

UMA ANÁLISE DOS PRINCIPAIS TRABALHOS CIENTÍFICOS SOBRE ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS DA COVID-19 POR MEIO DA ANÁLISE DE ESGOTOS SANITÁRIOS

AN ANALYSIS OF THE MAIN SCIENTIFIC PAPERS ON EPIDEMIOLOGICAL STUDIES OF COVID-19 THROUGH THE ANALYSIS OF SANITARY SEWAGE

Suélho Pereira dos Santos^a, Elias Matias Bentes^a, Estelita Lima Cândido^a, Francisco José de Paula Filho^a

^aUniversidade Federal do Cariri – UFCA

spsmauriti@gmail.com, elias.matias@aluno.ufca.edu.br, estelita.lima@ufca.edu.br, francisco.filho@ufca.edu.br

Submissão: 26 de abril de 2024

Aceitação: 13 de novembro de 2024

Resumo

A presente pesquisa, fundamentada em revisão de literatura, teve como objetivo efetuar um mapeamento para avaliar trabalhos científicos publicados sobre a indexação *Wastewater-Based Epidemiology (WBE)* na pandemia SARS-CoV-2. Os artigos foram compilados a partir das bases de dados *Scopus* e *Web of Science* e organizados com base em sua relevância quanto ao número de citações e a sua correspondência ao tema. Fez-se o uso da ferramenta *VOSviewer*, subsequente realizou-se uma análise cienciométrica e qualitativa. Um total de 379 trabalhos foram pesquisados em periódicos nas bases de dados de busca *Web of Science* e *Scopus*. A análise das palavras-chave (*epidemiology*, *wastewater*, *covid-19*, *SARS-CoV-2*, *covid*) revelou cerca de 47 ocorrências do termo *WBE*. A produção científica no tema concentrou-se nos Estados Unidos (23%), China (7%), Austrália (9%), Índia (8%) e Japão (7%). Foi evidenciado que, globalmente, a metodologia *WEB* foi utilizada para antecipar picos de infecção do vírus sobre as populações. Os resultados demonstraram valores incipientes de produção nos países em desenvolvimento na América do Sul, Brasil e México (< 5%). Este dado é preocupante, considerando que esses países fazem parte do grupo de nações que concentrou 80% das mortes por Covid entre janeiro de 2020 a dezembro de 2021.

Palavras-chave: pandemia; covid-19; análise cienciométrica; *VOSviewer*.

Abstract

This research, based on a literature review, aimed to map and evaluate scientific papers published on *Wastewater-Based Epidemiology (WBE)* indexing in the SARS-CoV-2 pandemic. The articles were compiled from the *Scopus* and *Web of Science* databases and organized based on their relevance in terms of the number of citations and their correspondence to the topic. The *VOSviewer* tool was used, followed by a scientometric and qualitative analysis. A total of 379 papers were searched for in journals in the *Web of Science* and *Scopus* search databases. Analysis of the keywords (*epidemiology*, *wastewater*, *covid-19*, *SARS-CoV-2*, *covid*) revealed around 47 occurrences of the term *WBE*. Scientific production on the subject was concentrated in the United States (23%), China (7%), Australia (9%), India (8%) and Japan (7%). It was found that, globally, the *WEB* methodology was used to anticipate peaks of virus infection in populations. The results showed incipient production values in developing countries in South America, Brazil and Mexico (< 5%). This data is worrying, considering that these countries are part of the group of nations that concentrated 80% of Covid deaths between January 2020 and December 2021.

Keywords: pandemic; covid-19; scientometric analysis; *VOSviewer*.

INTRODUÇÃO

A epidemiologia baseada em águas residuais (*wastewater-based epidemiology*) (*WBE*) surge como alternativa promissora, por permitir a

detecção do vírus nos esgotos sanitários, em escala comunitária (Soares *et al.*, 2020). Essa metodologia vem sendo usada com sucesso para rastrear e fornecer alertas precoces de surtos de vírus como o da hepatite A, o poliovírus e o

norovírus (Soares *et al.*, 2020; Mao *et al.*, 2020).

A WBE pode fornecer uma abordagem eficaz para prever a propagação potencial da infecção de patógenos numa comunidade por meio de testes de agentes infecciosos em águas residuais. A abordagem vem sendo largamente empregada como uma forma eficaz de rastrear drogas ilícitas e obter informações sobre saúde, doenças e patógenos, considerando um determinado espaço geográfico (Mao *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2015).

Kasprzyk-Hordern *et al.* (2014) afirmam que a abordagem WBE é baseada no fato de que os produtos de excreção humana de origem corporal externa ou interna, resultantes da exposição a compostos químicos estranhos (por exemplo: drogas ilícitas, alimentos ou tóxicos ambientais e agentes biológicos infecciosos) são coletados e agrupados pelo sistema de esgoto.

O vírus SARS-CoV-2 pertence à família dos coronavírus. A doença resultante da infecção causada pelo vírus foi nomeada covid-19 e foi classificada como pandemia pela *World Health Organization* (WHO), suscitando uma declaração de emergência pública de importância internacional (Gormley *et al.*, 2020; WHO, 2020).

