

**PROPOSTA DE PROJETO PILOTO DE REUSO DE EFLUENTE PARA
DESOBSTRUÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO**

Analiza Cristina Fagundes **Leite**¹, Jocimar Coutinho **Rodrigues Junior**², Elizabeth Amaral
Pastich **Goncalves**³, Anderson Luiz Ribeiro de **Paiva**⁴

(1 – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, <https://orcid.org/0000-0002-5052-2427>, analiza.leite@ufpe.br; 2 – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, <https://orcid.org/0000-0002-4033-3243>, jocimar.junior@ufpe.br; 3 – Universidade Federal de Pernambuco, Núcleo de Tecnologia, <https://orcid.org/0000-0001-5697-9607>, elizabeth.goncalve@ufpe.br; 4 – Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, <https://orcid.org/0000-0003-3475-1454>, anderson.paiva@ufpe.br)

Resumo: Para minimizar as problemáticas de escassez de água e reduzir a pressão sobre os sistemas de abastecimento, é importante a adoção de práticas mais sustentáveis, como o reuso de água, que pode ser empregado em diversos usos, como para a realização das desobstruções de redes de esgoto. Neste sentido, o objetivo deste trabalho consiste em elaborar um projeto piloto para utilização de água de reuso de efluentes em serviços de desobstruções de redes de sistema de esgotamento sanitário. Para isso, foi dimensionado um projeto piloto localizado em Pernambuco, considerando atendimento das legislações CONAMA n° 430/2011 e CPRH Norma Técnica n° 2002 e n° 2007, de forma que o efluente seja enquadrado como Classe 2 de água de reuso, bem como um sistema de desinfecção para atendimento aos parâmetros bacteriológicos, podendo essa água de reuso também ser utilizada na lavagem de pisos das estações de tratamento. Foi possível constatar que a partir dos dados de projeto e, considerando o enquadramento do efluente, é viável tecnicamente a utilização do reuso para desobstruções de redes de esgoto. Dessa forma, essa prática pode possibilitar uma economia de mais de R\$17.000,00 no custo operacional, contribuindo para desafogar as fontes de abastecimento de água.

Palavras-chave: Reuso de Água; Projeto de Reuso; Manutenção de Rede.

PROPOSAL FOR A PILOT PROJECT FOR THE REUSE OF EFFLUENT TO CLEAR THE SEWAGE COLLECTION NETWORK

Abstract: To minimize water scarcity problems and alleviate the pressure on the supply systems, the adoption of more sustainable practices is crucial. Among these, water reuse stands out and can be employed in various applications, such as performing unclogging operations in sewage networks. In this context, the objective of this study is to develop a pilot project for utilizing reclaimed water in unclogging services for sanitary sewage systems. To achieve this, a pilot project was designed in Pernambuco, considering compliance with CONAMA Resolution No. 430/2011 and CPRH Technical Standard No. 2002 and No. 2007. This ensures that the effluent qualifies as Class 2 reclaimed water. Additionally, a disinfection system was dimensioned to meet bacteriological parameters, enabling the reclaimed water to be used for cleaning floors in treatment facilities. The project data and effluent classification confirm the technical feasibility of employing reclaimed water for unclogging sewage networks. This practice has the potential to yield operational cost savings exceeding R\$17,000.00, thereby contributing to relieving the strain on water supply sources.

Keywords: Water Reuse; Reuse Project; Network Maintenance.

PROPUESTA DE PROYECTO PILOTO DE REUTILIZACIÓN DE EFLUENTES PARA DESATASCAR UN SISTEMA COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES

Resumen: Para minimizar los problemas de escasez de agua y reducir la presión sobre los sistemas de abastecimiento, es importante adoptar prácticas más sostenibles, como la reutilización de agua, que puede emplearse en varias aplicaciones, como llevar a cabo operaciones de desbloqueo en redes de alcantarillado. En este contexto, el objetivo de este estudio es desarrollar un proyecto piloto para utilizar agua reciclada en servicios de desbloqueo de sistemas de alcantarillado sanitario. Para lograr esto, se diseñó un proyecto piloto en Pernambuco, teniendo en cuenta el cumplimiento de la Resolución CONAMA N° 430/2011 y las Normas Técnicas CPRH N° 2002 y N° 2007. Esto garantiza que el efluente cumpla con la Clase 2 de agua reciclada. Además, se dimensionó un sistema de desinfección para cumplir con los parámetros bacteriológicos, lo que permite que el agua reciclada se utilice para limpiar los pisos en las instalaciones de tratamiento. Los datos del proyecto y la clasificación del efluente confirman la viabilidad técnica de utilizar agua reciclada para desbloquear redes de alcantarillado. Esta práctica tiene el potencial de generar ahorros en costos operativos que superan los R\$17,000.00, contribuyendo así a aliviar la presión sobre las fuentes de abastecimiento de agua.

