

Área: Sustentabilidade | Tema: Resíduos e Reciclagem

**UTILIZAÇÃO DE MATERIAL RECICLADO COMO MEIO SUPORTE NO TRATAMENTO DE  
EFLUENTE SANITÁRIO**

**USE OF RECYCLED MATERIAL AS SUPPORT MEDIUM IN THE WASTEWATER TREATMENT**

Raphael Corrêa Medeiros, Carine Andrioli, Alexandra Lorini Cavalheiro, Nadine Barcellos e Isadora

Tagliapietra

**RESUMO**

Entre os diversos setores do mercado que contribuem para a geração de resíduos sólidos estão: o setor de construção civil e da produção de embalagens plásticas. Visando os três pilares da sustentabilidade, este trabalho propõe a reutilização de materiais plásticos - granulado plástico e eletrodutos corrugados - como meio suporte de filtros biológicos percoladores (FBP) para tratamento de efluente doméstico. Os filtros ficaram em operação por quase 70 dias, alcançando remoção de matéria orgânica, turbidez e promovendo a nitrificação. Com relação à remoção microbiológica, houve em alguns casos mais de 3 log de remoção de coliformes totais e *Escherichia coli*. Assim, os materiais utilizados apresentam-se como boas alternativas para serem utilizados em filtros para o pós-tratamento de efluentes domésticos, principalmente, em sistemas descentralizados.

**Palavras-Chave:** filtração biológica, pós-tratamento, nitrificação

**ABSTRACT**

Among the various sectors of the market that contribute to solid waste generation are: the construction industry and the production of plastic packaging. Aiming at the three pillars of sustainability, this work proposes the reuse of plastic materials - plastic granulate and corrugated conduits - as a support medium of percolating biological filters (FBP) for wastewater treatment. The filters were in operation for almost 70 days, reaching organic matter removal, turbidity and promoting nitrification. With regard to microbiological removal, there were in some cases more than 3 log removal of total coliforms and *Escherichia coli*. Thus, the materials are good alternatives to be used in filters for the pos-treatment of domestic effluents, mainly in decentralized systems.

**Keywords:** biological filtration, pos treatment, nitrification

**Eixo Temático: Sustentabilidade**

**UTILIZAÇÃO DE MATERIAL RECICLADO COMO MEIO SUPORTE NO  
TRATAMENTO DE EFLUENTE SANITÁRIO**

**USE OF RECYCLED MATERIAL AS SUPPORT MEDIUM IN THE WASTEWATER  
TREATMENT**

**Raphael Corrêa Medeiros (\*), Alexandra Lorini Cavalheiro, Carine Andrioli, Isadora Tagliapietra, Nadine Barcellos.**

\* Universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen. Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, medeiroscg@yahoo.com.br.

**RESUMO**

Entre os diversos setores do mercado que contribuem para a geração de resíduos sólidos estão: o setor de construção civil e da produção de embalagens plásticas. Visando os três pilares da sustentabilidade, este trabalho propõe a reutilização de materiais plásticos – granulado plástico e eletrodutos corrugados - como meio suporte de filtros biológicos percoladores (FBP) para tratamento de efluente doméstico. Os filtros ficaram em operação por quase 70 dias, alcançando remoção de matéria orgânica, turbidez e promovendo a nitrificação. Com relação à remoção microbiológica, houve em alguns casos mais de 3 log de remoção de coliformes totais e *Escherichia coli*. Assim, os materiais utilizados apresentam-se como boas alternativas para serem utilizados em filtros para o pós-tratamento de efluentes domésticos, principalmente, em sistemas descentralizados.

**Palavras-chave:** filtração biológica, pós-tratamento, nitrificação.

**ABSTRACT**

Among the various sectors of the market that contribute to solid waste generation are: the construction industry and the production of plastic packaging. Aiming at the three pillars of sustainability, this work proposes the reuse of plastic materials - plastic granulate and corrugated conduits - as a support medium of percolating biological filters (FBP) for wastewater treatment. The filters were in operation for almost 70 days, reaching organic matter removal, turbidity and promoting nitrification. With regard to microbiological removal, there were in some cases more than 3 log removal of total coliforms and *Escherichia coli*. Thus, the materials are good alternatives to be used in filters for the pos-treatment of domestic effluents, mainly in decentralized systems.

