

**EMPREGO DE REATOR DE LEITO FIXO BI-FLUXO CONTÍNUO (RLF-BFC)  
PARA A POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM  
ÁREAS DESASSISTIDAS POR COMPANHIA DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**JULIA VILLELA TOLEDO FERREIRA<sup>1,2\*</sup>, STEFANI SULZBACHER SOUZA<sup>3</sup>,  
RAFAELA ROBERTA MORELATO<sup>4</sup>, ALINE RAQUEL MÜLLER  
TONES<sup>5</sup>, ALCIONE APARECIDA DE ALMEIDA ALVES<sup>6</sup>**

## **1 Introdução**

O abastecimento da água potável requer o tratamento de acordo com as características de cada localidade de coleta da água bruta, atendendo aos padrões de potabilidade. Atualmente no Brasil o sistema que é aplicado em grande escala nas áreas urbanas, é o sistema convencional (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

No entanto, nas áreas rurais a realidade não é a mesma, o modo pelo qual a distribuição populacional é disposta, fatores político-econômicos e a disponibilidade hídrica do local inviabiliza a empregabilidade do sistema de tratamento convencional. Assim, a população localizada em áreas rurais é inviabilizada na maioria das vezes ao acesso a uma água de qualidade, acabando por ter seu abastecimento por águas subterrâneas, as quais não possuem monitoramento e tratamento adequado, passando apenas pelo tratamento de desinfecção, sendo este não tão eficaz nos possíveis contaminantes presentes na mesma (SCHIAVO, 2007).

Dentre as alternativas, a filtração direta surge como uma alternativa potencial de potabilização de água, pois tem apresentando diversas vantagens que se encaixam na situação das áreas rurais (BERNARDO; DANTAS, 2005).

Para tanto, a precariedade da oferta de água potável na área rural, faz com que seja de extrema importância estudos e soluções alternativas de tratamento de água. Neste sentido, o estudo se justifica pela necessidade de alternativas de tratamento em áreas rurais, as quais são

---

1 Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Cerro Largo/RS, bolsista de iniciação científica e tecnológica Edital N° EDITAL N° 121/GR/UFFS/2021. contato: juliavillela3@gmail.com

2 Grupo de Pesquisa: Grupo de Pesquisa em Recursos Energéticos e Tecnologias Limpas

3 Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *campus* Cerro Largo/RS.

4 Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *campus* Cerro Largo/RS

5 Doutora em Engenharia Química, UFFS, *campus* Cerro Largo/RS

6 Doutora em Engenharia Ambiental, UFFS, *campus* Cerro Largo/RS, Orientadora. \*contato: alcione.almeida@uffs.edu.br

desassistidas pelos sistemas de potabilização e órgãos públicos de vigilância e monitoramento.

## 2 Objetivos

Esta pesquisa teve por objetivo construir e avaliar o desempenho de um Reator de leito fixo bi-fluxo contínuo (RLF-BFC) empregado para a potabilização de água utilizada para o abastecimento público em áreas desassistidas por companhias de tratamento de água.

## 3 Metodologia

### 3.1 ÁGUA E ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde ao município de Cerro Largo – Rio Grande do Sul (RS) e está localizada a uma latitude de -28,128530 sul e longitude de -54,750418 oeste. O local tem em sua predominância um clima subtropical úmido, com temperatura média anual de 20,7 °C, com o índice pluviométrico médio anual de 1.842 mm (IBGE, 2017).

A água de estudo foi determinada considerando os seguintes critérios: Não atendimento aos padrões de potabilidade preconizados pela Portaria de Consolidação nº 05/2010 do Ministério da Saúde (MS) e suas alterações na Portaria nº 888/2021 do MS; Inexistência de tratamento convencional do sistema de tratamento estabelecido pelo RLF-BFC por meio da presença de desinfecção na água previamente ao abastecimento público.

### 3.2 PROCEDIMENTO ANALÍTICO

As amostras foram separadas por água bruta (AB), água tratada por filtração (ATF) e água tratada por filtração e adsorção (ATF-A), as quais foram monitoradas de acordo com os parâmetros estabelecidos, os quais são: Cor Aparente ( $\mu\text{H}$ ), *Escherichia Coli* (NMP 100 mL<sup>-1</sup>) e Turbidez (UT), as quais foram amostradas a cada 10 min de tratamento em 11 carreiras de filtração.

### 3.3 ASPECTOS CONSTRUTIVOS

Alguns dos principais aspectos construtivos do RLF-BFC que estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de dimensionamento do Reator de Leito Fixo em escala piloto

Parâmetros do projeto	RLF-BFC <sup>(1)</sup>	Parâmetros do projeto	RLF-BFC <sup>(1)</sup>
Granulometria seixo rolado (mm)	2 a 10	Perda de carga <sup>(3)</sup> (cm)	15
Granulometria areia (mm)	0,25	TAS m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup>	120
Volume areia (m <sup>3</sup> )	0,0012	TCLV (min)	40
Massa areia (kg)	2,5	Diâmetro interno da coluna (mm)	100 <sup>(2)</sup> 200 <sup>(3)</sup>
Volume <sup>(2)</sup> (L)	5,5	Material da confecção do reator	PVC
Perda de carga <sup>(2)</sup> (cm)	21	Altura da camada suporte (cm)	15 <sup>(2)</sup> 13 <sup>(3)</sup>
Granulometria CAG (mm)	0,075 a 2,36	Altura leito filtrante (cm)	15
Volume CAG (m <sup>3</sup> )	0,00039	Altura leito adsorvente (cm)	5
Massa CAG (kg)	0,23	Monitoramento (min)	10
Volume <sup>(3)</sup> (L)	15,7	Matriz aquosa	ATTD

Fonte: Elaborado pela autora (2022). Notas: (1) reator de leito fixo bi-fluxo; (2) leito filtrante; (3) leito adsorvente; (CAG) carvão ativado granular; (TAS) taxa de aplicação superficial; (TCLV) tempo de contato com leito vazio; (PVC) policloreto de vinila; (ATTD) água tratada por tratamento de desinfecção, com o uso de cloro.