Palabras clave: Reutilización del Agua; Proyecto de Reutilización; Mantenimiento de la Red.

1 Introdução

O crescimento populacional e desordenado das cidades e sua consequente expansão não planejada, juntamente com o desenvolvimento do setor industrial, impulsionaram um crescimento da demanda de água em todo o território brasileiro. Em vista desse cenário, as fontes de abastecimento gradativamente passaram a ser mais requisitadas, ocasionando problemáticas hídricas (MOTA, 2022). A situação ainda se agrava com a degradação dos corpos d'água resultante do baixo nível de tratamento de esgotos sanitários e da fragilidade da implantação de políticas de proteção aos mananciais (SANTOS *et al.*, 2006).

Para minimizar os impactos de escassez e distribuição hídrica, a reutilização de água de qualidade inferior em atividades menos exigente é imperativa nos dias de hoje, em primeiro lugar, como forma de preservar a água de melhor qualidade para o consumo humano e outros usos similares (D'AGOSTIN; BECEGATO; BAUM, 2017). Assim, com esse reuso se proporciona um aumento da oferta e otimizando o uso dos recursos hídricos e, posteriormente, se promove uma barreira contra a contaminação dos corpos receptores e como forma de mitigar a poluição hídrica em geral (CAIXETA, 2010).

De acordo com o SNIS (2021), o consumo médio per capita de água no Brasil consiste em 152,1 L/hab.dia, considerando apenas a região nordeste esse valor reduz para com 120,3 L/hab.dia. Ademais, cerca de 175,5 milhões de pessoas no território nacional são completadas por um sistema de abastecimento de água completo ou simplificado, representando uma abrangência de atendimento de 84,2% da população total residente.

Sob estas considerações, é pertinente a realização de estudos acerca de técnicas de reutilização de água, haja vista as problemáticas de atendimento de água potável. Tendo como finalidade um melhor gerenciamento da água potável, visando a redução, reciclo e otimização, é interessante a elaboração de projetos de reuso de água, de modo que seja possível o desafogamento da demanda de água, a partir das fontes de abastecimento público.

Perante a finalidade de reduzir a demanda de água potável, que possui elevada qualidade, Vergine *et al.* (2014) indicam as águas residuárias tratadas como fonte alternativa acessível. Ademais, Olivo e Ishiki (2012), apontam que a vulnerabilidade das águas perante a ação predatória do ser humano justifica a necessidade de implantação de técnicas eficazes e conscientes de reuso da água em diversas modalidades de consumo.

Neste contexto, a água potável proveniente das fontes de abastecimento, são utilizadas em diversos fins, em que são enquadrados como usos não potáveis, como a utilização de água

em manutenções de rede coletora de esgoto em cidades brasileiras. Segundo o Guia do Profissional em Treinamento da Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (RECESA) - Operação e Manutenção de Rede Coletora de Esgoto - Nível 2 (BRASIL, 2008), um dos significativos problemas encontrados nas tubulações de esgoto consiste no entupimento, devido ao mau uso dos usuários que depositam objetos e resíduos sólidos nos vasos sanitários e, em alguns casos, diretamente nos poços de visita.

Com a finalidade de evitar operações não planejadas, de última hora, que frequentemente são exigidas para desobstruções e reparos ou limpezas de emergência, é importante a existência de um serviço de manutenção preventiva. Esses serviços consistem trabalhos rotineiros e previamente programados, com o objetivo de manter o sistema de esgotamento sanitário em operação integral. Ademais, devem ser consideradas as mesmas características de funcionamento em que a referida rede coletada foi projetada e construída (BRASIL, 2008).