Diante disso, pesquisas publicadas evidenciam que a covid-19 vem sendo detectada em esgotos em várias partes do mundo. Na Holanda, nos Estados Unidos e na Suécia, por exemplo, vários grupos de pesquisas começaram a analisar a presença do novo coronavírus em águas residuárias (Sodré *et al.*, 2020).

Zdenkova *et al.* (2022) estudaram a presença do RNA SARS-CoV-2 nas águas residuais de Praga, na qual, identificaram a presença nos principais esgotos da cidade, sendo valores mais consistentes; no entanto, áreas residenciais com mais de 7 mil habitantes também se mostraram promissoras quanto à identificação da presença do vírus, inferindo com isso, que os pequenos esgotos servem como *hotspots* do SARS-CoV-2 em grandes centros urbanos.

No Brasil, a rede de monitoramento COVID esgotos vem monitorando o novo coronavírus em amostras de esgoto nas cidades de Belo Horizonte e Contagem, sob coordenação do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Estações de Tratamento de Esgotos Sustentáveis (INCT ETES Sustentáveis) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (INCT ETES Sustentáveis, 2021).

Perante o exposto, corroborando com o método WBE, a bibliometria se mostra efetiva para explorar um banco de trabalhos científicos alusivos a um determinado tema específico. O termo pode

ser entendido como sendo a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos na análise de obras literárias (Pritchard, 1969; Chueke; Amatucci, 2015). Dois aspectos do mapeamento que podem ser distinguidos são a construção de mapas bibliométricos e a representação gráfica de tais mapas (Van Eck; Waltman, 2009).

Tendo em vista a relevância da temática do monitoramento epidemiológico da SARS-CoV-2 nas águas residuárias, o presente estudo objetiva contribuir para a bibliometria por meio da aplicação de métodos estatísticos e matemáticos a encontrar relevantes estudos acadêmicos desenvolvidos sobre o tema, por meio do roteiro, a saber: (I) realizar um levantamento bibliométrico e analisar os principais trabalhos científicos relacionados ao tema WBE relacionados à pandemia do SARS-CoV-2; (II) efetivar uma análise cientométrica dos periódicos indexados às bases *Scopus* e *Web of Science*; (III) identificar a densidade de publicações, por meio do acoplamento bibliográfico, coocorrência, citações e coautoria, tanto dos países que mais publicam, quanto dos autores; (IV) compreender qual o comportamento futuro referente à epidemiologia baseada em águas residuais no cenário pandêmico da covid-19.

METODOLOGIA

A revisão de escopo no domínio da WBE seguiu três etapas abrangendo o mapeamento da literatura disponível por meio de pesquisa bibliométrica, análise cientométrica e avaliação qualitativa das principais lacunas e evidências emergentes.

Para definir o escopo, a análise bibliométrica seguiu uma abordagem com base no relatório preferido para revisões sistemáticas e extensão meta-análises (PRISMA, 2015) *Checklist* (Tricco *et al.*, 2018) e as diretrizes de revisão de escopo do *Joanna Briggs Institute* (Khalil *et al.*, 2020).

A questão central da pesquisa, que consiste em analisar os trabalhos sobre a metodologia WBE na pandemia da covid-19 e realizar uma análise cientométrica dos mesmos, usando a ferramenta *VOSviewer*, foi definida de acordo com o acrônimo PCC (População, Conceito e Contexto), orientado pelas diretrizes adotadas na revisão (Khalil *et al.*, 2020).

Pesquisa bibliométrica

No mapeamento da literatura foi utilizada a base de dados *Scopus*, considerada uma das

principais ferramentas de busca acadêmica (Dash; Kalamdhad, 2021). Os critérios de busca empregados em ambas as bases de buscas estão elencados no Quadro 1. Considerou-se um corte

temporal de publicações anteriores ao início da pandemia da covid-19 até os trabalhos aceitos e atualmente em processo de publicação (*no prelo*).

Quadro 1- Critérios usados nas bases de busca *Scopus* e *Web of Science*

Base de busca <i>Scopus</i>		Base de busca <i>Web of Science</i>
Palavras-chave	<i>Epidemiology, wastewater, covid-19, SARS-CoV-2</i>	<i>Wastewater, epidemiology, covid, SARS-CoV-2</i>
Operadores Booleanos	<i>AND, OR</i>	<i>AND</i>
Faixa temporal	2018-2023	2018-2023