A construção do considerou a ABNT NBR n° 12.216/1992 que orienta os aspectos a serem levados em consideração na elaboração de uma estação de tratamento de água (ETA) com fins para a potabilização de água de abastecimento público.

#### 4 Resultados e Discussão

O BLF-BF construído conta com seus aspectos construtivos gerais ser um reator tubular recheado que envolve o escoamento de fluidos, neste caso a água e uma fase estacionária, sólida particulada. Para tanto foram utilizados os processos de filtração e adsorção em fluxo descendente e ascendente, respectivamente, sendo fundamental para promoção do contato entre as fases envolvidas no processo. Neste processo foi utilizado uma tubulação na vertical, sendo este o leito fixo, com o recheio que desempenhou a função definida (filtrante e/ou adsorvente).

Para tanto, foram obtidos referentes ao processo analítico nas amostras de AB, ATF e ATF-A levando em consideração 10 carreiras de filtração.

Os resultados obtidos das amostras relacionadas aos coliformes totais e

termotolerantes (p/a) 0 e 10 da AB e ATF-A, apresentaram resultados de presença de ambos em 100 mL de água, resultando em 100% de contaminação da água do RLF-BF. Para verificar estes resultados foi realizado o teste de 58 amostras da água bruta in loco no poço rural e obteve-se resultado de ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL de água. Assim, pode-se relacionar que houve contaminação cruzada ao longo dos testes realizados no reator. Sendo este o parâmetro microbiológico, pode-se relacionar quanto a qualidade biológica da água, visto que a presença desses microrganismos possibilita a transmissão de doenças veiculadas pela água (VON SPERLING, 1996).

Quanto ao parâmetro cor aparente foi possível comparar que a amostra AB para ATF não houve redução da cor aparente, já nas amostras AB para ATF-A também não foi possível a remoção, o que pode ser ocasionado pelo arraste das partículas de CAG.

Nas amostragens ATF para ATF-A obteve-se uma redução média 33,2% da cor aparente na água, demonstrando a eficiência do CAG na redução deste parâmetro. Além do mais nas amostragens ATF-A apresentou um resultado satisfatório e dentro do valor máximo permitido (VMP) de 15  $\mu$ H estabelecido na Portaria nº 888/2021. Sendo este um parâmetro importantíssimo, pois está relacionado aos sólidos dissolvidos na água, sejam eles de origem natural ou antrópica, onde ambos afetam a qualidade da água a ser distribuída para população (VON SPERLING, 1996).

Em relação a turbidez foi possível realizar uma comparação entre AB para ATF o qual não apresentou redução da turbidez, levando em consideração que o leito filtrante não reteve as partículas sólidas suspensas na água. Nas amostras AB para ATF-A também não obteve remoção, sendo possivelmente oriunda da interferência do CAG nas primeiras amostras. Quanto às amostras ATF para ATF-A houve uma redução de 22%, demonstrando eficiência do CAG na redução da turbidez, com valores significativos quanto a eficiência na diminuição ao longo da operação. Sendo assim, o reator demonstrou eficácia na redução da turbidez ficando dentro dos valores máximos permitidos de 5,00 uT estabelecido pela Portaria nº 888/2021 do MS, sendo apenas a amostra 0, ATF-A que não ficou dentro das conformidades estabelecidas pela portaria.

Sendo estes resultados de ambos os parâmetros analisados confirmam como descrito por Alves (2017), em estudo que avaliou estes parâmetros utilizando água de abastecimento público, que demonstram que os resultados obtidos na cor aparente e turbidez são reduzidos utilizando o processo de adsorção por CAG em reator de leito fixo.

## 5 Conclusão

Diante do objetivo e dos aspectos analisados obteve-se as seguintes conclusões, referente aos aspectos construtivos e a eficiência do reator na redução da cor aparente e turbidez, a instalação em escala piloto em laboratório mostrou eficiência para fins de pesquisa diante da potabilização de água utilizando processos de filtração.

Quanto aos valores obtidos referente aos parâmetros de cor aparente e turbidez da água tratada pelo RLF-BF ficaram dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria nº 888/2021 do MS.

## Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12216/1992**: Projeto estação de tratamento de água para abastecimento público: procedimento. Rio de Janeiro, 1992. BRASIL.

ALVES, A. A. A. **Emprego da tecnologia de adsorção em leito fixo de carvão ativado granular para a remoção de agrotóxicos carbamatos da água de abastecimento público**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria N° 888, de 4 de maio de 2021**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF 2021.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. 2 ed. São Paulo: RIMA, 2005.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Abastecimento de água e esgotamento sanitário, pesquisa nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro, 2017.

SCHIAVO, M. L. **Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento**. Orgs. Luis Alcides Schiavo Miranda e Luis Olinto Monteggia. Porto Alegre: (S. n.), 2007.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1996

**Palavras-chave:** Qualidade da água; Áreas rurais; Adsorção; Novas tecnologias.

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES-2021-0457

**Financiamento:** UFFS