

Filtração em margem como técnica de tratamento de água destinada para o consumo humano: mapeamento sistemático na literatura

Denise Conceição de Gois Santos Michelan ^{1*}, Íkaro Damião Hora Sousa ², Jaisse da Silva Santos ³,
Laissy Messias dos Santos ⁴, Mayara Mendes Gonçalves de Oliveira ⁵, Taiane Aparecida Santos Torres
⁶

¹Docente em Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Brasil. Doutora em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. (*Autor correspondente: denisegois@yahoo.com.br)

²Pesquisador e Mestrando em Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Brasil.

³Pesquisadora e Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Brasil.

⁴Pesquisadora e Mestranda em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Brasil.

⁵Pesquisadora e Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Brasil.

⁶Pesquisadora e Mestranda em Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Histórico do Artigo: Submetido em: 24/10/2022 – Revisado em: 13/01/2023 – Aceito em: 03/03/2023

RESUMO

Entre as tecnologias de tratamento de água, a filtração em margem vem ganhando espaço em vários países ao redor do mundo, sobretudo nos países em desenvolvimento, que têm iniciado pesquisas e operações desse sistema como alternativa ao tratamento de água convencional. Nesse sentido, o presente estudo propõe realizar o mapeamento sistemático na literatura, para analisar a produção e o conteúdo de artigos científicos acerca da utilização da filtração em margem como técnica de tratamento de água para o consumo humano. A busca das referências bibliográficas foi realizada na base de dados eletrônica denominada SCOPUS (Elsevier), utilizando as palavras-chaves: “riverbank filtration”, “bank filtration” e “margin filtration”. Diante dos resultados, pôde-se observar que as palavras-chaves mais utilizadas nos estudos selecionados foram “Filtração em margem de rio”, “Qualidade da água”, “Água potável” e “Micropoluentes orgânicos”. Com relação ao número de publicações por ano, observou-se que os estudos são relativamente recentes, com registro de crescimento significativo de produções científicas entre os anos 2018 e 2019. A Alemanha se mostrou o país com maior número de publicações acerca da temática, totalizando 24% dos artigos. Sobre o número de publicações por revista, o periódico Water apresentou o maior quantitativo de artigos científicos sobre o tema, totalizando 24 publicações e perfazendo 35% do total de publicações. Dentre os parâmetros de qualidade analisados, os recorrentes foram: turbidez (16%), condutividade elétrica (16%), presença de bactéria (15%) e temperatura (15%). O mapeamento evidenciou que essa técnica se apresenta como alternativa atual para melhoria da qualidade da água para consumo.

Palavras-Chaves: Qualidade da água, Água potável, Tecnologias de tratamento de água.

Margin filtration as a water treatment technique intended for human consumption: systematic mapping in the literature

ABSTRACT

Among water treatment technologies, margin filtration has been gaining ground in several countries around the world, especially in developing countries, which have started research and operations of this system as an alternative to conventional water treatment. In this sense, the present study proposes to carry out a systematic mapping in the literature, to analyze the production and content of scientific articles about the use of margin filtration as a water treatment technique for human consumption. The search for bibliographic references was carried out in the electronic database called SCOPUS (Elsevier), using the keywords: “riverbank filtration”, “bank filtration” and “margin filtration”. In view of the results, it was observed that the keywords most used in the selected studies were “Filtration on the riverbank”, “Water quality”, “Drinking water” and “Organic micropollutant”. Regarding the number of publications per year, it was observed that the studies are relatively recent, with a significant growth record of scientific production between 2018 and 2019. Germany proved to be the country with the highest number of publications on the subject, totaling 24% of articles. Regarding

Michelan, D. C. G. S., Sousa, Í. D. H., Santos, J. S., Santos, L. M., Oliveira, M. M. G., Torres, T. A. S. (2023). Filtração em margem como técnica de tratamento de água destinada para o consumo humano: mapeamento sistemático na literatura.

Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.11, n.1, p.202-214.



the number of publications per journal, the Water journal presented the largest number of scientific articles on the subject, totaling 24 publications and making up 35% of the total number of publications. Among the quality parameters analyzed, the recurring ones were: turbidity (16%), electrical conductivity (16%), presence of bacteria (15%) and temperature (15%). The mapping showed that this technique presents itself as a current alternative to improve the quality of water for consumption.

Keywords: Water quality, Drinking water, Water treatment technologies.

1. Introdução

O abastecimento de água em quantidade e qualidade para os diversos fins, em especial, a água para consumo humano, é uma grande preocupação da humanidade que vive nas diversas partes do mundo, principalmente nas regiões semiáridas. No Brasil, como a maioria dos países emergentes, apesar de ter um abastecimento de água suficiente, não abrange na totalidade a cobertura para abastecimento de água potável. Há necessidade urgente de desenvolvimento de técnicas alternativas aos sistemas clássicos de tratamento e produção de água potável, adaptadas às realidades econômicas e sociais de cada país (UNESCO, 2009).

De acordo com ANA (2010), a situação hídrica nas regiões urbanas do Brasil, mostrava, no ano de 2010 que somente 45% dos 5.565 municípios brasileiros, com população de 52 milhões de pessoas, apresentavam abastecimento satisfatório em relação à disponibilidade e qualidade da água fornecida pelas concessionárias responsáveis por este serviço. Felizmente, a situação tem melhorado, e no ano de 2020, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) indicou que 96,1% dos 5.570 municípios do país (número total de municípios) eram abastecidos através do sistema público de abastecimento de água e o restante (3,9%) utilizavam soluções alternativas individuais para atendimento como poços, cisternas e caminhões pipas (SNIS, 2021).