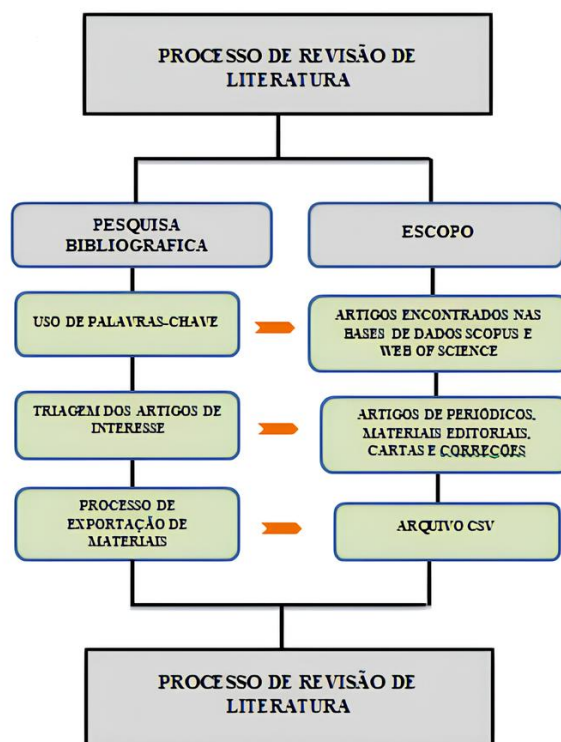
Fonte: autores, 2023.

O delineamento do procedimento de revisão de literatura para as duas bases de dados é evidenciado na Figura 1.

Nas duas bases de dados, foram compilados artigos publicados ou aceitos para publicação, materiais editoriais, cartas, e resumos de

conferência. Os trabalhos foram exportados no formato *Comma-separated values* (CSV) para base de dados *Scopus*, contudo, selecionando as opções de informações de citação, bibliográficas, resumo e palavras-chave, detalhes do financiamento e outra informação.

Figura 1 - Esquemática do processo de revisão de literatura



Fonte: autores, 2023.

Análise cienciométrica

A análise cienciométrica consistiu no emprego do programa *VOSviewer* (Van Eck; Waltman, 2009) para o referido estudo, na qual,

usou-se a versão de número 1.6.18. A ferramenta de mineração *VOSviewer* foi usada para se obter os seguintes propósitos: (i) exportar para o programa os dados baixados nas bases *Scopus* e *Web of Science*; (ii) analisar as características dos

documentos carregados.

Discussão qualitativa

A última etapa consistiu na análise qualitativa e discussão de publicações mais relevantes em termos de fator de impacto e citações. Na análise foram considerados os principais aspectos das produções científicas no campo da epidemiologia baseada em águas residuárias relacionada à incidência e disseminação do vírus da covid-19 nas populações.

Em acréscimo, a discussão qualitativa permitiu identificar lacunas na literatura existente, bem como compreender como as pesquisas vêm sendo conduzidas na referida área, considerando-se ser um assunto com evidências emergentes, em que a produção científica existente é recente e/ou incipiente, além de propor direções futuras efetivas para as pesquisas envolvendo o domínio da metodologia WBE considerada no estudo.

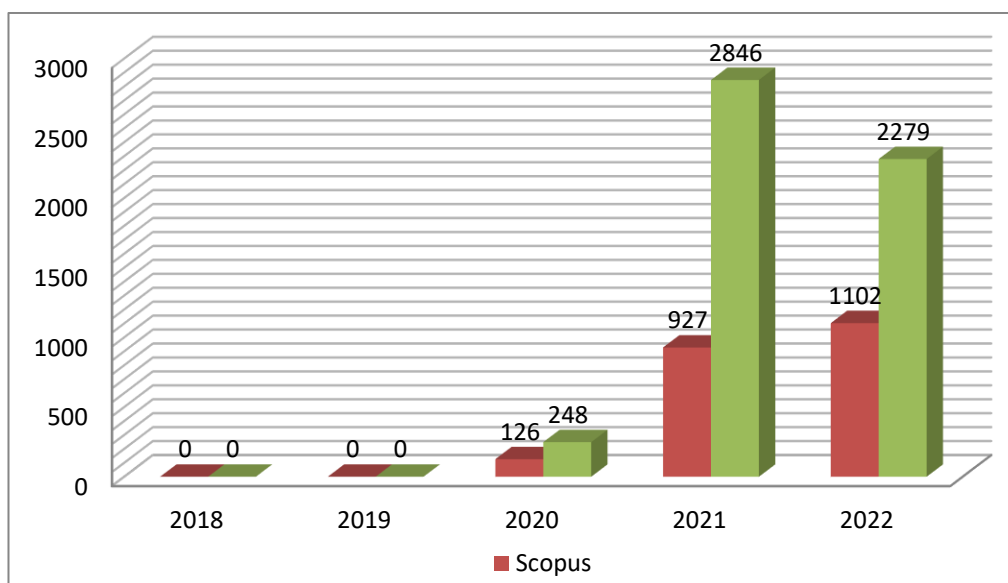
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise bibliométrica junto à base de busca Scopus e WOS

Diante da pesquisa realizada, foram encontrados cerca de 379 documentos nas duas bases de dados utilizadas, incluindo artigos, análise, documento de conferência, errata, carta, observação e breve pesquisa.

Em relação ao idioma, predominantemente os trabalhos foram publicados em Inglês, cerca de 66, uma vez que a grande maioria dos periódicos internacionais exige que os artigos sejam publicados em língua inglesa. A Figura 2 elucida o comportamento das citações dos documentos encontrados na base Scopus e WOS, relacionados à indexação da epidemiologia baseada em águas residuais na pandemia do SARS-CoV-2, a partir do ano de 2018.