Com o objetivo de aliviar as pressões sobre as fontes de abastecimento e reduzir o consumo de água potável, a reutilização de efluentes tratados surge como uma possível solução para a execução de manutenções nas redes coletoras de esgoto urbano. Além disso, essa prática também possibilita promover a proteção da disponibilidade hídrica natural, a redução do desperdício, bem como o uso racional da água, favorecendo assim a conservação dos corpos d'água em conjunto com um correto destino da água para um uso não potável.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo propor um projeto piloto de reuso em uma Estação de Tratamento de Esgoto com o objetivo de utilizar o efluente tratado nos serviços de desobstrução de rede coletora de esgoto urbano.

2 Metodologia

2.1 Projeto piloto de reuso

Para realizar a elaboração do projeto piloto, inicialmente, foram consultados os dados da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), referentes as informações acerca do consumo de água potável aplicado em serviços de manutenção de rede coletora de esgoto. Entretanto, em vista dos referidos dados não serem divulgados e ter ausência de informações locais, houve a necessidade de consultar dados em outras localidades.

Nesse contexto, foram considerados dados e informações do município de Serra, Espírito Santo, para o projeto piloto, onde o consumo diário de água potável utilizado para as atividades de desobstrução de rede e ramal de esgoto, limpeza de rua, entre outras realizadas

pelos caminhões de alta pressão, é em média 30 m³ por dia, com um total mensal de 900 m³ (POLEZ *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2020). Ressalta-se que estes dados se referem ao quantitativo de água utilizado em serviços de manutenção da rede coletado de esgoto. O município de Serra, Espírito Santo, realiza todas as atividades para limpeza, manutenção e desobstrução das tubulações utilizando um volume mensal de 900 m³.

Assim, adotando o referido consumo mensal como parâmetro do estudo e, visando redução de água potável nestes fins, propõe-se a viabilidade de um projeto piloto de reuso de efluente numa estação de tratamento de esgoto, localizada em um conjunto habitacional no estado de Pernambuco, com 12.000 habitantes, na qual a ETE tenha capacidade de atender a população referida. No estudo, foram estimados parâmetros, conforme Tabela 1, no qual pretendeu-se verificar a viabilidade do reuso de efluente para o atendimento as legislações CONAMA 430/2011 e as CPRH Norma Técnica n° 2002 e n° 2007 (legislações estaduais), ou apenas a CONAMA 430/2011 (PERNAMBUCO, 2002; PERNAMBUCO, 2007; CONAMA, 2011).

Tabela 1 - Parâmetros estimados da população geradora do efluente para a ETE adotada no projeto piloto

PARÂMETRO	VALOR REF.
População atendida (habitantes)	12.000
Consumo per capita de água potável (L/habitante/dia)	250
Coefficiente de retorno esgoto/água	0,8
Concentração de DBO afluente (mg/L)	300
Concentração de DBO no efluente tratado (mg/L)	15
Vazão média diária (L/s)	28
Vazão máxima horária (L/s)	50
Eficiência de remoção de DBO	95%

Fonte: Dados baseados em Von Sperling (2014) e dados estimados.

Cabe mencionar que segundo Von Sperling (2014), a faixa típica de concentração de DBO afluente para esgotos domésticos varia entre 250 e 400 mg/L. Com isso, foi adotado como parâmetro, no estudo em questão, 300 mg/L. Deste modo, com esse valor adotado e com a concentração de DBO no efluente tratado foi calculada a eficiência de remoção de DBO, conforme a Equação 1.

$$E = \frac{C_o * C_e}{C_e} * 100 \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

E = eficiência de remoção (%);

C_o = concentração afluente do poluente (mg/L)

C_e = concentração efluente do poluente (mg/L)

2.2 Parâmetros de utilização do reuso

De acordo com a NBR 13.969/1997 (ABNT, 1997), a água de reuso é classificada conforme o uso a que se destina de 1 a 4, sendo que a classe 2 é determinada para reuso em lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais de fins paisagísticos, exceto chafarizes. Como a execução da atividade de desobstrução de redes de esgoto apresenta um nível mínimo de contato primário e tomando como prática obrigatória o uso de EPI's pelos operadores, adotou-se a classe II para a finalidade do presente estudo. Os parâmetros e limites de enquadramento do efluente na classe II da NBR supracitada são:

- Turbidez - inferior a 5 NTU;
- Coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100mL;
- Cloro residual superior a 0,5 mg/L

Com relação ao tratamento, este é satisfatório conforme a NBR supracitada, um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes (ABNT, 1997). Adotando-se a classe II, o efluente estará enquadrado no exigido legislações CONAMA 430/2011, CPRH Norma Técnica nº 2002 (controle de carga orgânica não industrial) e nº 2007* (PERNAMBUCO, 2002; PERNAMBUCO, 2007; CONAMA, 2011).