Diante dessa realidade, o desenvolvimento de novas técnicas para o abastecimento e tratamento de água vem sendo incentivado, principalmente, no sentido de buscar tecnologias para atender pequenas populações e comunidades rurais. Sistemas de tratamento que tenham baixo custo de implantação e operação, facilidade de uso e eficiência são bem-vindos para o atendimento dessas demandas não assistidas. Dentre as tecnologias de tratamento de água, a filtração em margem vem ganhando espaço em vários países ao redor do mundo, sobretudo nos países em desenvolvimento, que iniciaram pesquisas e operações desse sistema como alternativa ao tratamento de água convencional nas últimas décadas (Freitas et al., 2018). O emprego dessa técnica desponta dentre as demais como ótima alternativa por oferecer água de melhor qualidade à população atrelada ao seu baixo custo e alta eficiência (Freitas, 2010).

Como definição da técnica, a filtração em margem consiste na perfuração de poços para captação da água que são construídos nas margens de mananciais, criando artificialmente uma diferença de nível (carga hidráulica) entre o manancial e o lençol freático. Esse desnível induz o escoamento da água em direção ao poço, fazendo com que a água ao final do percurso esteja clarificada e isenta dos possíveis contaminantes presentes na água superficial. Essa técnica utiliza dos próprios materiais sedimentares existentes nas margens e no fundo do manancial como meio filtrante para tratar a água (Pádua, 2006). Com isso, o escoamento da água pelos sedimentos do aquífero, faz com que ocorra a remoção de contaminantes físicos, químicos e microbiológicos contidos no manancial funcionando como filtro natural (Soares et al., 2021).

A técnica de filtração em margem pode ser usada para remover eficientemente turbidez, microrganismos, matéria orgânica natural, pesticidas, herbicidas, compostos químicos inorgânicos dissolvidos, fármacos, compostos que causam sabor e odor, pelos processos físicos, químicos e biológicos na passagem através do meio poroso (Sahoo et al., 2005). Além disso, muitos benefícios são visualizados com a utilização dessa técnica, pois se trata de tecnologia de tratamento de água natural, aproveitando a ação purificadora da natureza, entre eles, a diminuição do consumo de produtos químicos na desinfecção e na coagulação das águas, reduzindo consequentemente os custos de operação das estações de tratamento, quando utilizada como pré-tratamento das águas para abastecimento (Veras et al., 2016).

Considerando esse contexto, o presente estudo propõe realizar o mapeamento sistemático na literatura, para analisar a produção com base em artigos científicos acerca da utilização da filtração em margem como técnica de tratamento de água para o consumo humano.

2. Material e Métodos

O Mapeamento Sistemático (MS) fundamenta-se no levantamento de estudos específicos com a finalidade de identificar a evidência disponível nesse tópico. De acordo com Borges et al. (2013), o processo de elaboração do mapeamento sistemático ocorre em cinco etapas, sendo elas: 1) definição de questões de pesquisa, 2) realização da pesquisa de estudos primários relevantes, 3) triagem dos documentos, 4) keywording dos resumos e 5) a extração de dados e mapeamento. A respeito da questão de pesquisa, esta baseou-se em fazer um levantamento de estudos que tinham a sua metodologia baseada em tratamento de água para consumo humano. Portanto, a questão norteadora do estudo foi: “Quais são os parâmetros mais frequentes nos estudos acerca de filtração em margem para consumo humano?”

A busca por trabalhos na literatura é primordial para a elaboração do mapeamento sistemático. Dessa forma, como critério para seleção das referências bibliográficas, foi estabelecido que as mesmas deveriam estar disponíveis online e disponível na base de dados científica eletrônica denominada SCOPUS (Elsevier). A escolha por essa plataforma justifica-se por a mesma ser considerada a de maior amplitude em quantidade de artigos, internacionalmente. Inicialmente utilizou-se apenas a palavra-chave: “*margin filtration*” que significa filtração em margem. Após observação de trabalhos que traziam o termo de forma distinta ao considerado, adicionou-se as palavras-chaves: “*riverbank filtration*” e “*bank filtration*”, isto é, filtração em margem de rio e filtração em margem (que pode ser rio ou lago), respectivamente. Os critérios de inclusão foram determinados de maneira a abranger estudos disponíveis online na íntegra (acesso aberto) e somente estudos em formato de artigo, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma contendo critérios de inclusão e exclusão dos estudos.



Fonte: Autores (2022).

A busca por artigos foi processada de forma atemporal, com o intuito de identificar períodos em ano, em que os frutos científicos foram assim registrados em publicações.

Através deste procedimento de busca, foram identificados 179 artigos potencialmente elegíveis para inclusão neste trabalho. Posteriormente, foram identificados os estudos que continham sua metodologia voltada para filtração de água para consumo humano, e desses 179 artigos, somente 68 atenderam ao critério metodológico. Nesse sentido, os 68 trabalhos selecionados foram avaliados, primeiramente, conforme seu

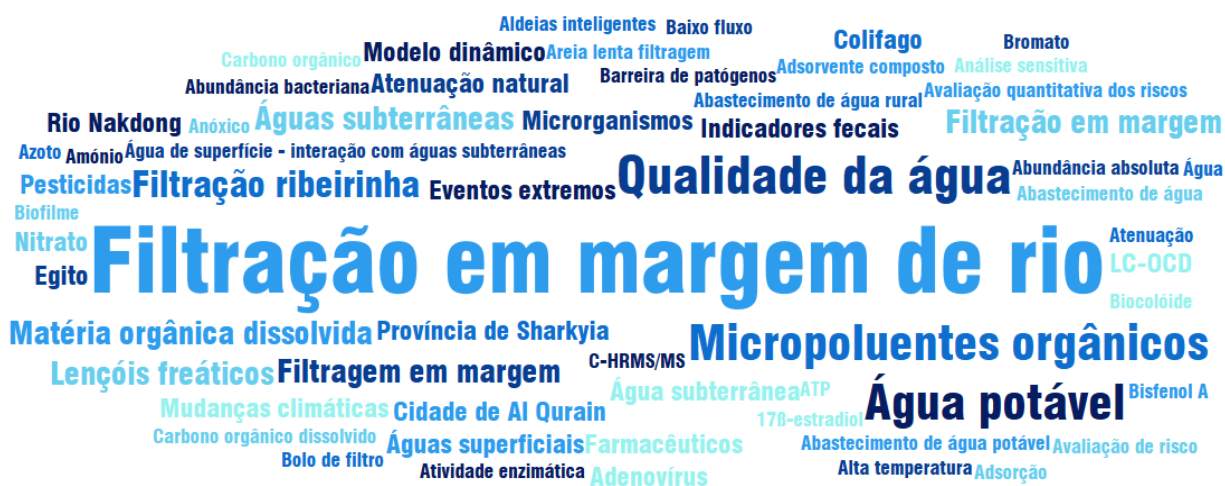
título e resumo. Em seguida, houve leitura mais atenta do contexto abordado, a fim de buscar respostas à pergunta norteadora do mapeamento sistemático. Para organizar e tabular os dados, foram avaliados os seguintes critérios: título original, título traduzido para o português, palavras-chaves, autores, país de origem, ano de publicação, revista e parâmetros metodológicos.