Figura 2 - Quantitativo das citações dos documentos encontrados na base Scopus e WOS



Fonte: autores, 2023.

Na Figura 2, os resultados quantitativos da pesquisa cienciométrica realizada, demonstram crescimento expressivo no número de citações dos trabalhos referentes ao tema do método WBE durante a pandemia da covid-19, quando os trabalhos encontrados na base Scopus tiveram um máximo de 1102 citações no ano de 2022 e os encontrados na base WOS foram citados 2846 vezes no ano de 2021.

O resultado da pesquisa demonstra o crescimento contínuo da produção científica em função da expansão da crise sanitária no mundo, movida pela necessidade de abordagens que

permitissem ampliar o leque de informações sobre a disseminação da doença. Na medida em que, as informações da Figura 2 demonstram um crescimento de publicações relacionadas à metodologia WBE, logo no início da pandemia da covid-19.

Para os resultados encontrados na WOS, obteve-se ao todo um total de 310 trabalhos publicados entre os anos de 2020 e 2022. Desta forma, seguiu-se o comportamento evidenciado na pesquisa realizada na base Scopus.

Diante disso, demonstra-se a contribuição da metodologia WBE como ferramenta para avaliar o

comportamento do vírus sobre uma população. Ainda sobre a base WOS, cerca de 257 produções no formato artigo foram encontrados, como também, 30 artigos no formato de revisão, 15 com acesso antecipado (*no prelo*), 6 do tipo materiais editoriais, 1 do tipo carta e 1 no formato correções. A grande maioria estava em língua inglesa.

Os trabalhos foram publicados em periódicos internacionais de objetivos e escopo amplos, não se atendo apenas aquelas no campo das Ciências da Vida, demonstrando-se uma interdisciplinaridade do tema em questão. Foi verificada produção em periódicos interdisciplinares como *Science of the total*

environment, Water research, International journal of environmental research and public health, Water Science and technology, Scientific reports, Environmental Science and pollution research, Environmental Science and technology, Science of the total environment.

Análise cienciométrica: Informações científicas dos periódicos

Na Tabela 1 são elencados os principais periódicos indexados com o total de produções científicas, suas citações e fator de impacto associados.

Tabela 1 - Características quantitativas dos periódicos indexados às bases Scopus e WOS sobre epidemiologia baseada em águas residuais

Periódicos Base Scopus	Quantidade de documentos	Número de citações	Fator de impacto
<i>Science of the total environment</i>	21	588	7.963
<i>Water research</i>	10	404	11.236
<i>International journal of environmental research and public health</i>	3	26	3.390
<i>Water Science and technology</i>	2	4	1.915
<i>Scientific reports</i>	3	5	4.380
<i>Environmental Science and pollution research</i>	2	2	4.223
<i>Environmental Science and technology</i>	3	290	9.028
TOTAL	44	1289	-
Periódicos Base WOS	Quantidade de documentos	Número de citações	Fator de impacto
<i>Science of the total environment</i>	31	824	7.963
<i>Water research</i>	12	383	11.236
<i>International journal of environmental research and public health</i>	5	87	3.390
<i>Water Science and technology</i>	4	54	1.915
<i>Pathogens</i>	2	8	6.823
<i>Journal of water and health</i>	3	2	1.744
<i>Acs & water</i>	2	12	-
<i>Environmental research</i>	1	127	6.498
<i>Environmental Science and pollution research</i>	2	2	4.223
<i>Environmental Science and technology</i>	3	248	9.028
TOTAL	65	1747	-