**Keywords:** biological filtration, pos treatment, nitrification.

## **1 OBJETIVOS**

O presente trabalho tem por objetivo a valorização do resíduo sólido como um bem econômico, promovendo a reciclagem e reutilização em filtros biológicos percoladores para tratamento de efluente doméstico, servindo como meio suporte.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O crescente consumo por bens na sociedade e a geração de resíduos vem revelando uma grande problemática na gestão dos mesmos. A inadequada gestão dos resíduos pode vir a causar diversos impactos no meio ambiente. Nesse contexto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, consolidada pela Lei nº 12.305/2010, estabelece objetivos, princípios, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.

Cabe ressaltar que um dos princípios da PNRS cita a valorização do “resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania (BRASIL, 2010)” e entre seus objetivos está a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, e após esgotadas todas as alternativas viáveis, técnica e economicamente, a solução remanescente é a disposição final ambientalmente adequada. Diversos setores do mercado contribuem para geração de resíduos sólidos, entre eles podem ser citados o setor de construção civil e produção de embalagens plásticas.

### **2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

O setor de construção civil se desenvolve de acordo com o crescimento econômico e a quantidade de resíduos gerados segue no mesmo ritmo. Os resíduos de construção e demolição (RCD) incluem papel, papelão, madeira, argamassa, concreto, cerâmica, alumínio, vidro, PVC, entre outros, provenientes de construções e demolições de residências e edificações. Segundo dados do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), em 2016, a massa RCD, enviada para áreas de transbordo e triagem, unidades de reciclagem e aterro, somava 3.942.377 toneladas, sendo quase 13% proveniente da região sul (SNIS - BRASIL, 2018).

A quantidade de resíduos não inclusa neste número muitas vezes é disposta de forma inadequada no meio ambiente: em terrenos baldios, por exemplo, podendo causar impactos negativos nos cursos d'água e na área urbana, como a ocorrência de enchentes, devido à obstrução de bueiros, bem como propicia local para proliferação de vetores de doenças. Diferentemente dos resíduos sólidos domésticos, a geração de RCD vem acompanhada de agravantes como o desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos causados, dos custos sociais envolvidos e das possibilidades de seu reaproveitamento (PINTO, 1999).

O eletroduto corrugado é um tubo plástico utilizado no revestimento de fiações elétricas, muito encontrado em residências e quaisquer outras edificações. Após a demolição esse material se torna um resíduo ou provavelmente um rejeito, sendo, na melhor das situações, disposto em aterro sanitário. Por possuir boas características para meio suporte, como baixo peso específico e grande área superficial, pode ser reutilizado ao invés de ser descartado.

### **2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS PLÁSTICOS**

O plástico é utilizado na composição de diversos materiais usados em inúmeras atividades, desde as mais simples, como a fabricação de embalagens, até as mais elaboradas,

como a fabricação de eletrônicos. A geração de resíduos sólidos plásticos se reflete na abrangência e larga utilização desse material. Seus impactos ambientais não se limitam somente ao seu descarte, mas também a sua fabricação, devido à demanda de recursos naturais não renováveis, como é o caso do petróleo.

Dados obtidos no Panorama de Resíduos Sólidos, no Brasil, do ano de 2016, revelam que a reciclagem de PETs ainda está longe de acompanhar a geração de resíduos (ABRELPE, 2016). Ainda assim, segundo a Abiplast (2017), no Brasil, foram produzidos 6,13 milhões de toneladas de produtos plásticos em 2017.

Há diversos tipos de resina usadas para fabricação de materiais, entre elas, como exemplo o PVC, PET, EVA, PP e PEAD. Da resina consumida, 13,6 % é destinada para produção de PEADs (ABIPLAST, 2017). A maior parte dos resíduos que são descartados frequentemente é composto de material plástico. Entre os termoplásticos, que possui maior volume, está o polietileno de alta densidade, o qual é muito comum no lixo doméstico. O aumento do uso, juntamente com o aumento da produção desse material, faz com que estes resíduos estejam cada vez mais presentes nos aterros sanitários e lixões (COSTA, 2015).

O Granulado de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) é fabricado a partir do tritramento de garrafas de produtos de limpeza, como detergentes e água sanitária, e de produtos alimentícios, a exemplo das garrafas de iogurte. O granulado retorna às indústrias de plástico e são utilizados na fabricação de novas garrafas. Esse material apresenta características positivas para ser usado como meio suporte, em razão do seu coeficiente de vazios e superfície específica, sendo outra solução para a problemática do resíduo plástico.

### 2.3 MEIO SUPORTE PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO COMO FORMA DE REUTILIZAÇÃO

Perante o cenário descrito e visando os três pilares da sustentabilidade - econômico, social e ambiental - propõe-se a reutilização de materiais plásticos como meio suporte, uma vez que esses materiais poderiam se tornar rejeito, ocupando espaço em aterros sanitários e diminuindo sua vida útil, ou até mesmo descartados de forma inadequada vindo a causar danos ao meio ambiente e à saúde pública.