Nessa análise é oportuno comentar que, geralmente as legislações estaduais que aplicam eficiência mínima de remoção são mais restritivas do que as federais, a qual estabelece um mínimo de remoção de 60%, enquanto o estado de Pernambuco exige valores superiores a 90%. Em relação aos coliformes termotolerantes, Pernambuco apresenta parâmetros menos restritivos (≤ 1000 NMP/100 mL), em relação a outros estados, como por exemplo o Ceará, que adota 5000 NMP/100mL (MORAIS; SANTOS, 2019).

É válido ressaltar que as normas técnicas de atendimento CPRH são exigidas no estado de Pernambuco. No entanto, para replicar esse tipo de projeto em outras estações de tratamento pode não ser necessário o atendimento a todos os padrões. Pode haver situações que só precise atender ao CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011) no território brasileiro. Para isso, dependendo da destinação da água de reuso, ou seja, se for destinada para lavagem de pisos e irrigação, por exemplo, seria necessário atendimento também as legislações de cada estado. Entretanto, se for apenas para desobstrução de rede de esgoto, basta atendimento ao CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011), pois o serviço de desobstrução de rede coletora de esgoto não está inserido em nenhuma das classes, elencadas na NBR 13.969/1997 (ABNT, 1997).

2.3 Padrões de qualidade e de emissão para o corpo receptor

No projeto piloto adotado será admitido que a ETE em estudo tenha os processos de tratamento a nível secundário utilizando a tecnologia de lodos ativados, na qual se obtém uma alta eficiência na remoção de DBO em um único processo, atendendo a legislação estadual CPRH (2002). Para isso, Von Sperling (2016) relata que o sistema de lodos ativados é amplamente utilizado, em nível mundial, para o tratamento de despejos domésticos e industriais, em situações em que são necessários uma elevada qualidade do efluente e reduzidos requisitos de área.

Com o tratamento adotado acima e atendimento as legislações cabíveis o efluente tratado deverá atingir os parâmetros de qualidade indicados na Tabela 2 (valores exigidos para águas dos cursos d'água classificados como de classe 2).

Tabela 2 - Parâmetros de lançamento de efluente em corpo receptor

PARÂMETRO	VALOR REF.	FONTE
DBO (mg/L)	≥ 90% (≤ 30 mg/L)	CPRH (2002)
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	≤ 10 ³	CPRH (2007)
Temperatura (°C)	< 40	CONAMA (2011)
pH	Entre 5 e 9	CONAMA (2011)
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	≤ 1	CONAMA (2011)
Óleos e Graxas (mg/L)	≤ 100	CONAMA (2011)
Materiais flutuantes	Ausente	CONAMA (2011)

Organização: Autores.

3 Resultados e discussão

Em vista dos dados considerados para dimensionamento do sistema, vale ressaltar que o projeto piloto em questão pode ser aplicado numa ETE já existente com parâmetros semelhantes ao estudo, tratando o efluente a uma vazão média de 28 L/s. Porém, no estudo foi arbitrado que a ETE piloto utilizaria a tecnologia de lodos ativados e posteriormente a etapa de desinfecção do efluente, o mesmo será reutilizado para desobstruções de rede coletora de esgoto.

Ademais, é pertinente salientar que o processo de desinfecção do efluente da ETE será por fluxo contínuo, pois a ETE já funciona nesse processo, e o seu efluente tratado será lançado no corpo receptor ou será reutilizado. Portanto, a desinfecção consistirá na cloração, na qual haverá aplicação, em dosagem adequada, de solução de Hipoclorito de Sódio (NaClO), para eliminar microrganismos patogênicos. Segundo a NBR 13969:1997, faz-se isto em um tanque

de contato que deve ser construído com volume suficiente para reter o esgoto por tempo maior do que 30 minutos, de maneira a obter alta eficiência na desinfecção (ABNT, 1997).