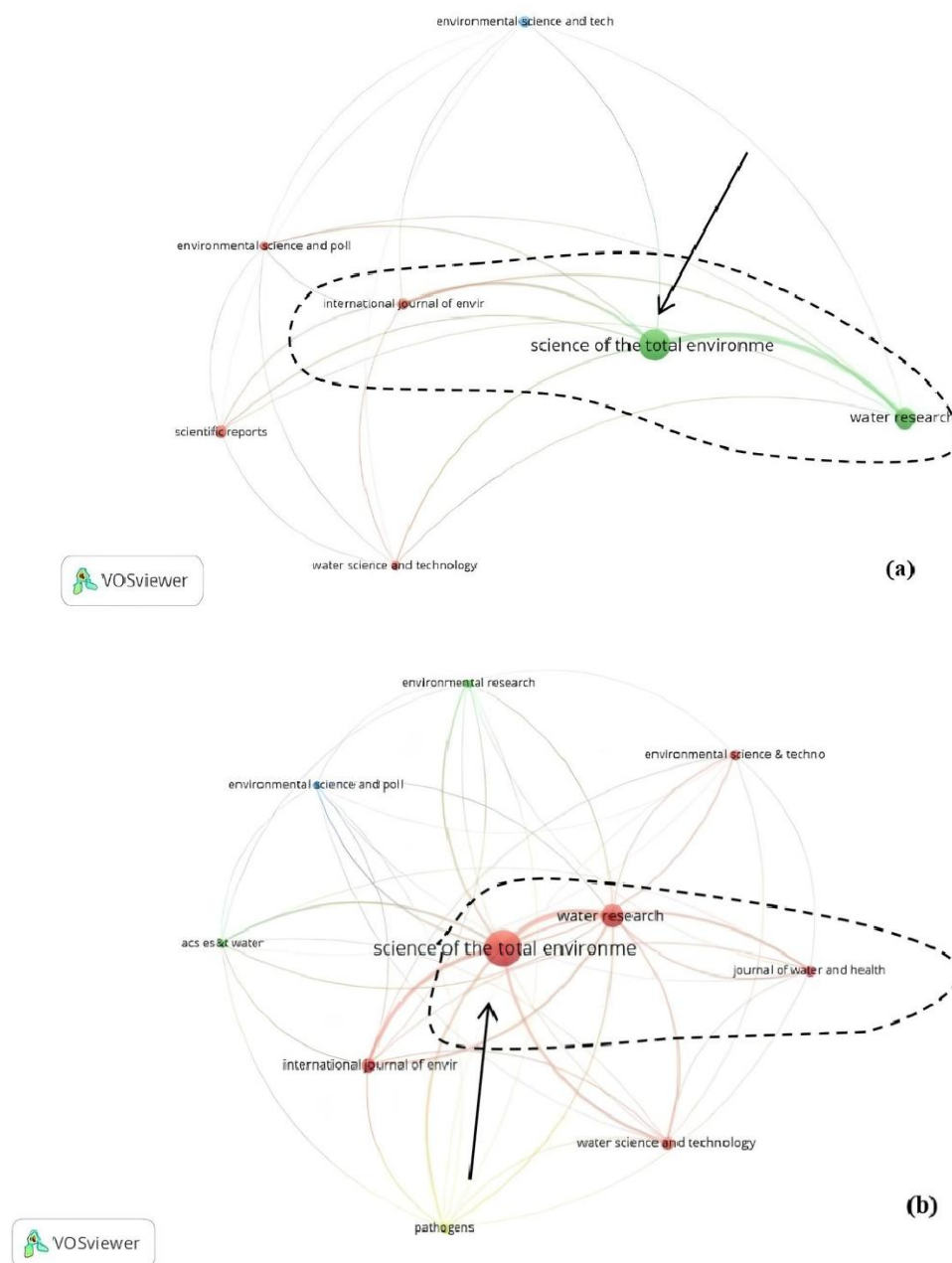
Fonte: autores, 2023.

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que há uma concentração de publicações em periódicos de elevado fator de impacto aferido pela métrica do *Journal Citation Reports* (JCR). Houve no período considerado uma maior concentração de produções científicas nos periódicos *Science of the total environment*, *Water research*, *International journal of environmental research and public health*, com fator de impacto entre uma faixa de 3.3 a 11.2.

A publicação dos estudos em periódicos de maior repercussão e audiência é corroborada pelo

total geral de citações, que no caso dos artigos publicados em *Science of the total environment* alcançou 588, de acordo com dados coletados na base *Scopus*, contudo, o número de citações para os dados da base *WOS* foi de 824. Em consonância com este resultado a Figura 3 elucida os periódicos onde a produção no tema *WBE* foi mais significativa, uma vez que o tamanho do nó é proporcional à quantidade de publicações num determinado periódico relacionando-se ao número de documentos publicados, citações e total de links.

Figura 3 - Mapeamento dos periódicos mais influentes (a) Cluster dos periódicos mais produtivos junto à base *Scopus*; (b) Cluster dos periódicos mais produtivos junto à base *WOS*



