

EFICIÊNCIA DA TÉCNICA DA FILTRAÇÃO LENTA NA REMOÇÃO DE AGROTÓXICO DA ÁGUA E REDUÇÃO DA TOXICIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO SOLO

ALLAN BORDIGNON^{1,2*}, GRAZIELE MOURA BORGES SILVA³, FÁBIO FERNANDO BUBOLZ BECKER⁴, LEANDRO BASSANI^{2,5}, PAULO ROGER LOPES ALVES^{2,6}

1 INTRODUÇÃO

O Brasil lidera o ranking mundial no uso de agrotóxicos. No ano de 2022 foram utilizadas aproximadamente 800 mil toneladas de agrotóxicos no território nacional (FAO, 2022). Aproximadamente 50% do que é aplicado chega ao solo e aos cursos d'água (Da Fonseca *et al.*, 2019). Os Agrotóxicos, que são desenvolvidos para afetar o metabolismo de organismos patogênicos às plantas, afetam também organismos não alvo que possuem grande importância na manutenção dos recursos.

As estações convencionais de tratamento de água não são eficazes na remoção de agrotóxicos (Versolato, 2023). Alguns tratamentos avançados obtêm sucesso na remoção, porém, necessitam de alto investimento e maior escala para se tornarem viáveis. O tratamento através da filtração lenta é alternativa importante, por requerer menos materiais, exigir menos energia e ser de fácil implementação e operação (Shimabuku *et al.*, 2019).

A eficiência da técnica depende da qualidade da água de alimentação, condições operacionais, tipo e concentração do contaminante em questão, sendo viável utilizar a filtração lenta aliada a outros tratamentos como a adsorção em carvão ativo granular (CAG) ou a oxidação, dependendo da natureza do pesticida. De acordo com Zanini (2010), a técnica de filtração lenta aliada a adsorção em carvão ativo granular (CAG) possui eficiência de 96 a 98% na remoção do agrotóxico atrazina da água.

Organismos da fauna edáfica como os colêmbolos participam de processos ecológicos com efeitos diretos na fertilidade e sustentabilidade do solo, também são muito sensíveis a

1 Discente de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó. Contato: allan.versa@estudante.uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa: GEPESA.

3 Discente de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó.

4 Discente de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó.

5 Docente (Doutor), Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó.

6 Docente (Doutor), Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó, **Orientador**.

distúrbios como mudanças na química do solo, sendo considerado ótimo bioindicador que pode ser utilizado para avaliar o efeito da água contaminada antes e após ser tratada (Sousa *et al.*, 2006).

Como são escassos os dados sobre o tratamento da água relacionado à redução da toxicidade considerando a irrigação e seus impactos na fauna edáfica, torna-se necessário o estudo da técnica de filtração lenta aliada a outros métodos de remoção de agrotóxicos, com posterior avaliação da água filtrada em ensaios de ecotoxicidade utilizando a espécie de colêmbolos *Folsomia candida* para verificar se a remoção de agrotóxicos foi eficiente, atendendo os propósitos de segurança ambiental.

2 OBJETIVOS

Geral: Implementar um sistema de tratamento de água em escala piloto, composto por filtração lenta, adsorção em CAG e cloração na remoção de agrotóxicos;

Específicos:

- Avaliar o desempenho geral do sistema de tratamento pelos parâmetros, cor e turbidez (Etapa 1);
- Verificar a possível redução de toxicidade da água em colêmbolos (*Folsomia candida*) no solo, após a água ser tratada (Etapa 2).

3 METODOLOGIA

A unidade piloto de filtração lenta é constituída de um tubo de 100 mm de diâmetro e 1,5 m de altura, preenchido com areia de tamanho efetivo de 0,66 mm e coeficiente de uniformidade de 1,82 até a altura de 1 m. É alimentado com água bruta do Rio Da Divisa, com ponto de coleta localizado no *campus* da UFFS em Chapecó, e está sendo operado com taxa de aplicação superficial entre 3 e 6 m³ m⁻² dia⁻¹.