3. Resultados e Discussão

3.1 Principais palavras-chaves das publicações

Como resultado dessa investigação foram computadas 282 palavras-chaves citadas nos 68 artigos selecionados. Para melhor dispor essas palavras, elaborou-se a nuvem de palavras, da qual considerou-se as 60 palavras-chaves que mais apareceram nas publicações. A relevância da nuvem de palavras se baseia na proporção de recorrência em que a palavra é citada nos trabalhos supracitados. Como pode-se observar na Figura 2, as palavras-chaves que se destacaram foram: “*Filtração em margem de rio*”, “*Qualidade da água*”, “*Água potável*” e “*Micropoluentes orgânicos*”, no qual, quanto maior é o tamanho da fonte, maior é a frequência que essa palavra-chave foi utilizada. A palavra-chave “*Filtração em margem de rio*” foi uma das palavras utilizadas em inglês “*Riverbank Filtration*” para buscar os artigos na temática.

Figura 2 – Nuvem de palavras produzida a partir das principais palavras-chaves utilizadas.



Fonte: Autores (2022).

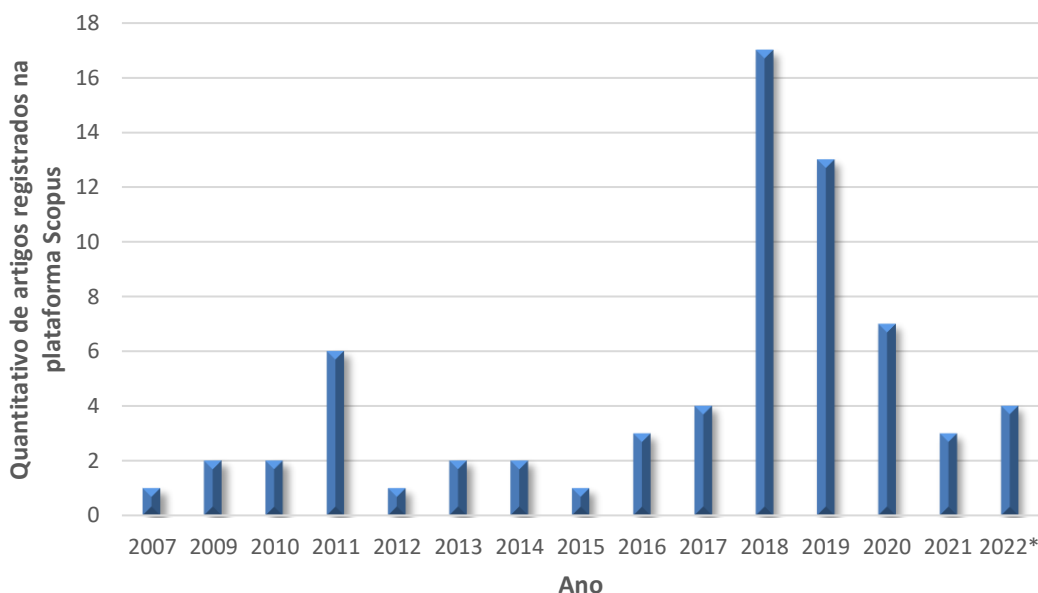
Como exemplo de recorrência das palavras-chaves supracitadas, Knabe et al. (2021a), Mossad, Abdullah e Souaya (2022) e Ghazal, Salman e Nieama (2022) estudaram a filtração em margem. Partindo do princípio que a filtração em margem de rio é um processo natural que contribui para melhoria da qualidade da água, podendo obter água potável segura a baixo custo por ser uma tecnologia que se beneficia do próprio ecossistema. Knabe et al. (2021a), Mossad, Abdullah e Souaya (2022) realizaram estudos em rios distintos situados no Egito e Kariem, respectivamente, ao passo que Ghazal, Salman e Nieama (2022) analisaram a tecnologia aplicada em um rio situado no Iraque. Em suma, os autores tiveram como finalidade averiguar a qualidade da água, após aplicação da técnica em questão, visando o consumo humano. Objetivando o mesmo propósito, Kondor et al. (2020) realizaram o estudo no Rio Danúbio situado na Hungria para averiguar a eficiência da filtração em margem para remoção de micropoluentes orgânicos presentes no manancial. Todos os autores supracitados apresentaram resultado de qualidade de água favorável.

3.2 Número de publicações por ano

Do mapeamento realizado na base de dados Scopus, observou-se que das 68 publicações sobre a utilização da filtração em margem no tratamento da água para o consumo humano, tiveram a distribuição temporal entre 2007 e 2022, com exceção de 2008: 2007 (1 artigo), 2009 (2 artigos), 2010 (2 artigos), 2011 (6 artigos), 2012 (1 artigo), 2013 (2 artigos), 2014 (2 artigos), 2015 (1 artigo), 2016 (3 artigos), 2017 (4 artigos), 2018 (17 artigos), 2019 (13 artigos), 2020 (7 artigos), 2021 (3 artigos) e 2022 (4 artigos).