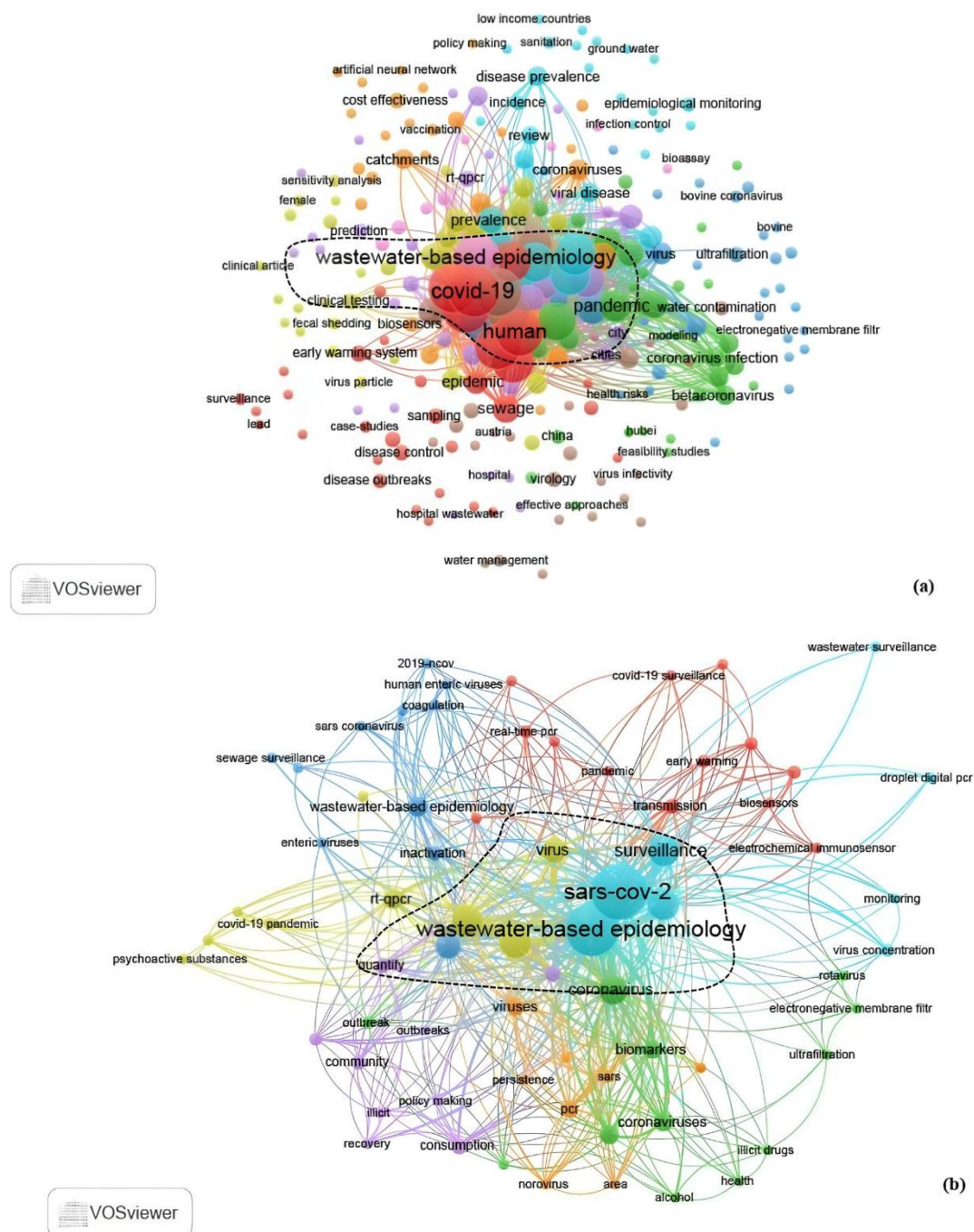
Fonte: autores, 2023.

Coocorrência das palavras-chave presente nos artigos baixados junto à base de busca *Scopus* e *WOS*

Um total de 234 itens (palavras-chave) foram encontrados na investigação efetivada, formando um conglomerado de 9 *clusters* diferentes para os dados importados da base *Scopus*. 964 palavras-chave foram identificadas nos documentos

oriundos da base *Scopus*, contudo, apenas 255 dessas possuem no mínimo 2 ocorrências em cada artigo (Figura 4). Tal resultado evidencia a relevância do método *WBE* aplicado com o intuito de entender o comportamento populacional no momento em que passa por uma pandemia, a saber, da covid-19, ou seja, através dos componentes encontrados no esgoto.

Figura 4 - Coocorrência das palavras-chave encontradas a partir dos dados baixados junto à base de dados Scopus e WOS. (a) Palavras-chave junto à base Scopus; (b) Palavras-chave junto à base WOS



Fonte: autores, 2023.

As palavras-chave mais citadas (Figura 4a) são covid-19, SARS-CoV-2, *epidemiology* e *wastewater-based epidemiology*, explicitado pelo tamanho dos círculos de cada termo, indicando a frequência de vezes pela qual estão sendo repetidas. Para alguns itens, o rótulo pode não ser exibido, isso acontece para que seja evitada a sobreposição de etiquetas (Van Eck; Waltman, 2009), diante disto, o termo SARS-CoV-2 não aparece no mapa (Figura 4a).

Para a base WOS (Figura 4b) encontrou-se um total de 338 palavras-chave pelo VOSviewer, no entanto, apenas 71 possuem no mínimo 2 citações em cada trabalho. Os resultados encontrados seguem o comportamento observado aos da base Scopus (Tabela 2), na qual os três principais elementos mais citados foram SARS-

CoV-2, *wastewater-based epidemiology* e covid-19. Quanto menor a distância entre dois nós, maior será número de coocorrência das duas palavras-chave (Yu *et al.*, 2020).

Os tamanhos dos nós designam a periodicidade de ocorrência dos termos-chave, contudo, as cores indicam os conjuntos, ou seja, cada palavra-chave é dividida em diferentes conjuntos a depender da proximidade relativa entre eles (Dash; Kalamdhad, 2021). Corroborando com essas informações, a Tabela 2 mostra as palavras-chave mais citadas, assim como, a quantidade de vezes em que elas aparecem na busca feita junto base de dados Scopus e WOS. Usou-se as 10 palavras-chave mais citadas e descartou-se os itens repetidos.

