

USO DA TECNOLOGIA DE FILTRAÇÃO LENTA NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO.

Marília Patrício Alves ¹
Juanne Nogueira Nascimento ²
Rafaela Barbosa Santos ³
José Tavares de Sousa ⁴

RESUMO

A Filtração Lenta, consiste em uma tecnologia de baixo custo e de fácil manutenção e operação, caracterizada por ser um sistema antigo, eficiente e bastante difundido, capaz de promover a viabilização do fornecimento de água de qualidade as populações desfavorecidas pelos serviços de saneamento. Diante disto, o estudo trata-se de uma revisão bibliográfica sobre a produção científica no tema “Uso de Filtros Lentos no Tratamento de Águas de Abastecimento”, objetivando identificar e avaliar os avanços na produção dessa tecnologia de tratamento. Foram considerados os bancos de dados Science Direct, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), acessados no período de janeiro a junho de 2019, com publicações dos últimos 10 anos. As produções confirmam que a filtração lenta é capaz de remover diversos parâmetros das águas de abastecimento como cor aparente, turbidez, DQO, sólidos totais e suspensos, coliformes e E. Coli, além de compostos de produtos fármacos. Atualmente os avanços realizados para essa tecnologia baseiam-se no seu aperfeiçoamento, com o uso de novos meios de filtração nos processos, a exemplo dos não tecidos e materiais reciclados.

Palavras-chave: Filtros, Saneamento, Qualidade das águas.

INTRODUÇÃO

A universalização dos serviços de saneamento, em especial de fornecimento de água potável, ainda é uma meta a ser alcançada no Brasil. Sendo o cenário atual, caracterizado pela utilização de águas de qualidade inapropriada refletida nos indicadores de saúde.

A exemplo de comunidades desfavorecidas, têm-se os domicílios rurais, que segundo a FUNASA (2017), com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) realizada em 2014, registra que apenas 34,5% dos domicílios rurais estão ligados à uma rede de

¹ Mestrando do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, mariliapatrici@gmail.com;

² Mestrando do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, juanne.nogueira@gmail.com;

³ Mestrando do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, rafaelab.esa@gmail.com;

⁴ Doutorando do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, raniery_rodrigues@hotmail.com;

abastecimento, enquanto nos 65,5% domicílios restantes a água consumida é proveniente de chafarizes ou poços protegidos ou não, diretamente de cursos hídricos sem nenhuma forma de tratamento ou de fontes alternativas que, em maioria, são impróprias para consumo humano.

No Brasil, a Portaria de consolidação nº 5, determina os procedimentos do controle e da vigilância da Qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2017).

Frente a essa questão, são colocadas em práticas o estudo de tecnologias simples e de baixos custos, promovendo a viabilização do fornecimento de água de qualidade as populações desfavorecidas. A exemplo dessas tecnologias, têm-se os Filtros Lentos.

Segundo Di Bernardo & Dantas (2005), as primeiras experiências com tratamento de água através de filtração ocorreram na Escócia e Inglaterra durante o século XIX. Onde foram construídos, um filtro de areia para o tratamento de água utilizada no processo de branqueamento de tecidos, e outro em uma estação de tratamento de água, para tratar a água que abastecia a cidade de Londres.

No processo de Filtração Lenta, as impurezas da água são removidas por ação de processos físico-químicos e biológicos, sendo caracterizados pelos mecanismos de transporte que são influenciados pela temperatura da água e pelas características do meio filtrante, que se baseia na promoção do impacto das partículas de sujidades presentes na água ao meio filtrante. Os mecanismos de aderência que promovem a interação dessas sujidades ao meio filtrante, fazendo com que não ocorra o desprendimento destes e por fim a atividade biológica que promove a remoção de bactérias, *Escherichia coli* (*E. coli*) e patógenos.

Atualmente a Filtração lenta, é um método já difundido e registrado como eficiente para o tratamento de águas tanto de abastecimento como residuárias, porém inovações voltadas a essa tecnologia ocorrem através da utilização de diferentes materiais como meios filtrantes que possam promover tanto uma eficiência ainda maior, quanto redução de custos da implementação do método.