Além das concentrações afluentes e efluentes dos agrotóxicos que serão testados na segunda etapa do projeto, foram monitorados os parâmetros de qualidade de água: cor aparente, turbidez, pH e presença de bactérias da espécie *Escherichia coli*. A amostragem para os agrotóxicos será realizada de forma pontual durante a etapa 2, tendo início somente após atingir tempo de dosagem superior a duas vezes o tempo de detenção hidráulico da unidade (TDH teórico). Antes da injeção dos agrotóxicos a unidade tem operado com ciclos experimentais por um período mínimo de dois meses, durante os quais somente os parâmetros

de cor e turbidez estão sendo monitorados. O sistema será monitorado durante seis meses, a contar do fim do período inicial (primeiros sessenta dias).

O efeito da água contendo agrotóxicos na reprodução de *F. candida* será avaliado de acordo com a ABNT NBR ISO n° 11267 (ABNT, 2014). Em cada unidade experimental serão adicionados 30 g de solo úmido. Serão utilizadas amostras de água provenientes da “Entrada” (contaminada com concentração conhecida do inseticida imidacloprido) e “saída” do sistema de filtração para umedecer o solo, dos experimentos, bem como será realizado um controle (solo apenas com água não contaminada).

Após 28 dias, o conteúdo de cada unidade experimental será submerso em água destilada contendo tinta preta, dessa forma, as unidades experimentais contendo os indivíduos de *F. candida* flutuantes vivos serão fotografadas em alta resolução. As imagens serão analisadas usando o software computacional ImageJ® para contabilizar o número de juvenis gerados durante o experimento. Com base no método descrito, ensaios preliminares para avaliar a toxicidade do imidacloprid para os colêmbolos foram realizados para ajudar no estabelecimento da concentração a ser testada. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de Dunnet, para verificar diferenças entre as concentrações e o controle, utilizando o software Statistica 13.1®

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em termos de desempenho geral do sistema foi possível observar o aumento da perda de carga no sistema, assim como a duração das carreiras de filtração. Foi obtido na primeira e na segunda carreira, duração de 27, e 28 dias, respectivamente até a colmatação do sistema. Os valores de turbidez e de cor aparente da água bruta que alimentava o filtro variaram de 23 a 3,7 NTU para turbidez e de 139 a 25 uC para cor aparente. A mediana dos dados obtidos para cor aparente e turbidez da água tratada ficaram em 15,1 uC e 1,31 NTU, respectivamente.

Na Figura 1 se observa uma redução na cor aparente das amostras de água tratada, em relação à água bruta de aproximadamente 75%, valor muito próximo aos resultados obtidos por Pizzolatti *et al.* (2010), que obteve redução de 69 a 81%. De modo geral, somente 50% dos valores de cor aparente do efluente do filtro ficaram abaixo do valor máximo permissível (VMP), determinado pela portaria de consolidação n° 5/2017 do Ministério da Saúde

(BRASIL, 2017), que é de 15 uC para cor, não atendendo o padrão de potabilidade. A redução da turbidez foi aproximadamente de 86%, com 50% das amostras abaixo do VMP de 1 NTU da portaria, também não atendendo aos limites para potabilidade.