Os filtros biológicos percoladores (FBP) são compreendidos como um sistema de tratamento do efluente. Seu interior é preenchido com um meio suporte, no qual os micro-organismos ficam aderidos, formando o biofilme. O biofilme se multiplica constantemente, retendo e degradando a matéria orgânica presente no efluente, principalmente através do mecanismo de adsorção. (JORDÃO E PESSÔA, 2011, p. 468).

Este processo de tratamento é caracterizado pela alimentação e percolação contínua de efluente por entre o meio suporte. Convencionalmente são utilizados como meio suporte materiais como: pedregulhos, pedras brita, cascalhos, escórias de forno e plásticos como o PVC.

A leveza do material é bastante relevante na escolha de um meio suporte, pois facilita o transporte e alocação nos filtros e nesse aspecto o plástico se destaca. Jordão e Pessoa (2011, p. 475) comparam as características do meio suporte plástico com o de pedra britada, onde o primeiro apresenta peso específico de 30 a 80 kg/m<sup>3</sup>, coeficiente de vazios maior que 90%, e superfície específica de 80 a 500 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Já a pedra britada apresenta peso específico, coeficiente de vazios e superfície específica de, 800 a 400 kg/m<sup>3</sup>, 50% e 50 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, respectivamente.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 DIMENSIONAMENTO E MEIO SUPORTE

Para o dimensionado dos filtros biológicos foi utilizada uma taxa de aplicação superficial entre 1 e 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d, como citado na literatura, optando-se por uma tubulação de PVC de 100 mm de diâmetro nominal. Os FBP podem ser observados na figura 1, bem como o material suporte de cada um deles.

Figura 1 - Filtros Biológicos Percoladores, utilizados no tratamento de esgoto doméstico, e respectivos materiais suporte: A) Granulado de PEAD e B) Tubo Corrugado.



Fonte: Autores

Foram utilizados dois materiais como meio suporte para preencher os filtros: Granulado de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e Eletroduto Corrugado (Tubo Corrugado). O granulado foi cedido por uma empresa particular de reciclagem, localizada no município de Taquaruçu do Sul - RS. A empresa possui todo o equipamento necessário para triturar as garrafas, resultando no material da figura 1 A. O tubo de 20 mm de diâmetro foi adquirido em uma loja de materiais de construção e posteriormente cortado em pedaços de aproximadamente 2 cm.

### 3.2 COLETA DO EFLUENTE

O esgoto doméstico utilizado para o funcionamento do filtro foi coletado após o sistema fossa-filtro anaeróbio, presente na Casa do Estudante (CEU) da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen,. Na CEU residem atualmente 35 universitários. Após coletado, o efluente era levado até os filtros, os quais recebiam alimentação contínua, com auxílio de uma bomba dosadora.

### 3.3 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS

Para avaliação da eficiência dos materiais como meio suporte, foram realizadas análises de parâmetros físicos (turbidez e temperatura), químicos (demanda química de oxigênio, nitrogênio, fósforo e pH) e microbiológicos (coliformes totais, *Escherichia coli*) cujas metodologias aplicadas estão presentes na tabela 1.

Tabela 1: Relação de parâmetros analisados e a metodologia aplicada.