Tabela 2 - Compilação das principais palavras-chave indexadas a pesquisa sobre WBE na base Scopus e WOS

Palavras-chave encontradas junto à base Scopus.	Ocorrências	Palavras-chave encontradas junto à base WOS.	Ocorrências
Covid-19	59	SARS-CoV-2	62
SARS-CoV-2	54	Wastewater-based epidemiology	55
Epidemiology	52	Covid-19	50
Human	49	Sewage	20
Wastewater	49	Surveillance	20
Wastewater-based epidemiology	47	Wastewater	20
Humans	46	Epidemiology	17
Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2	39	Coronavirus	15
Wastewater-based epidemiological monitoring	39	Rna	12
Nonhuman	36	Virus	11

Fonte: autores, 2023.

Vale ressaltar a ocorrência de certas palavras-chave, como farmacêuticos, persistentes, comunidade e entre outras, mostram uma tendência futura para estudos direcionados aos determinados temas.

ANÁLISE DE COAUTORIA

Os resultados da análise bibliométrica referente à coautoria e unidade analisada e os autores dos trabalhos encontrados na Scopus, são observados na Figura 5. Para essa avaliação usando o software VOSviewer, o valor mínimo da ocorrência de um mesmo autor foi adotado em 2.

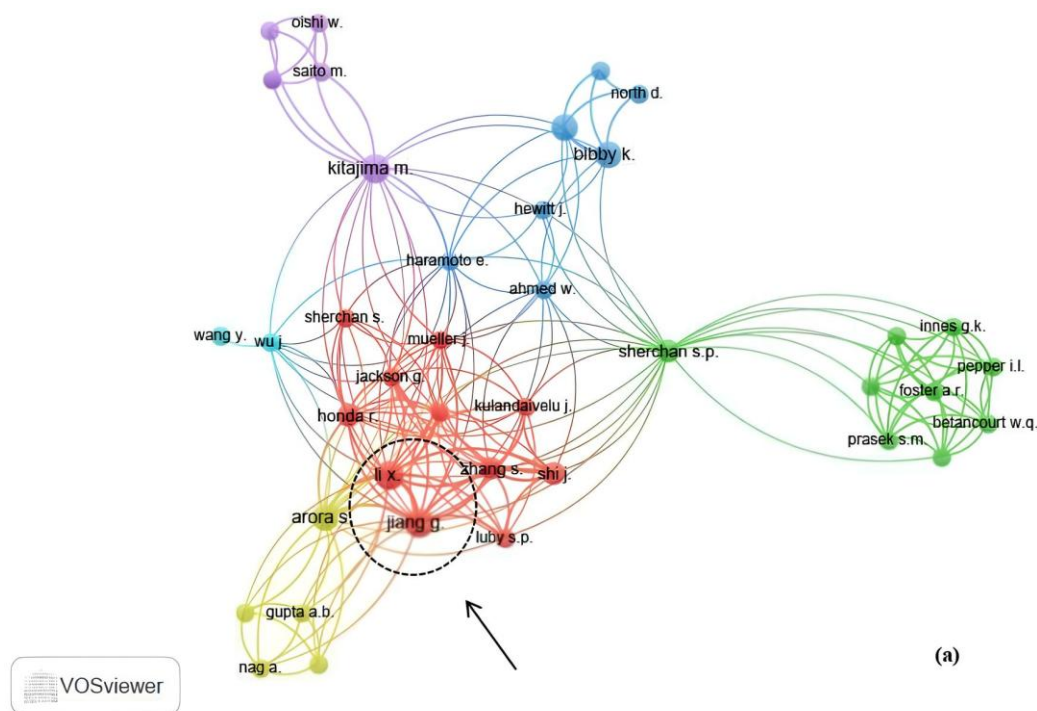
Por conseguinte, foram encontrados 55 itens ao todo formando 14 *clusters*, no entanto, apenas 39 encontravam-se conectados entre si, estruturados em 6 *clusters*; diante disto, a exploração deu-se sobre este último. Vale ressaltar que as linhas e a distância indicam proximidade ou similitude e refletem a força de relação entre os itens trabalhados pelos autores (Van Eck; Waltman, 2009).

A partir das informações da Tabela 3, foram identificados os 40 cientistas mais produtivos relacionados à indexação da epidemiologia baseada em águas residuais nas bases Scopus e Web of Science. A quantidade de *links* (interação,