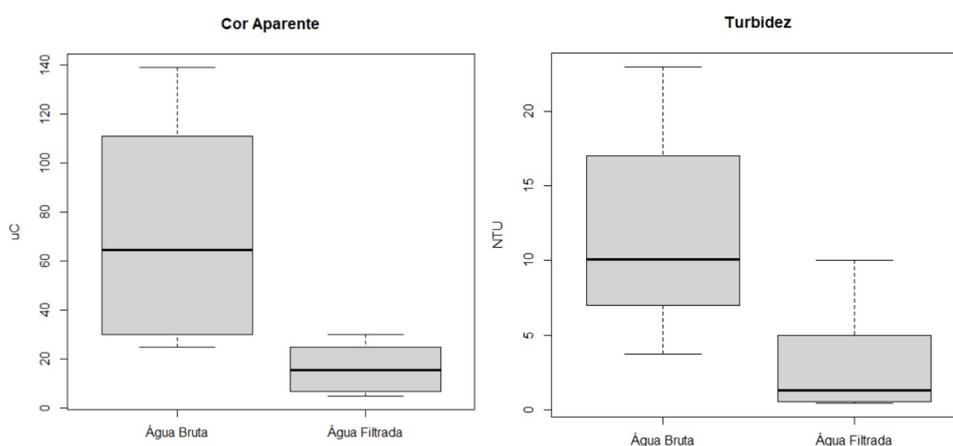


Figura 1. Boxplot dos dados (18 amostras) de cor aparente e turbidez da água bruta e filtrada. Fonte: Autor

Na Figura 2 estão apresentados os dados referentes à reprodução dos colêmbolos *F. candida*, os quais foram submetidos às concentrações do imidacloprido no ensaio preliminar para a Etapa 2. Verificou-se que, com o aumento das concentrações, houve redução significativa ($P < 0,05$) na reprodução da espécie, indicando que a molécula foi significativamente tóxica a partir da concentração de 0,5 mg de imidacloprido por quilograma de solo seco. Com base nesses resultados, será calculada a concentração de contaminação da Etapa 2.

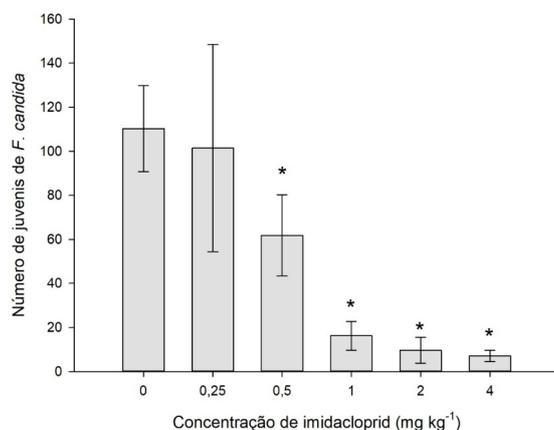


Figura 2. Número de juvenis de *F. candida* gerados nas amostras de solo submetidas às concentrações de imidacloprido.

Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Baseado nas leituras de turbidez e cor aparente, exclusivamente durante o período inicial, nota-se que para águas com característica do rio Da Divisa o filtro lento não foi capaz de obter valores considerados padrões de potabilidade no tratamento de água. Para isso sugere-se o tratamento complementar com pré-filtro ascendente em pedregulho (FAP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA FONSECA, JANUÁRIO EDSON et al. Poluição da água e solo por agrotóxicos. Revista Científica e-Locução, v. 1, n. 15, p. 25-25, 2019.

FAO. Food and agriculture organization of the United Nations: 2024. *Pesticides use and trade – 1990–2022*. FAOSTAT Analytical Briefs, No. 89. Rome.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 11267: Qualidade do solo — Inibição da reprodução de *Collembola* (*Folsomia candida*) por poluentes do solo. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

PIZZOLATTI, Bruno Segalla et al. Water treatment for rural areas by slow sand filtration. In: 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment Conference Proceedings, 21-24 February 2010, Universidad EARTH, Costa Rica. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2010. p. 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, 2017.

SHIMABUKU, Kyle K. et al. Biodegradation and attenuation of MIB and 2, 4-D in drinking water biologically active sand and activated carbon filters. *Environmental Science: Water Research & Technology*, v. 5, n. 5, p. 849-860, 2019.

SOUSA, José Paulo et al. Changes in *Collembola* richness and diversity along a gradient of land-use intensity: a pan European study. *Pedobiologia*, v. 50, n. 2, p. 147-156, 2006.

VERSOLATO, Anete. Contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos: uma análise da precariedade do monitoramento e da inércia no combate. 2023.

ZANINI, Josiela. Estudo da remoção do herbicida atrazina por biofiltração em filtros lentos de areia e carvão ativado associada à ação microbiana. 2010.

Palavras-chave: Agrotóxicos, Tratamento de água, Filtração lenta, Ecotoxicidade.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES 2023-0287

Financiamento da bolsa: CNPq