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo identificar e avaliar os avanços na produção da tecnologia de Filtração Lenta no tratamento de água, por meio da busca da produção dos trabalhos publicados sobre o tema nos últimos 10 anos.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica sobre a produção científica no tema “Uso de Filtros Lentos no Tratamento de Águas de Abastecimento”. Foram considerados os bancos de dados Science Direct, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), acessados no período de janeiro a junho de 2019, com publicações dos últimos 10 anos.

DESENVOLVIMENTO

Nascimento et al. (2012), teve como objetivo construir um filtro lento utilizando materiais de fácil obtenção no mercado como pedregulho e areia usada na construção civil e mantas sintéticas não tecidas, para avaliar sua eficiência. Foi construído um filtro lento de PVC (policloreto de vinila), com uma altura útil de 100 cm, preenchido com brita, areia e manta sintética não tecida, operado por um período de 4 meses. Para avaliar a qualidade da água tratada nos sistemas foram estudados os parâmetros cor, pH, turbidez.

Bagundol et al. (2013), investigaram a eficiência de filtro lento de areia na purificação de água de poço. O sistema foi construído com tubo de PVC, altura total de 180 cm, preenchido com cascalho de 25,5 a 31,7 mm de tamanho e areia. Foram estudados os parâmetros *Escherichia coli*, turbidez, em diferentes profundidades do filtro, submetidos a diferentes taxas de aplicação.

D’Alessio et al. (2015), observaram a ocorrência de compostos farmacêuticos ativos em águas de mananciais superficiais e subterrâneos e estudaram se a presença desses compostos interferia na performance de filtros lentos. A pesquisa objetivou avaliar a remoção de compostos farmacêuticos como cafeína, carbamazepina, genfibrozila e fenazona e em como a presença desses compostos interferia na remoção de bactérias. O sistema foi construído com tambores de polietileno, apresentando uma altura total de 88 cm, dois filtros foram produzidos e preenchidos com cascalho e areia.

Moruzzi et al. (2017), também visou realizar o desenvolvimento de um protótipo de filtro lento, com meio filtrante de espessura reduzida para tratamento de água em áreas rurais, para isto foram realizados experimentos em duas etapas, o primeiro em escala piloto a fim de avaliar o comportamento de duas colunas de filtração lenta operadas com duas taxas de filtração de 2,4 m/d e 4,8 m/d e o segundo com duas espessuras da camada filtrante de 35 cm e 40 cm. Três sistemas foram construídos, possuindo uma altura total de 90 cm, preenchidos

com pedregulho e areia. Dentre os parâmetros de avaliação da eficiência dos filtros tem-se a turbidez, pH, coliformes totais, *Escherichia coli*.

Shigeoka et al. (2017), avaliaram uma adaptação de filtro lento, proposta por Magalhães e Sabogal Paz (2013), utilizando materiais de fácil aquisição, de modo a tornar essa tecnologia realmente acessível às comunidades brasileiras. O filtro foi construído com tudo de PVC, apresentando uma altura útil de 80 cm, preenchido com pedregulho grosso, pedregulho fino, areia grossa e areia fina, realizando o tratamento de água de poço pertencente a USP. Os autores avaliaram a remoção de turbidez da operação contínua.

Silva et al. (2018), realizaram a avaliação da eficiência de um sistema de filtração lenta na remoção de sólidos totais, pH, cor aparente e real, turbidez e *Escherichia coli*, da água de abastecimento da Fazenda Córrego dos Pinheiros, proveniente de uma nascente em Minas Gerais. Para confecção do filtro foi utilizada uma caixa d'água e o preenchimento foi realizado com brita nº 4, camada dupla de manta de bidim, brita nº 0, e novamente outra dupla camada de bidim.

Junior et al. (2019), realizou a comparação da eficiência de um filtro lento domiciliar construído com meios filtrantes reciclados de resíduos da construção e demolição, com um filtro lento domiciliar convencional, avaliando características físico-químicas e microbiológicas da água filtrada. Para isto, foram construídos dois filtros de galões de água mineral de 20L, cortados e encaixados, com uma altura total de 115 cm. Um dos filtros foi preenchido com brita nº 1, pedrisco, areia fina, areia grossa e manta geotêxtil e o segundo com reciclado de brita nº 1, de pedrisco, manta geotêxtil e de agregado miúdo (areia). Foi realizado o tratamento da água de um lago localizado no Parque Ecológico Prof. Hermógenes de Freitas Leitão em Campinas-SP. Para avaliar a qualidade da água tratada nos sistemas foram avaliados os parâmetros pH, Sólidos dissolvidos totais, turbidez e coliformes totais.