Na desinfecção será utilizada a cloração, onde o cloro líquido é o agente inativador de organismos patogênicos presentes em esgotos sanitários. O cloro líquido tem um custo menor que outros produtos do mercado e é bastante difundido e utilizado nesse processo, sendo muito eficiente na inativação de bactérias e vírus. As unidades que constituem o sistema de desinfecção, são:

- Tanques de Armazenamento – têm a função de armazenar a solução de Hipoclorito de Sódio (NaClO);
- Bombas de Dosagem – têm a função de dosar a solução de Hipoclorito de Sódio na entrada do Tanque de Contato;
- Tanque de Contato – tem a função de garantir a mistura e o tempo suficiente para ação da solução de Hipoclorito de Sódio no efluente, de maneira a assegurar a eliminação dos organismos patogênicos.

É válido ressaltar que, na prática, em processos de desinfecção de esgotos, o cloro é utilizado na forma de hipoclorito de sódio. A quantidade relativa de cloro presente nessas fontes alternativas de cloro é expressa em termos de “cloro disponível”. Estequiometricamente, compostos puros de hipoclorito de sódio contêm 95,2% de cloro disponível. O Hipoclorito de Sódio (NaOCl) é o produto mais adequado para cloração em sistemas simples e de pequeno porte, em virtude da facilidade de aplicação em pequenas vazões operacionais, do baixo risco de manuseio e armazenamento e do baixo custo.

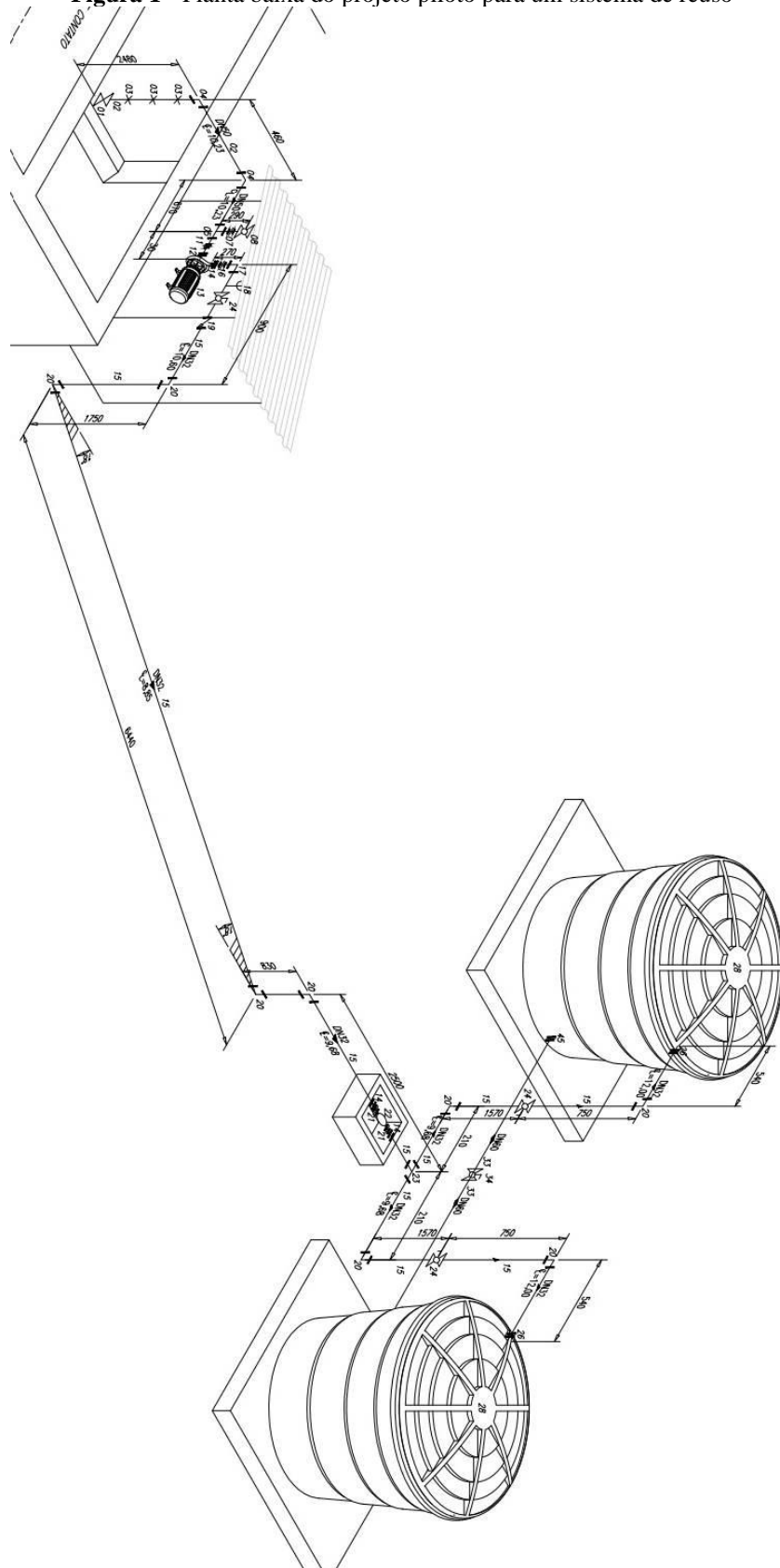
Após a desinfecção inicia-se o processo de reuso, o qual consiste no transporte do efluente tratado até os caminhões para posterior reutilização nas desobstruções de rede coletora de esgoto. Do tanque de contato para abastecimento dos caminhões são necessárias 2 bombas, uma para enchimento dos 2 reservatórios e outra para enchimento dos caminhões, conforme Figura 1.