Na Figura 3, observa-se a evolução da quantidade de publicações sobre a temática no decurso dos anos na base de dados escolhida. Apesar do registro na literatura, na plataforma supracitada, datar início das publicações em 2007, Ray, Melin e Linsky (2003) afirmam que em 1892 utilizou-se a técnica, por questões voltadas à epidemia de cólera ocorrida em Hamburgo (Alemanha) ocasionada por causa do abastecimento público de água proveniente do rio Elba, ou seja, por séculos, a técnica filtração em margem vem sendo utilizada, porém com pouca catalogação.

Figura 3 – Evolução do número de publicação de artigos ao longo dos anos da temática na base de dados Scopus.



*Publicados até agosto/2022.

Fonte: Autores (2022).

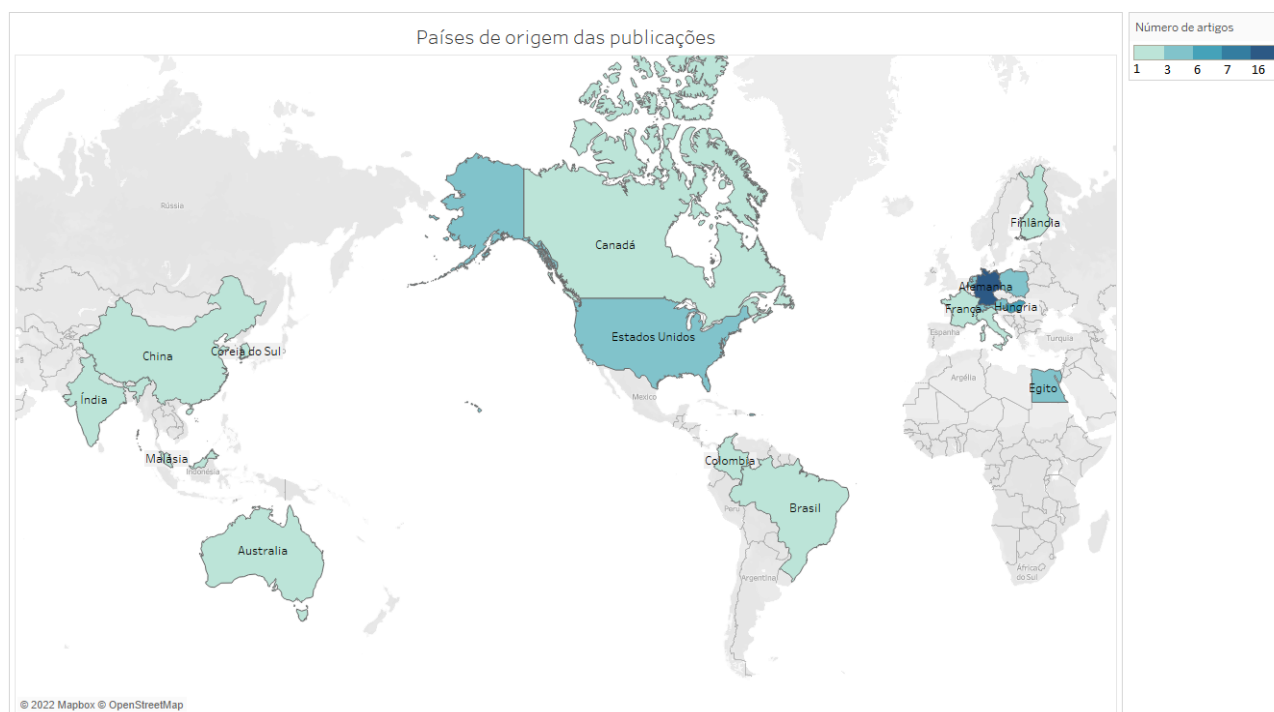
De acordo com Freitas et al. (2018), nos últimos anos o uso da filtração em margem tem crescido em vários países do mundo e várias instituições de ensino têm investido em pesquisas relacionadas ao tema. Analisando a Figura 3, observa-se que os estudos sobre o uso dessa tecnologia no tratamento de águas para consumo humano nesta base de dados é relativamente recente e apresentou crescimento significativo de produções científicas entre os anos 2018 e 2019.

Cabe salientar que o ano de 2022 tende a ampliar o número de artigos publicados, uma vez que foram computados até o mês de agosto do respectivo ano.

3.3 Países de origem das publicações

O levantamento registrou publicações de artigos em 20 países, dispostos em todos os cinco continentes, ilustrado na Figura 4. O país com o maior número de publicações foi a Alemanha, com 16 artigos publicados, 24% do total, seguido pela Hungria com 7 artigos (10%) e Egito com 6 publicações (9%). O Brasil apresentou apenas uma publicação. Ressalva-se que a Alemanha se destaca dos demais países, pelo fato da técnica abordada estar mais consolidada que nos demais países (Ray, Melin e Linsky, 2003).

Figura 4 – Número de publicações de artigos por países na base de dados Scopus.



Fonte: Autores (2022).

A grande quantidade de publicações acerca dessa temática na Alemanha pode ser explicada pela significativa utilização da filtração em margem para o abastecimento da população do país (16% da água potável fornecida). Em Berlim, aproximadamente 70% de seu abastecimento de água é produzido a partir da filtração em margem e recarga artificial de águas subterrâneas, o que correspondeu o consumo total de 620.000 m³/dia (Paiva, 2009). Além disso, por ser o país com os primeiros registros do uso da tecnologia, conforme Ray, Melin e Linsky (2003), justifica-se também o número de publicações no país.

De acordo com Csondor et al. (2020), a água subterrânea é um importante recurso na Hungria, da qual 96% da água potável depende dos recursos hídricos, incluindo a filtração em margem dos rios. As maiores cidades ao longo do Danúbio, incluindo as da Hungria, usam mais de 50% da água filtrada das margens do rio para o abastecimento de água potável (Kondor et al., 2020).