Zhao et al. (2019), realizou a comparação entre cinco filtros preenchidos com diferentes meios filtrantes, com o objetivo de obter um material de baixo custo como meio para purificar água de chuva. Os filtros foram construídos com uma altura total de 115 cm e preenchidos com 50 cm de meio filtrante sendo, o primeiro preenchido com areia, o segundo com uma mistura de calcário e argila vermelha, o terceiro de tijolo e argila, o quarto e o quinto com pó de tijolos. Para avaliar a qualidade da água tratada nos sistemas foram avaliados os parâmetros pH, turbidez, DQO, NH_4^+ , coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nascimento et al. (2012), verificaram uma variação de 6,7 a 7,4 para o parâmetro pH, a turbidez, apresentou uma remoção de 25 NTU para 14 NTU. A coloração apresentada pelas amostras após o processo de filtração obteve valores inferiores ao pré-estabelecido pela legislação, chegando a 13 mg/L PtCo.

Bagundol et al. (2013), verificaram uma eficiência de 89,34% a 100% para a remoção de *E. Coli*, assim como também apresentou elevadas remoções de turbidez para as diferentes profundidades de camada e taxas de aplicações submetidas, sendo parâmetros diretamente ligados a maturidade da camada de biofilme formada no sistema.

Os resultados de D'Alessio et al. (2015), mostraram que dentre os compostos farmacêuticos, apenas a cafeína foi removida completamente, enquanto os demais apresentaram baixa remoção. Porém, a presença de cafeína e estrogênio interferiu negativamente na remoção de coliformes totais e *E. Coli*. A remoção desses patógenos na *schmutzdecke* reduziu de 95 para 20% ao longo do experimento, o que foi relacionado a uma alteração na comunidade microbológica do biofilme. Apesar da queda de performance da *schmutzdecke*, coliformes totais e *E.Coli* ainda apresentaram remoções acima de 99% ao longo de todo o filtro.

Moruzzi et al. (2017), verificaram na primeira etapa, por um período de análise de 14 dias que os filtros não apresentaram bom desempenho para ambas as taxas aplicadas, a exemplo da turbidez que obteve uma eficiência de 47%, porém com valores acima dos permitidos por legislação. Na Etapa II, os filtros piloto FLA 1 (35 cm de areia) e FLA 2 (40 cm de areia) operaram por 43 e 46 dias, respectivamente. A remoção de turbidez obtida na Etapa II foi superior à alcançada na Etapa I. Os filtros, após um período de amadurecimento de cerca de 14 dias, apresentaram remoção de turbidez superior a 79% que garantiram que a turbidez residual permanecesse abaixo de 1 uT, limite estabelecido em Portaria. A remoção de coliformes totais chegou a 99,96%, tanto para o FLA 1 quanto para o FLA 2, enquanto que a remoção de *E.coli* atingiu 99,62% para ambos os filtros, mantendo a tendência crescente de remoção com o tempo de operação, e apresentando valores coerentes com os encontrados na literatura.

Shigeoka et al. (2017), obtiveram variações dos valores de turbidez analisados no período de fevereiro a julho do ano de 2016, que apresentou queda a longo dos dias, sendo a

remoção maior verificada após um período de 56 dias de operação, assim como também dentro do padrão estabelecido pela legislação.

Silva et al. (2018), observaram que todas as amostras apresentavam contaminação por *E. Coli*, sendo verificada uma remoção de 100%. Eficácia para a redução da cor aparente em todas as amostras coletadas após o sistema de filtração lenta apresentando valores inferiores a 0,125 uH. E para os parâmetros turbidez, pH e sólidos totais, os valores obtidos já eram inferiores aos estabelecidos pela legislação local antes do tratamento.

Junior et al. (2019), obteve uma redução dos valores de pH para os Filtros lentos de material reciclado, apresentando uma capacidade de neutralização das águas e uma remoção de turbidez elevada sendo obtido o valor de apenas 0,02 μ T. Para o parâmetro sólidos dissolvidos totais, foram obtidos valores elevados (de 218 mg.L-1), quando comparado com o filtro lento convencional. Para coliformes Totais, verificou-se uma remoção de 100%.