De forma geral, o sistema de reuso consiste no efluente tratado após a cloração no tanque de contato, que será bombeado através da bomba 01 para os reservatórios. Desses reservatórios há a bomba 02 que auxiliará no enchimento dos caminhões, otimizando o tempo de abastecimento do efluente tratado. Neste contexto, o sistema de reuso apresentará a seguinte composição:

- 2 reservatórios de 10.000 litros cada;
- Bomba 01 para enchimento dos reservatórios;

- Bomba 02 para enchimento dos caminhões;

Figura 1 - Planta baixa do projeto piloto para um sistema de reuso



Fonte: Os Autores.

A vazão da bomba 01 foi adotada em 3 L/s, possibilitando que o sistema de água de reuso seja utilizado mesmo com a vazão média afluyente adotada. Logo, o tempo de enchimento dos dois reservatórios é de cerca 1 h e 50 minutos. As características das bombas selecionadas estão expostas na Tabela 3.

Tabela 3 - Características das bombas para o projeto piloto do sistema de reuso

BOMBAS	CARACTERÍSTICAS
Bomba 01	Vazão de recalque 3 L/s; Altura manométrica máxima 16,48 mca; Número de conjuntos: 1 conjunto motobomba; Tipo de bomba :Centrífuga em poço seco;
Bomba 02	Vazão de recalque 6 L/s; Altura manométrica máxima 12,30 mca; Número de conjuntos :1 conjunto motobomba; Tipo de bomba: Centrífuga em poço seco;

Fonte: Os Autores.

Estimou-se também que os caminhões que irão realizar o transporte da água de reuso tenham capacidade para 3600 litros cada e irão ser abastecidos 3 vezes ao dia, logo levarão 20 minutos para serem abastecidos. Esses caminhões, comumente, utilizados para execução de serviços de manutenção de rede coletora de esgoto em sua composição possuem mangueira de aproximadamente 120 metros de comprimento com alta pressão de água, na qual a mesma é introduzida na rede de esgoto para o serviço de desobstrução. A água, em alta pressão, quebra as placas de gordura que se acumulam nas redes e todo o lixo e a gordura são removidos das tubulações.