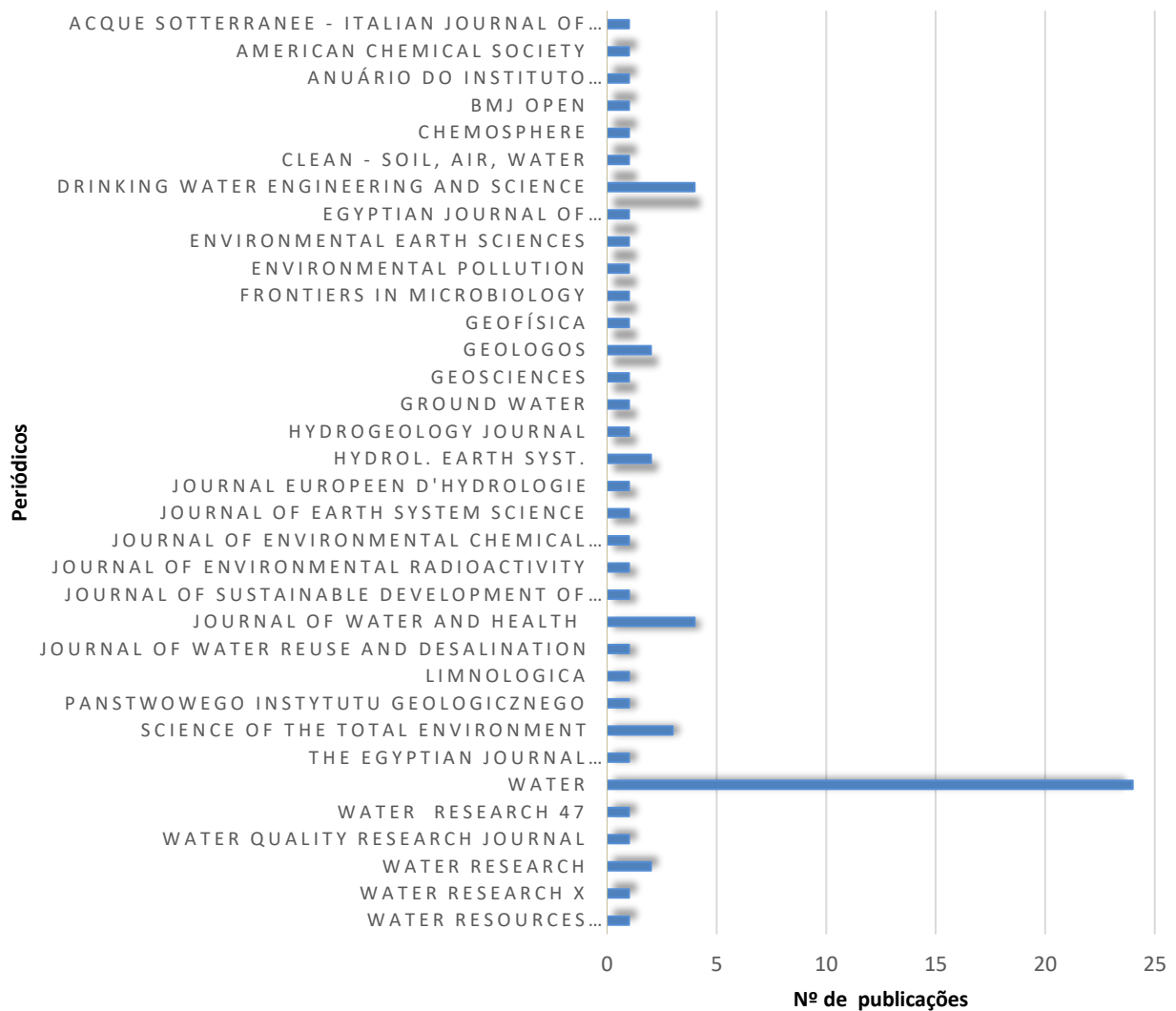
Abdelrady et al. (2020) afirmam que o governo egípcio tem investido na filtração em margem como solução econômica para substituir ou integrar os sistemas hidráulicos já existentes para fornecer água potável de qualidade à população. O Egito depende do rio Nilo em 95% de suas necessidades de água doce destinadas à irrigação, consumo e uso industrial. Para atender à crescente demanda de água e fornecer água potável no

Egito, várias empresas têm investido em programas para desenvolver locais de filtração em margem de rio em todas as províncias egípcias (Wahaab, Salah e Grischek, 2019).

3.4 Número de publicações por revistas e principais parâmetros de qualidade de água analisados nas publicações

Dos 68 artigos indexados na base de dados da Scopus, considerados no último crivo mediante critérios já mencionados, foram contabilizados 34 periódicos distintos, conforme demonstra a Figura 5.

Figura 5 – Quantidade de publicações por periódico.