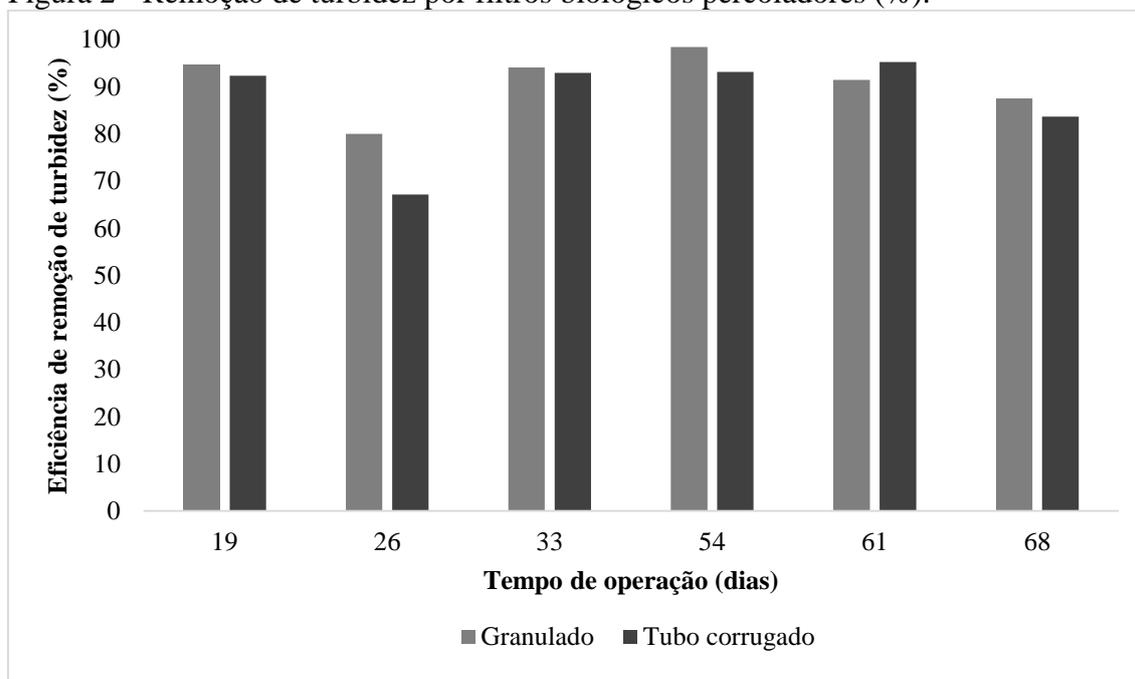
Parâmetros	Metodologia
Temperatura (°C)	Termômetro de mercúrio
pH	Potenciométrico
Turbidez (UNT)	Nefelométrico
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Macro-Kjeldahl (APHA et al., 2005)
Nitrato (mg/L)	Macro-Kjeldahl (APHA et al., 2005)
Fósforo total (mg/L)	Método colorimétrico (APHA el al., 2005)
DQO (mg/L)	Refluxo fechado (APHA et al., 2005)
Coliformes totais (NMP/100 ml)	Meio de cultura Colilert®
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml)	Meio de cultura Colilert®

Fonte: Autores

## 4 RESULTADOS

Durante o período de estudo, o afluente apresentou variações significativas nos valores de turbidez. Contudo, ambos os materiais apresentaram elevada remoção, alcançando 95 % de eficiência para o tubo corrugado e 98 % para o granulado, como pode ser observado na figura 2.

Figura 2 - Remoção de turbidez por filtros biológicos percoladores (%).

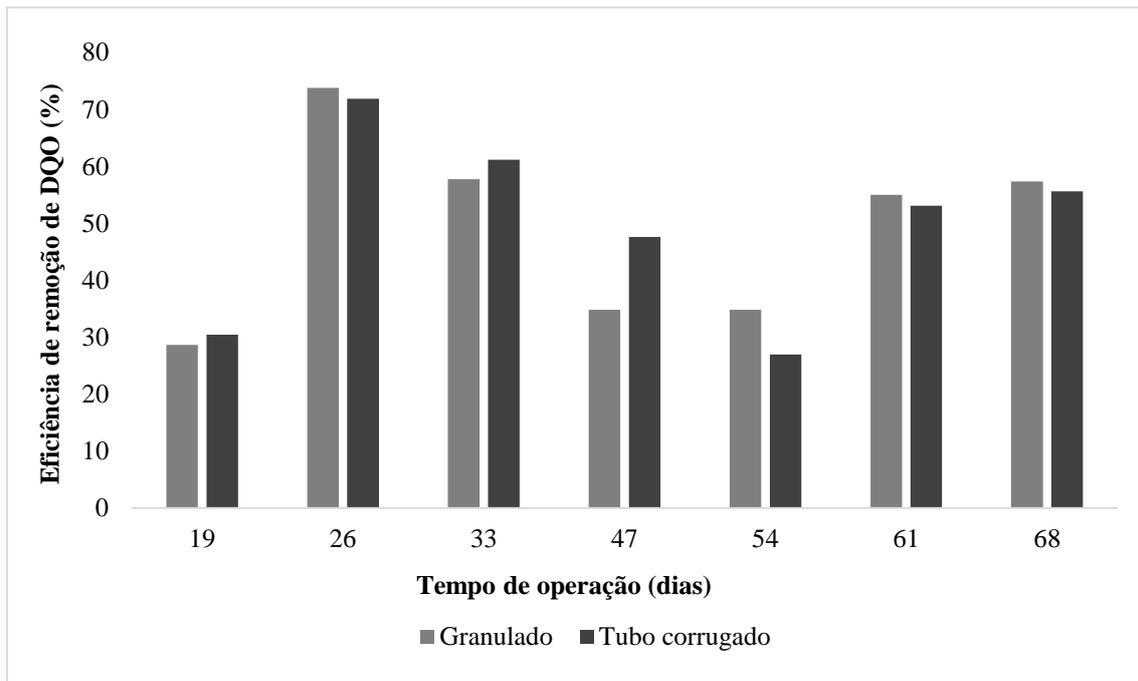


Fonte: Autores

Os materiais utilizados também se mostraram eficientes, como meio suporte, na de remoção de DQO. O valor médio de DQO encontrado no afluente foi de 157 mg/L, após o