Conforme apontam Polez *et al.* (2018) e Gomes *et al.* (2020), é gasto mensalmente 900 m³ de água potável, na maioria dos serviços de desobstrução de rede e ramal de esgoto, limpeza de rua, entre outras realizadas pelos caminhões de alta pressão. Se considerar a estrutura tarifária COMPESA (2021) para consumidores da indústria pode-se estimar que o custo mensal de água potável gasto nos serviços de manutenção de rede coletora de esgoto equivale a R\$17.557,00. Vale ressaltar que na estrutura tarifária COMPESA (2021) o valor de consumo até 10.000 litros/mês equivale a R\$93,10 e cada aumento de 1000 litros nesse consumo será acrescentado o valor R\$ 19,73.

Diante da análise dos dados hipotéticos utilizados no projeto piloto, verifica-se que existe viabilidade de reuso do efluente para desobstruções de rede coletora de esgoto, atendendo tanto a legislação CONAMA (2011) como CPRH (2002; 2007). E se for considerado que o consumo de água potável para manutenção de rede coletora de esgoto é de 900 m³/mês (POLEZ *et al.* 2018; GOMES *et al.* 2020), haverá a redução de custo operacional em torno de R\$

17.757,00, visto que este é o valor gasto mensalmente segundo a estrutura tarifária da COMPESA (2021), para utilizar água potável nas desobstruções de redes de esgoto. Ademais, caso o reuso seja apenas para desobstrução de rede coletora de esgoto, não havendo contato humano, supondo a utilização dos equipamentos de proteção individual pelos funcionários que realizarão o serviço de desobstrução, logo não será necessário o sistema de desinfecção.

Portanto, é possível perceber que a reutilização do efluente tratado gera uma redução do custo operacional nas unidades de tratamento. Salienta-se que o tempo de vida útil de uma ETE, geralmente mais de 20 anos (LOPES, 2017), tornando-se nítida a viabilidade econômica de projeto de reuso de efluente, em que o retorno financeiro poderá ser alcançado dentro do referido tempo de vida útil.

A adesão dessa técnica, por parte das empresas, além proporcionar uma redução de custo operacional, também pode proporcionar incentivos fiscais e de uma imagem empresarial mais positiva e sustentável. Um exemplo a mencionar é a cidade de Las Vegas, localizada no estado de Nevada, nos Estados Unidos, que consiste em um dos sete estados que dependem do já sobrecarregado Rio Colorado para o suprimento de água. E conforme OPERSAN (2014), os cassinos de Vegas, considerados grandes utilizadores da água de abastecimento, utilizavam cerca 3% da água da cidade. Porém, em 2005, o legislativo aprovou um pacote de incentivos financeiros para que os empresários adotassem alternativas sustentáveis em seus modelos de negócios. Com isso, a cidade criou mecanismos mais sustentáveis, modificando sua imagem de desperdício.

4 Considerações finais

- Diante do exposto, é possível apontar que existe uma significativa viabilidade técnica e econômica na utilização de água de reuso nos serviços de desobstrução de redes de esgoto. Essa economia pode ser relevante, considerando a estrutura tarifária da campanha de saneamento do Estado. Além dessa possibilidade, com o sistema de reuso efluente, as ETE's reduzirão seu consumo de água tratada nos serviços de desobstrução de rede coletora de esgoto, contribuindo para o alívio das pressões sobre as fontes de abastecimento. Assim, a água potável economizada será destinada a fins nobres, como o abastecimento da população, comprovando também a viabilidade ambiental.
- É nítido que o potencial referente aos sistemas de reuso e a sua implementação em estações de tratamento de esgoto, depende de diversas variáveis, a principal consiste no investimento de alternativas sustentáveis por parte do poder público, visando desafogar

a água de abastecimento. Ademais, deve ser analisado o tipo de tratamento das ETE's e as legislações pertinentes, tanto federais como estaduais, que deverão ser atendidas para utilização do reuso de efluente nas atividades de manutenção de rede coletora de esgoto.

- Por fim, a realização de análise econômica é a principal variável que pode nortear os projetos de reuso de água, considerando custos de implantação e operação com o objetivo de analisar o retorno do investimento e, conseqüentemente, a viabilidade econômico-financeira da prática do reuso para fins não potáveis. Assim, se todos esses critérios forem alinhados, o reuso torna-se uma alavanca poderosa para redução de custo operacional e das pressões nos recursos hídricos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), e Pró-reitora de Pós-Graduação (PROPG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pelos incentivos ao desenvolvimento da pesquisa.