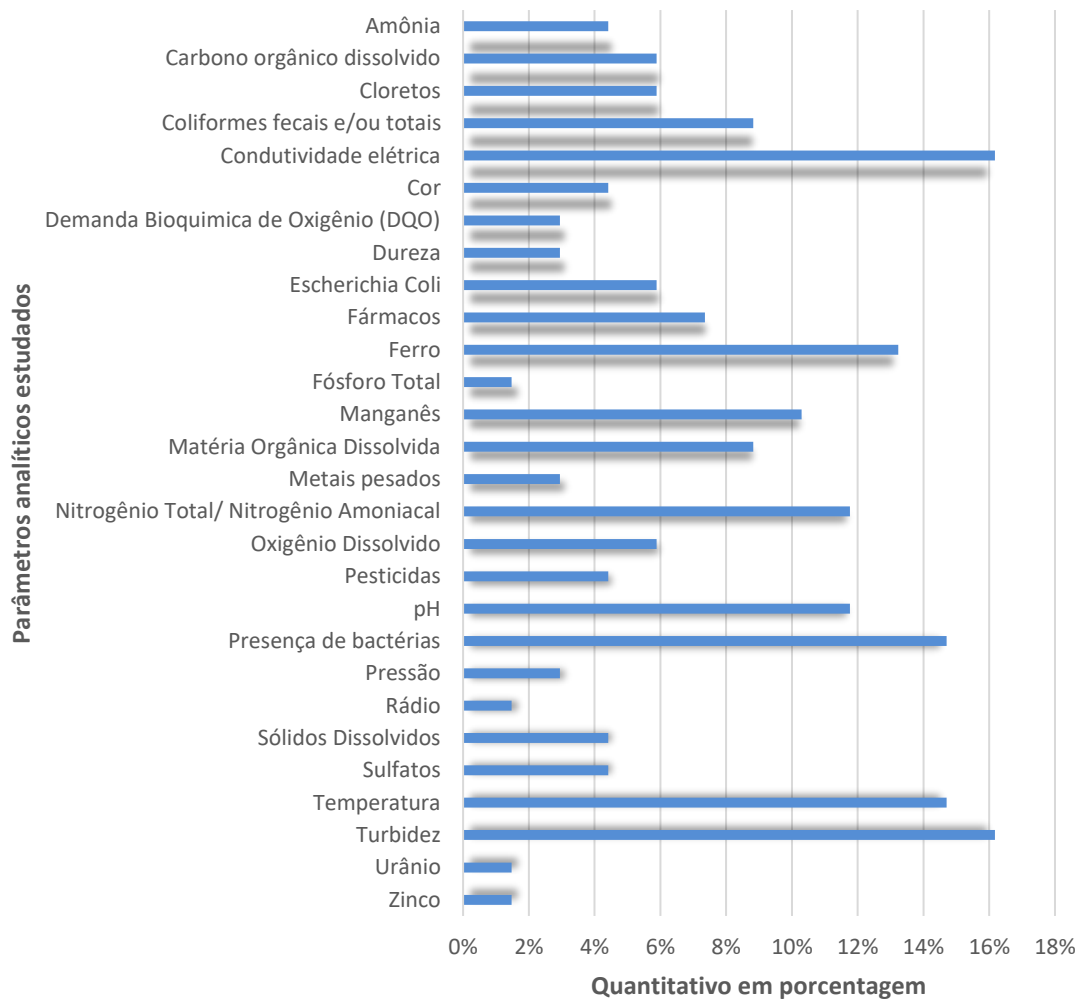
Fonte: Autores (2022).

A maioria das revistas (> 79%) apresenta apenas uma publicação sobre a temática. As que apresentaram maior representatividade foram Drinking Water Engineering and Science, Geólogos, Hydrol Earth Syst, Journal of Water and Health, Science of the Total Environment, Water Research e Water.

O periódico Water destacou-se em número de artigos científicos sobre o tema, com 24 publicações, perfazendo 35% do total. Ressalva-se que o periódico supracitado é uma revista internacional e interdisciplinar de acesso aberto, que abrange todos os aspectos da água, incluindo ciência da água, tecnologia, gestão e governança (MDPI, 2022).

Sobre os principais parâmetros de qualidade de água estudados nas publicações (Figura 6), ao analisar os artigos foi possível constatar qual foi o parâmetro de qualidade da água que os autores se propuseram a avaliar ao desenvolver o artigo sobre a técnica de filtração em margem.

Figura 6 – Quantitativo em porcentagem dos parâmetros analíticos estudados entre os artigos selecionados.



Fonte: Autores (2022).

No geral, foram 28 parâmetros analisados enquadrados em três tipos analíticos (físicos, químicos e biológicos). Entre eles os mais estudados foram: turbidez (16%), condutividade elétrica (16%), presença de

bactéria (15%), temperatura (15%), ferro (13%), nitrogênio total/nitrogênio amoniacal (12%), pH (12%) e manganês (10%), como é demonstrado na Figura 6, juntamente com os demais parâmetros analisados citados em ordem alfabética.

Diante dessa diversidade na investigação quanto ao uso da tecnologia de filtração em margem, os artigos trazem a análise de pelo menos um parâmetro, porém observa-se a preocupação de aproximadamente 40% dos pesquisadores em analisar entre dois, quatro ou cinco parâmetros, de modo a trazerem resultados mais representativos.

3.5 Publicações sobre a temática

A fim de embasar o tema “filtração em margem” correlacionando com o número de parâmetros estudados, foram selecionados 10 artigos de qualidade da água analisados nos mesmos. Assim, a partir dessa seleção, foi criado o portfólio bibliográfico com essas 10 publicações. A Tabela 1 apresenta o título destes trabalhos classificados por autor, ano de publicação e periódico de origem, ordenados da publicação com maior número de parâmetros de qualidade avaliados ao menor.

Tabela 1 – Trabalhos selecionados para compor o portfólio bibliográfico.

	Título	Autor(es)	Ano	Periódico	Nº de parâmetros avaliados
1	Filtração de margem inversa aplicada ao tratamento de águas superficiais	Belló et al.	2021	Anuário do Instituto de Geociências	14
2	The removal efficiency of total coliform, Escherichia coli, suspended solids, UV254 and colour using Zeliac filter in riverbank filtration system	Aziz et al.	2020	Water Quality Research Journal	12
3	Water Quality Changes during the Initial Operating Phase of Riverbank Filtration Sites in Upper Egypt	Wahaab, Salah, e Grischek	2019	Water	10
4	Water quality changes and organic matter removal using natural bank infiltration at a boreal lake in Finland	Jylhä-Ollila et al.	2020	Hydrogeology Journal	7
5	Uncertainty Analysis and Identification of Key Parameters Controlling Bacteria Transport Within a Riverbank Filtration Scenario	Knabe et al.	2021a	Water Resources Research	6
6	An Assessment of the Effectiveness of Riverbank Filtration in a	Noh et al.	2022	Water	5

Sewage Plant Effluent-Impacted River Using a Full-Scale Horizontal Well					
7	Transient nature of riverbank filtered drinking water supply systems - A new challenge of natural radioactivity assessment	Csondor et al.	2020	Journal of Environmental Radioactivity	5
8	Anthropic and Meteorological Controls on the Origin and Quality of Water at a Bank Filtration Site in Canada	Masse-Dufresne et al.	2019	Water	5
9	Dynamics of pathogens and fecal indicators during riverbank filtration in times of high and low river levels	Knabe et al.	2021b	Water Research	4
10	Analysis of the Performance of Bank Filtration for Water Supply in Arid Climates: Case Study in Egypt	Abdelrady et al.	2020	Water	4

Fonte: Autores (2022).