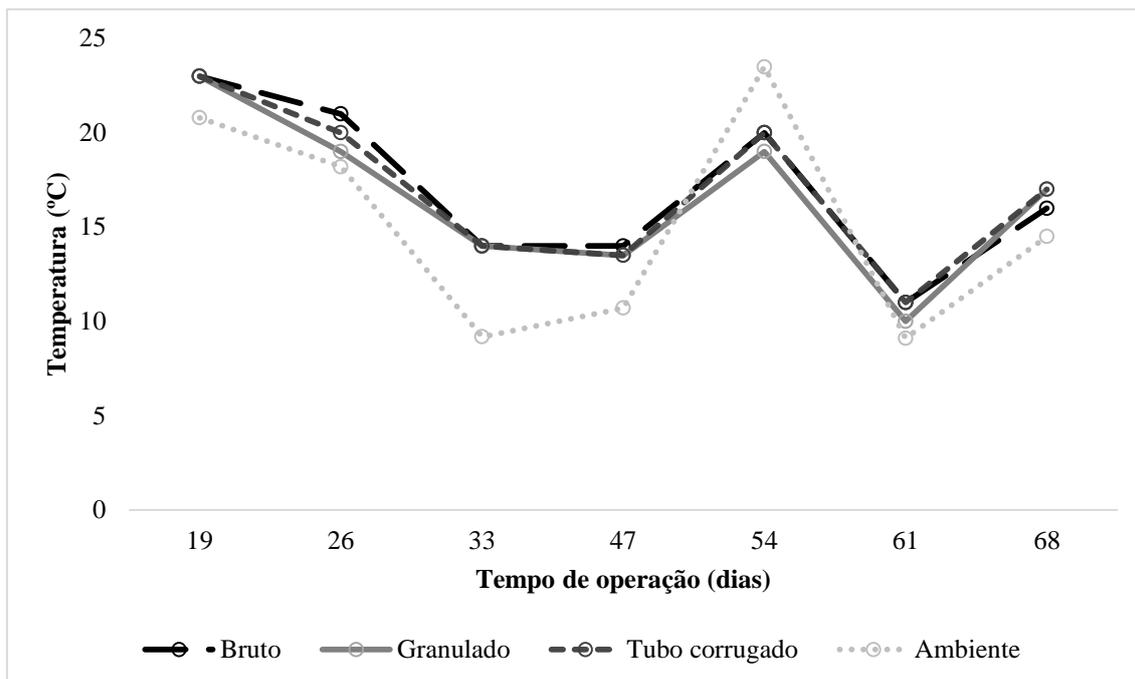
tratamento o efluente apresentou valores médio de 80 mg/L, para ambos filtros, de acordo com a figura 3. Pode-se perceber que a remoção de DQO do efluente esteve relacionada com a temperatura, com aumento da eficiência de remoção ocorre em dias de temperatura mais elevada.

Figura 3 - Eficiência de remoção de DQO de esgoto doméstico tratado por FBP.



