reutilização, pois os níveis de remoção de poluentes devem ser constantes e estar de acordo com a legislação. Qualquer problema durante o tratamento que diminua a sua eficiência impede o reúso do esgoto.

Outra questão importante no caso deste estudo é que o transporte do efluente tratado entre os municípios geraria uma despesa a mais para seus usuários, por isso seria indispensável verificar o custo do mesmo, para que seu reúso não seja tão desvantajoso financeiramente. Além disso, é necessário agregar importância a processos de conscientização da população, onde as informações e dados possam ser transmitidos e compreendidos por todos, criando uma atmosfera menos duvidosa com relação ao assunto e mais suscetível a mudanças e melhorias.

## CONCLUSÕES

1. O reúso de efluente doméstico tratado consegue suprir parte considerável das demandas de uso industrial e de irrigação dos municípios em estudo. O município de Nossa Senhora do Socorro poderia suprir aproximadamente 82 vezes mais do uso industrial, enquanto Laranjeiras chegaria a 22,45% do mesmo uso. No entanto, o índice para o município de Malhador foi consideravelmente menor, cerca de 0,82%. Pode-se afirmar, portanto, que o uso para os dois primeiros municípios ainda se torna viável, enquanto para o último, não, uma vez que a relação de custo-benefício não é bem aproveitada;
2. Tendo em vista que os municípios são próximos e os índices possuem grande amplitude de aproveitamento, uma solução viável seria o transporte dos efluentes tratados. Dessa forma, Nossa Senhora do Socorro e Laranjeiras teriam 100% da demanda considerada atendida, enquanto Malhador obteria 8,4%, tornando-se, agora, mais acessível para o reúso;
3. Em tempos de escassez hídrica, o reúso desse esgoto devidamente tratado auxilia de forma direta no aumento da disponibilidade hídrica para outras demandas, como o abastecimento humano e dessedentação de animais. Além disso, pode gerar benefícios econômicos para os que se utilizarem dessa prática, diminuindo custos com a captação de água para os serviços em que o efluente tratado pode ser utilizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, et al. Introdução à engenharia ambiental. 2 ed., São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005, 332 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017.
- DALTRO FILHO, J. Saneamento ambiental: doença, saúde e o saneamento da água. São Cristóvão: Editora UFS; Aracaju: Fundação Oviêdo Teixeira, 2004. 332 p.
- ERCOLE, L. A. dos S. Sistema modular de gestão de água residuárias domiciliares: uma opção mais sustentável para a gestão de resíduos líquidos. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 180 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_territ\\_area.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm)> Acesso em: 11 de maio de 2018.
- ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, Secretariado para América Latina e Caribe, 2010. Tratamento e Destinação. In: ICLEI. Resíduos: efluentes. 2010. Disponível em: <[http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page\\_id=411](http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page_id=411)> Acesso em: 03 de jun. de 2018.
- 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, M. 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.