Dentre os artigos citados no portfólio bibliográfico, observou-se na Tabela 1 que o estudo em filtração em margem desenvolvido por Belló et al. (2021), Aziz et al. (2020) e Wahaab, Salah e Grischek (2019) analisaram a melhoria da qualidade da água para consumo humano em maior número de parâmetros (14, 12 e 10, respectivamente), retratando estudos mais completos sobre o tema.

Estudos desenvolvidos, seja na Alemanha (Knabe et al., 2021a), Egito (Wahaab, Salah e Grischek, 2019; Abdelrady et al., 2020), Hungria (Csondor et al., 2020) ou outra localidade de menor registro de aplicação da filtração em margem, a exemplo da Coreia do Sul (Noh et al., 2022), tem destinado a técnica para aplicação no tratamento de água, cuja finalidade é obter água potável voltada para o abastecimento humano (Bello et al., 2021; Aziz et al., 2020; Wahaab, Salah e Grischek, 2019; Jylhä-Ollila et al., 2020; Knabe et al., 2021a; Noh et al., 2022; Csondor et al., 2020; Masse-Dufresne et al., 2019; Abdelrady et al., 2020). A fim de verificar o desempenho da tecnologia supracita, é comum se fundamentar no processamento analítico e/ou em fatores influenciadores antrópicos e meteorológicos (Masse-Dufresne et al., 2019).

Quando se baseia em parâmetros analíticos, estudos com resultados favoráveis ao uso da filtração em margem trouxeram a exemplo, da eficiência na remoção de coliformes totais maior que 99% (Aziz et al., 2020), totalidade na remoção de coliformes fecais (Bello et al., 2021; Knabe et al., 2021b), redução da cor superior a 50% (Bello et al., 2021) e maior que 80% (Aziz et al., 2020), diminuição da turbidez (Bello et al., 2021; Noh et al., 2022), sólidos dissolvidos (Bello et al., 2021; Aziz et al., 2020), resultados favoráveis para a remoção de metais como ferro e manganês (Bello et al., 2021; Wahaab, Salah e Grischek, 2019), carbono orgânico total (Bello et al., 2021; Wahaab, Salah e Grischek, 2019; Jylhä-Ollila et al., 2020, Noh et al., 2022), condutividade elétrica (Masse-Dufresne et al., 2019), pH e temperatura (Knabe et al., 2021b), redução de nutrientes como nitrogênio e fósforo (Bello et al., 2021),

sólidos dissolvidos (Bello et al., 2021, Aziz et al., 2020), elementos radioativos naturais como rádio, radônio e urânio (Csondor et al., 2020). Entretanto, alguns estudos trouxeram como alerta o aumento da presença de ferro na água (Noh et al., 2022) e da matéria orgânica (Abdelrady et al., 2020).

Percebe-se que, aqueles estudos que abordaram parâmetros citados que não apresentaram redução ou remoção, possivelmente necessitaria de maior traslado da água de forma subterrânea, para assim alcançar resultados positivos.

4. Conclusão

Diante dos resultados obtidos neste estudo, pôde-se observar que as palavras-chaves mais utilizadas nos estudos selecionados foram “*Filtração em margem de rio*”, “*Qualidade da água*”, “*Água potável*” e “*Micropoluentes orgânicos*”. Com relação ao número de publicações por ano, observou-se que os estudos sobre o uso dessa tecnologia no tratamento de águas para consumo humano na base de dados selecionada neste estudo, é relativamente recente e apresentou crescimento significativo de produções científicas entre os anos 2018 e 2019.

A Alemanha se mostrou o país com maior número de publicações acerca da temática, pois dos 68 artigos selecionados, 16 são estudos alemães. O Brasil, apesar da necessidade de implantação de novas tecnologias voltadas para o abastecimento de água potável à população, apresentou apenas uma publicação na base de dados consultada.

No tocante ao número de publicações por revista, o periódico Water apresentou a maior quantidade de artigos científicos sobre o tema, totalizando 24 publicações e perfazendo um percentual de 35% do total de publicações. Dentre os parâmetros de qualidade analisados, os mais recorrentes foram: a turbidez (16%), a condutividade elétrica (16%), presença de bactéria (15%), temperatura (15%).

Assim, no mapeamento sistemático realizado na literatura ficou evidenciado que a filtração em margem é uma tecnologia que vem sendo estudada principalmente nos últimos anos, sendo que seu emprego se apresenta como alternativa para melhoria da qualidade da água para consumo. Com isso, fica como sugestão o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a essa temática no território brasileiro, diante das diversas dificuldades de acesso à água tratada e de boa qualidade nas diversas regiões do Brasil, principalmente, no Nordeste.

5. Agradecimento

À agência de Fomento Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de Pós-Graduação a nível de mestrado para as autoras: Laíssy Messias dos Santos (Processo: 88887.669654/2022-00) e Mayara Mendes Gonçalves de Oliveira (Processo: 88887.674999/2022-00).

6. Referências

Abdelrady, A., Sharma, S., Sefelnasr, A., El-Rawy, M., e Kennedy, M. (2020). Analysis of the Performance of Bank Filtration for Water Supply in Arid Climates: Case Study in Egypt. **Water**, 12, 1-19.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água: Resultados por Estado**. Vol. 2. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730>. Acesso em: setembro/2022. 2010.