Fonte: Autores

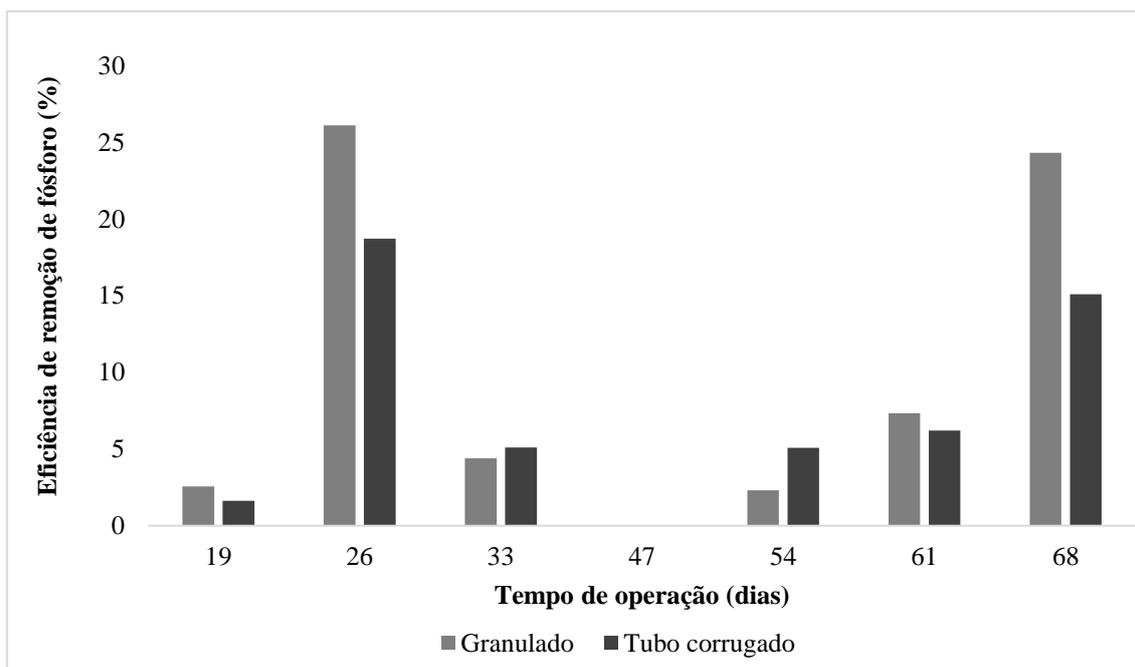
Figura 4 – Temperaturas médias do ar durante o período de operação de FBP.



Fonte: Autores.

O afluente que abastece os filtros é proveniente de um reator anaeróbio, sendo assim pode vir a proporcionar condições favoráveis para remoção de fósforo em reator aeróbio, operado posteriormente. Ao longo dos dias de funcionamento do sistema, a remoção de fósforo apresentou valores crescentes. Na figura 5, pode-se notar baixa atividade dos organismos acumuladores de fósforo (OAFs) quando submetidos a baixas temperaturas. No 47º dia de funcionamento do sistema, essa baixa atividade refletiu em valores de fósforo para os efluentes tratados superiores ao valor encontrado no afluente.

Figura 5 - Eficiência de remoção de fósforo, por FBP, no tratamento de efluente doméstico.



Fonte: Autores

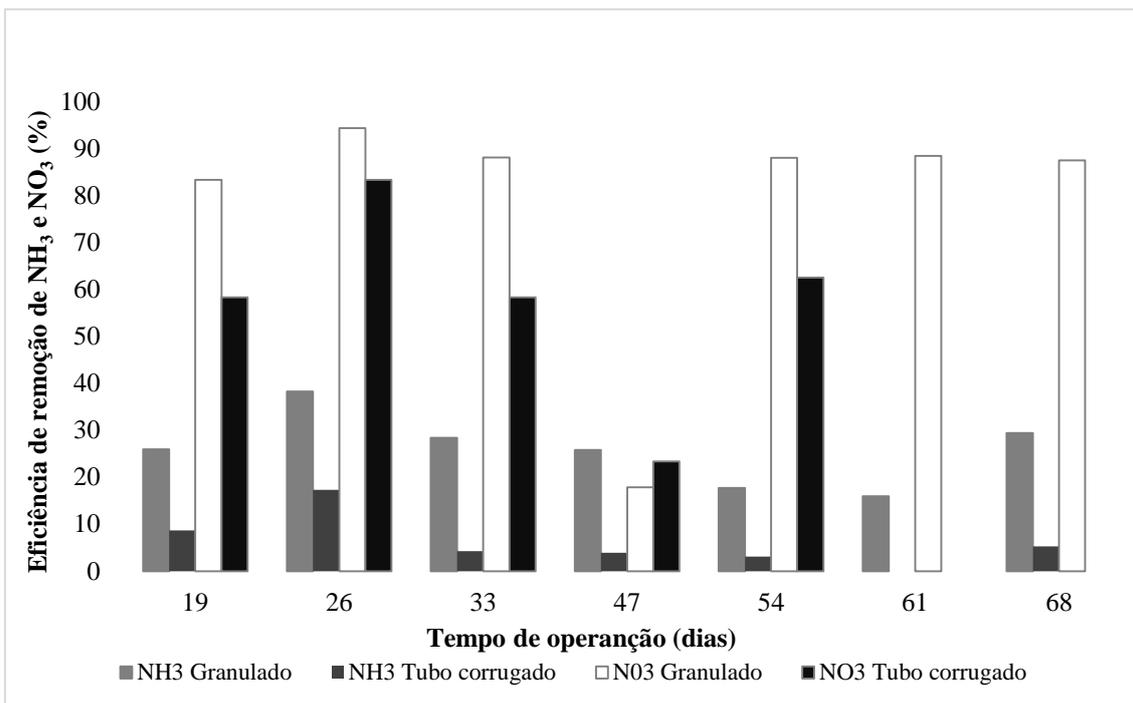
O pH do afluente variou de 6,5 e 7,5, o que segundo Jordão e Pessoa (2011) propicia condições favoráveis para o crescimento biológico, uma vez que valores de pH próximos à neutralidade favorecem as atividades metabólicas dos micro-organismos.