Referências

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969**: Tanques sépticos - Água de chuva - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011**. Estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasil: Ministério do Meio Ambiente, 2011.
- BRASIL. Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental - RECESA. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Operação e manutenção de redes coletoras de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Brasília: Ministério das Cidades, 2008.
- CAIXETA, C. E. T. **Avaliação do atual potencial de reúso de água no Estado do Ceará e propostas para um sistema de gestão**. 2010. 324 f. Tese (Doutorado) - Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- D'AGOSTIN, A.; BECEGATO, V. A.; BAUM, C. A. Revisão sobre técnicas e tratamentos de águas para reuso doméstico. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 28, 2017. DOI: 10.5216/revgeoamb.v0i28.47277.

- FERNANDES, A. C. A. **Avaliação do potencial de reúso de água residuária da ETE Dom Nivaldo Monte para fins não potáveis**. Artigo técnico-científico. Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais (mestrado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.
- FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (org.). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
- GOMES, A. S. S.; POLEZ, B. B.; GUIMARÃES, R. A.; PAIXÃO, L. S. R.; MARQUESINI, M. Reuso de efluente sanitário tratado na manutenção de rede coletora de esgoto. *In: SILVA, H. C (Organização). Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade*. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.
- INTERÁGUAS - PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR ÁGUAS. **Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil**. Produto III – Critérios de qualidade de água. Brasília: 2018.
- LOPES, T. A. S. **Avaliação do ciclo de vida de uma ETE composta por reator UASB seguido de Wetlands construídos**. 2014. 97 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento), Universidade Federal do Bahia, Salvador, 2014.
- MORAIS, N. W. S.; SANTOS, A. B. Análise dos padrões de lançamento de efluente em corpos hídricos e de reúso de águas residuárias de diversos estados de Brasil. **Revista DAE**, n. 215, vol. 67, janeiro a março de 2019.
- MOTA, S. Reúso de águas no Brasil: situação atual e perspectivas. **Revista AIDIS De Ingeniería Y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo Y práctica**, 15(2), p. 666 – 684, 2022. DOI: 10.22201/iingen.0718378xe.2022.15.2.79185.
- OLIVO, A. M.; ISHIKI, H. M. **O Reuso da água sob aspectos da aplicabilidade e determinações legais**. VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n.2, 2012, p. 15-30.
- OPERSAN. **LAS VEGAS - UM CASE DE SUCESSO NO REÚSO DA ÁGUA**. Grupo OPERSAN, 2014. Disponível em: <<http://info.opersan.com.br/bid/196934/las-vegas-um-case-de-sucesso-no-re-so-da-gua>>. Acesso em: 18 de jan. 2022.
- PERNAMBUCO. Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH). **Norma Técnica nº 2.002**. Avaliação de parâmetros para descarga de efluentes líquidos industriais e domésticos. Governo de Pernambuco: 2002.
- PERNAMBUCO. Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH). **Norma Técnica nº 2.007**. Coliformes termotolerantes – Padrões de Lançamento para efluentes domésticos e/ou industriais – estabelecer o NMP máximo de coliformes termotolerantes (CTer) permitidos para

lançamento de efluentes domésticos ou industriais nos corpos de água receptores. Governo de Pernambuco: 2007.

POLEZ, B. B.; GOMES, A. S. S.; GUIMARÃES, R. A.; PAIXÃO, L. S. R.; MARQUESINI, M. Reuso de Efluente Sanitário Tratado na Manutenção de Rede Coletora de Esgoto. *In*: 48º Congresso Nacional de Saneamento Da Assemae, 2018. **Anais...** Fortaleza, 2018.

SANTOS, M. L. F. dos; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M (coordenadores). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. 1 ed., 427 p., Rio de Janeiro: ABES, 2006.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021**. Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília/DF, 2021. 223p.: il.

VERGINE, P.; LONIGRO, A.; LOPES, A.; RUBINO, P.; POLLICE, A. Sustaining irrigated agriculture in Mediterranean Countries with treated municipal wastewater: A case study. **Procedia Engineering**, v. 89, p. 773-779. 2014.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol. 1, 4ª Ed., p 315- 325, 2014.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol. 4, Lodos ativados. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte 4ª Ed., 461p., 2016.