Aziz, H. A., Ibrahim, N., Alazaiza, M. Y. D., e Win, C. K. (2020). The removal efficiency of total coliform, *Escherichia coli*, suspended solids, UV254 and colour using Zeliac filter in riverbank filtration system. **Water Quality Research Journal**, 55(1), 24-35.

Belló, S. L., Nonato, T. C. M., Filho, P. B., Neto, A. O., e Sens, M. L. (2021). Filtração em margem inversa aplicada no tratamento de águas superficiais. **Anuário do Instituto de Geociências**, 44, 1-11.

Borges, S. D. S., Reis, H. M., Durelli, V. H., Bittencourt, I. I., Jaques, P. A., e Isotani, S. (2013, Novembro). Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático. Anais do Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), São Carlos, SP, Brasil, 24 (1), p. 234.

Csondor, K., Bajak, P., Surbeck, H., Izasak, B., Horvath, A., Vargha, M., e Eross, A. (2020). Transient nature of riverbank filtered drinking water supply systems - A new challenge of natural radioactivity assessment. **Journal of Environmental Radioactivity**, 211, 1-8.

Freitas, J. B. A., Cabral, J. J. S. P., Paiva, A. L. R., Santos, S. N., e Silva, N. B. N. (2018). A técnica de filtração em margem: histórico de aplicação no mundo e experiências brasileiras. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 4(1), 165-175.

Freitas, D. A. (2010). **O Emprego da técnica de filtração em margem para tratamento de água no rio Beberibe, Região Metropolitana do Recife**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Ghazal, K. A., Salman K. A., Nieama, A S. (2022). Assessing the attenuation of microbial contaminants of Al-Kufa River water through the natural process of riverbank filtration. **Egyptian Journal of Aquatic Research**. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2022.04.005>

Jylhä-Ollila, M., Laine-Kaulio, H., Niinikoski-Fusswinkel, P., Leveinen, J., e Koivusalo, H. (2020). Water quality changes and organic matter removal using natural bank infiltration at a boreal lake in Finland. **Hydrogeology Journal**, 28, 1343-1357.

Knabe, D., Guadagnini, A., Riva, M., & Engelhardt, I. (2021a). Uncertainty analysis and identification of key parameters controlling bacteria transport within a riverbank filtration scenario. **Water Resources Research**, 57, 1-24. <https://doi.org/10.1029/2020WR027911>

Knabe, D., Wang, H., Engelhardt, I., Droste, B., Rohns, H., Stumpp, C., Ho, J., e Griebler, C. (2021b). Dynamics of pathogens and fecal indicators during riverbank filtration in times of high and low river levels. **Water research**, 209, 1-16.

Kondor, A. C., Gergely, J., Vancsik, A., Filep, T., Szeberényi, J., Szabó, L., Maász, G., Ferincz, Á., Dobosy, P., Szalai, Z. (2020). Occurrence of pharmaceuticals in the Danube and drinking water wells: Efficiency of riverbank filtration. **Environmental Pollution**, 265, parte A. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114893>

Masse-Dufresne, J. M., Baudron, P., Barbecot, F., Paternaude, M., Pontoreau, C., Proteau-Bédard, F., Menou, M., Pasquier, P., Veuille, S., e Barbeau, B. (2019). Anthropogenic and Meteorological Controls on the Origin and Quality of Water at a Bank Filtration Site in Canada. **Water**, 11, 1-22.

MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 2022. **About Water**. Suíça. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/journal/water/about>>. Acesso em: 25/09/2022.

Mossad, M., Abdullah, A. M., Souaya, E. M. (2022). Biodegradation Model of Dissolved Organic Matter during River Bank Filtration, at Al-Qurain City, Sharkyia Governorate, Egypt. **Egyptian Journal of Chemistry**, 65, 423-430. <https://doi.org/10.21608/EJCHEM.2021.96710.4527>

Noh, J. H., So, S. H., Park, J. W., Kim, S. Y., Song, K. G., Choi, J., Kim, G. B., Son, H., Kim, H., e Maeng, S. K. (2022). An Assessment of the Effectiveness of Riverbank Filtration in a Sewage Plant Effluent-Impacted River Using a Full-Scale Horizontal Well. **Water**, 14(12), 1-12. <https://doi.org/10.3390/w14121873>

Pádua, V. L. (2006). **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano** (1a Ed.). Belo Horizonte: Sermograf, 504 p.

Paiva, A. L. R. (2009). **O processo de Filtração em Margem e um Estudo de Caso no rio Beberibe**. Universidade Federal de Pernambuco, Doutorado em Engenharia Civil – Área de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Tese de Doutorado. Recife – PE.

Ray, C., Melin, G., e Linsky, R. M. (2003). **Riverbank Filtration: Improving source-water quality**, v.43. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 365p.

Sahoo, G. B., Ray, C., Wang, J. Z., Hubbs, S. A., Song, R., Jasperse, J. e Seymour, D. (2005). Use of artificial neural networks to evaluate the effectiveness of riverbank filtration. **Water Research**, 39, 2505-2516.

SNIS. **Diagnóstico temático dos serviços de água e esgoto: Versão Geral - Ano de Referência 2020**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf. Acesso em: setembro/2022. 2021.

Soares, M., Pizzolatti, B. S., Sens, M. L., Gluszczak, A. G. e Poncio, T. O. (2021). Filtração em margem: avaliação hidráulica da região da lagoa do Peri (SC) utilizando Processing Modflow. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, 12(8), 184-197.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **United Water in a Changing World, The United Nations World Water Development Report 3**, World Water Assessment Programme. Istanbul, Turkey. 2009.

Veras, T. B., Cabral, J. J. S. P., A. L. R., Filho, A. D. C, e Santos, S. N. (2016, setembro). Recarga induzida através do bombeamento nas margens e o papel da meiofauna no leito poroso. **Anais do Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, Campinas, SP, Brasil, 16.

Wahaab, R. A., Salah, A., e Grischek, T. (2019). Water Quality Changes during the Initial Operating Phase of Riverbank Filtration Sites in Upper Egypt. **Water**, 11, 1-18.