Zhao et al. (2019), obtiveram como resultados um bom desempenho na purificação da água de chuva pelos filtros, além de economia. Durante os 90 dias de experimento foi verificada uma maior eficiência do filtro preenchido com a mistura de calcário e argila vermelha, apresentando um menor período de maturação e promovendo uma remoção de 96,71% para NH_4^+ , 89,74% em DQO, 75,19% na turbidez, 92,31% para coliformes totais e 99,13% para coliformes termotolerantes. Os filtros preenchidos com pó de tijolos não foram eficientes por apresentarem elevação de pH e conseqüentemente dificuldade na formação de biofilme para realização do tratamento do afluente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A filtração lenta é capaz de remover diversos parâmetros das águas de abastecimento como cor aparente, turbidez, DQO, sólidos totais e suspensos, coliformes e *E. Coli*, além de compostos de produtos fármacos. Consiste em uma tecnologia de baixo custo e de manutenção, além de fácil operação, caracterizada por ser um sistema antigo e bastante difundido. Em alta, devido aos avanços realizados em pesquisas que realizam o aperfeiçoamento da tecnologia, a partir do uso de novos meios de filtração nos processos a exemplo dos não tecidos e materiais reciclados.

REFERÊNCIAS

BAGUNDOL, T. B.; AWA, A. L.; ENGUITO, M. R. C. Efficiency of Slow Sand Filter in Purifying Well Water. **J Multidisciplinary Studies**. v. 2, n. 1, 2013.

BRASIL. 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. **Ministério da Saúde**. Brasília, DF, 28 de setembro de 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-de-consolidacao-no-5-de-3-de-outubro-de-2017-1.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

D'ALESSIO, M.; YONEYAMA. B.; KIRS, M.; KISAND, V.; RAY, C. Pharmaceutically active compounds: Their removal during slow sand filtration and their impact on slow sand filtration bacterial removal. **Science of The Total Environment**, v. 524-525, 124-135, 2015.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2º ed. São Paulo: RiMa, 2005. v. 2.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Panorama do saneamento rural no Brasil**. Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

JUNIOR, V. M.; SANTOS, S. M. dos; GONZALEZ, B. C.; PIMENTEL, L. L.; LONGO, R. M. Filtração lenta domiciliar com meios filtrantes reciclados provenientes de resíduos da construção civil. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v. 6, p. 87-103, 2019.

MAGALHÃES, E. V.; SABOGAL PAZ, L. P. Filtração Lenta Domiciliar como Alternativa de Tratamento de Água para Comunidades Isoladas do Brasil - Desafios na Construção. Relatório Final. **Pesquisa de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/USP**, 2013.

MORUZZI, R. M. C. M.; AMUI, C. R.; BRANDÃO, C. C. S. Desenvolvimento e avaliação de protótipo de filtro lento para tratamento de água em domicílios rurais. In: Congresso ANES/FENASAN 2017, São Paulo. **Anais do Congresso ANES/FENASAN 2017**, 2017.

NASCIMENTO, A. P.; PELEGRINI, R. T.; BRITO, N. N. Filtração lenta para o tratamento de águas para pequenas comunidades rurais. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 2, n. 4, p. 54-58, 2012.

SHIGEOKA, C. Y.; MACIEL, P. M. F.; PAZ, L. P. S. Remoção de turbidez em filtro lento domiciliar operado em fluxo contínuo. In: Congresso ANES/FENASAN 2017, São Paulo. **Anais do Congresso ANES/FENASAN 2017**, 2017.

SILVA, D. E.; CORDEIRO, J.; CALAZANS, G. M.; VIEIRA, E. D.; PEREIRA, S. L. C. S. Análise da eficiência da filtração lenta para o tratamento de água de uma nascente situada na zona rural de Passabém-MG. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 6, p. 01-25, 2018.

ZHAO, Y.; WANG, X.; LIU, C.; WANG, S.; WANG, X.; HOU, H.; WANG, J.; LI, H. Purification of harvested Rainwater using slow filter with low-cost materials: Bacterial Community structure and purifying effect. **Science of the Total Environment**, v. 674, p. 344-354, 2019.