Os resultados relacionados ao nitrogênio apontaram para a ocorrência de nitrificação no sistema na maior parte do período de funcionamento. O granulado apresentou maiores concentrações de Nitrato, quando comparado com o tubo corrugado; cujas concentrações médias foram de 71 mg/L e 22 mg/L para o granulado e tubo, respectivamente. A redução do  $\text{NO}_3$  não está relacionada apenas ao processo de redução da amônia, pois o nitrogênio pode estar sendo removido do efluente na forma de  $\text{N}_2$ , ou seja, pelo processo de desnitrificação, indicando a presença de zonas anóxicas nos filtros (figura 6).

Segundo von Sperling (2014, p. 28), valores afastados da neutralidade podem afetar as taxas de crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico. Neste contexto o autor cita que os próprios processos realizados nos filtros podem alterar o pH, por exemplo, o processo oxidativo biológico de nitrificação que tende a consumir alcalinidade, diminuindo o pH do efluente.

De acordo com Almeida (2007), os valores de pH abaixo de 6,8 podem interferir na nitrificação, formando um composto inibidor de organismos nitrificantes ( $\text{HNO}_2$ ), sendo assim a média de pH apresentada favorece esse processo.

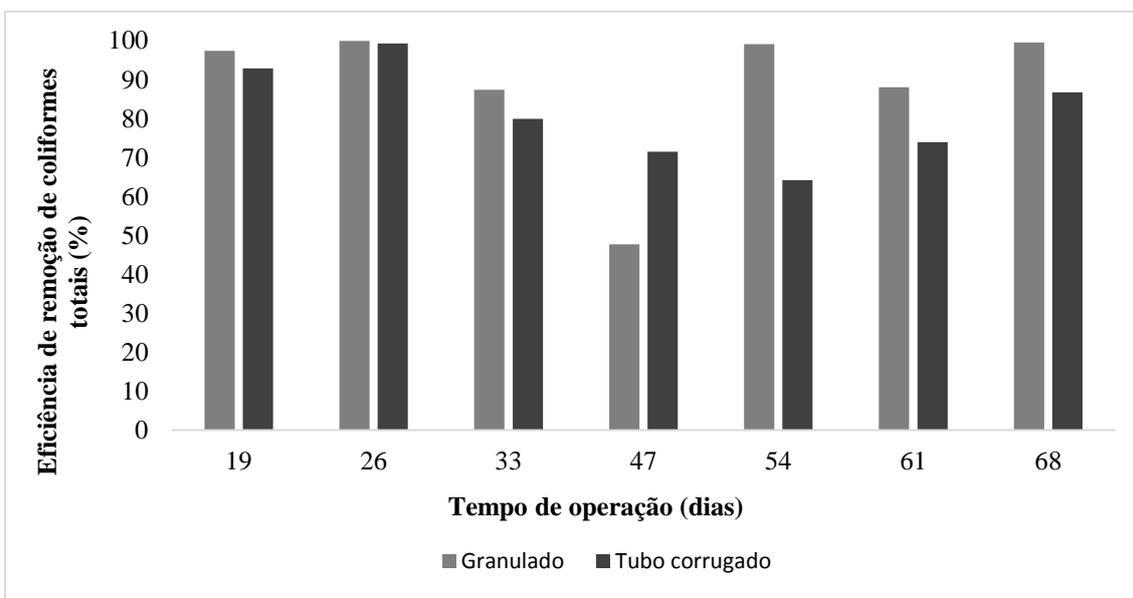
Figura 6 – Valores de remoção de  $\text{NH}_3$  e  $\text{NO}_3$  nas amostras de efluentes tratados de FBP.



Fonte: Autores.

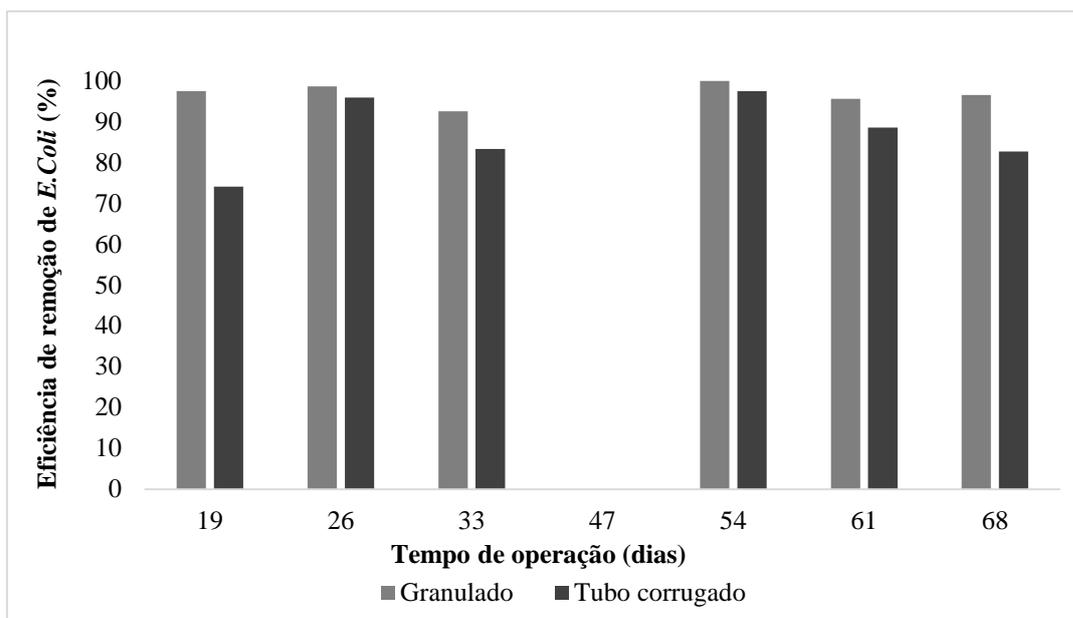
Ambos os filtros apresentaram em média eficiência na remoção de coliformes totais e *Escherichia coli*, como pode ser observado nas figuras 7 e 8, respectivamente.

Figura 7 - Remoção de coliformes totais, em FBP, tratando esgoto doméstico.



Fonte: Autores

Figura 8 - Remoção de *Escherichia coli*, em FBP tratando esgoto doméstico.



Fonte: Autores.

Pode-se notar que o filtro com meio suporte de granulado plástico apresentou na grande maioria do tempo melhores valores de remoção quando comparado ao tubo corrugado, alcançando até mais de 3 unidades logarítmicas (99,9%) para coliformes totais e, principalmente, para *E. coli*.

## 5 CONCLUSÃO

Ambos os filtros mostram-se eficientes para remoção de material orgânico e nitrogenado (com nitrificação e desnitrificação) e turbidez. O granulado mostrou-se mais eficiente como meio suporte em relação ao tubo corrugado, talvez por proporcionar uma melhor aderência dos micro-organismos, devido à área superficial, refletida em uma maior remoção da DQO. Observou-se que as variações de temperatura influenciaram em todos os outros parâmetros, devido a sua relação com a atividade biológica.

Desse modo, esses materiais apresentam viabilidade técnica e econômica como meio suporte, uma vez que proporcionam a reciclagem e reutilização de resíduos sólidos, podendo ser aplicado em pequena e grande escala. Além disso, a realização de mais estudos com esse propósito pode vir a contribuir para elaboração de novas tecnologias para tratamento de efluente, envolvendo a problemática dos resíduos sólidos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABIPLAST, 2017, **Perfil Plástico- Indústria brasileira de transformação de material plástico 2017**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br>> Acesso em: 30 de junho de 2018.

ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil - 2016**. São Paulo: Abrelpe, 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/>> Acesso em: 29 de junho de 2018.

ALMEIDA, P. G. S. de. Efeito de diferentes tipos de meio suporte no desempenho de filtros biológicos percoladores aplicados ao pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, com

ênfase na nitrificação. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2007.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de junho de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília.

COSTA, Helson Moreira da et al. Análise térmica e propriedades mecânicas de resíduos de polietileno de alta densidade (PEAD). **Polímeros**, v. 26, n., p.75-81, 19 jan. 2016.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Abes, 2011.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 1999. 218 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Usp, São Paulo, 1999.

SNIS, Secretaria Nacional de Informação Sobre Saneamento -. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2016**. Brasília: Midades.snsa, 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>> Acesso em: 29 de junho de 2018.

VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias- **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 4 ed. Minas Gerais: ABES, 2014.