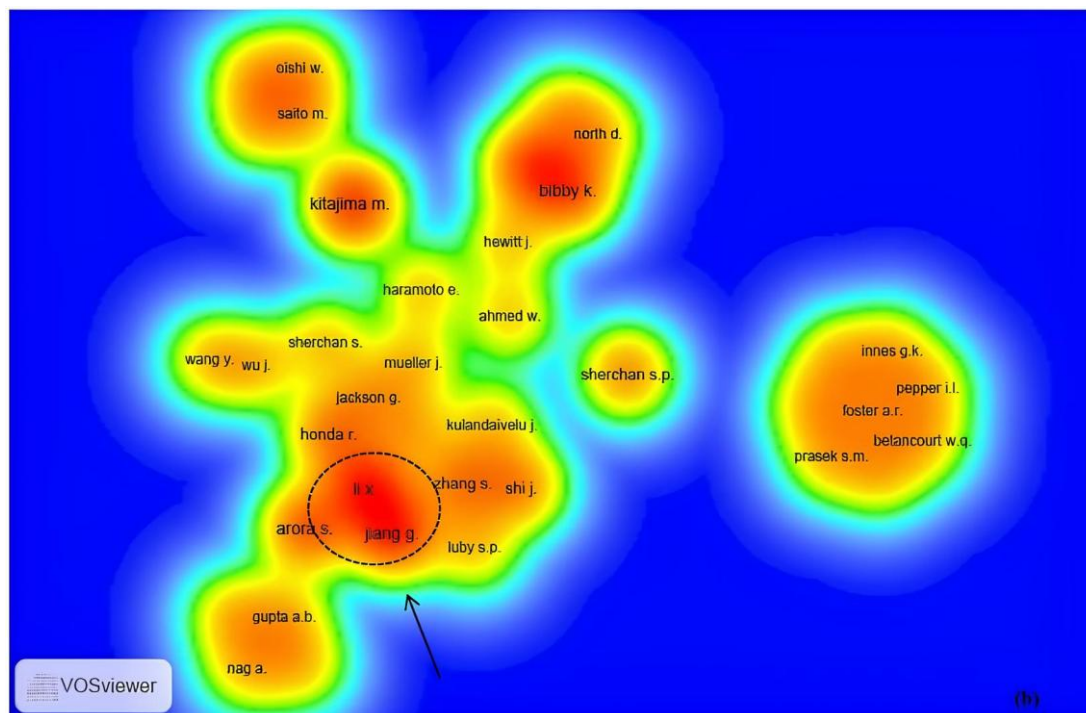
relações ou parcerias) com outros autores, está inteiramente relacionada ao número de documentos produzidos e publicados, ou seja, quanto mais trabalhos publicados um autor possui,

maior será sua interação com outros cientistas, elucidado pelo total de *links*. A ordenação na tabela foi de acordo com o número de citações para cada autor.

Figuras 5 - Análise bibliométrica da coautoria relativa a autores. (a) Mapa de visualização dos Clusters de coautorias encontrados junto à base *Scopus*; (b) Mapa de visualização de densidade dos



Clusters



Fonte: autores, 2023.

Tabela 3 - Relação dos principais autores mais produtivos indexados a base Scopus e WOS

Autores	Número de documentos	Número de citações	Total de links
<i>Sherchan S.P.</i> **	3	193	24
<i>Kitajima M.</i> **	5	186	24
<i>Kitajima, Masaaki*</i>	5	176	23
<i>Haramoto E.</i> **	2	124	16
<i>Betancourt W.Q.</i> **	2	78	15
<i>Foster A.R.</i> **	2	78	15
<i>Gerba C.P.</i> **	2	78	15
<i>Innes G.K.</i> **	2	78	15
<i>Pepper I.L.</i> **	2	78	15
<i>Prasek S.M.</i> **	2	78	15
<i>Schmitz B.W.</i> **	2	78	15
<i>Betancourt, Walter Q.</i> *	2	71	15
<i>Foster, Aidan R.</i> *	2	71	15
<i>Gerba, Charles P.</i> *	2	71	15
<i>Innes, Gabriel K.</i> *	2	71	15
<i>Dimopoulos, Meletios-Athanasios*</i>	4	57	21
<i>Galani, Aikaterini*</i>	4	57	21
<i>Thomaidis, Nikolaos S.*</i>	4	57	21
<i>Jiang G.</i> **	5	56	36
<i>Li X.</i> **	5	56	36
<i>Shi J.</i> **	3	56	20
<i>Zhang S.</i> **	3	56	20
<i>Alygizakis, Nikiforos*</i>	3	55	16
<i>Jiang, Guangming*</i>	4	53	21
<i>Li, Xuan*</i>	4	53	21
<i>Juel, Md Ariful Islam*</i>	3	51	19
<i>Munir, Mariya*</i>	3	51	19
<i>Gibas, Cynthia*</i>	2	51	16
<i>Lambirth, Kevin*</i>	2	51	16
<i>Lontai, Jordan*</i>	2	51	16
<i>Nicolosi, Bridgette*</i>	2	51	16
<i>Schlueter, Jessica*</i>	2	51	16
<i>Stark, Nicholas*</i>	2	51	16
<i>Arora, Sudipti*</i>	3	49	17
<i>Arora S.</i> **	4	48	30
<i>Honda R.</i> **	3	41	20
<i>Kulandaivelu J.</i> **	2	15	16
<i>Mueller J.</i> **	2	14	16
<i>Jackson G.</i> **	2	1	20
<i>Kumar M.</i> **	2	1	20

Fonte: autores, 2023.

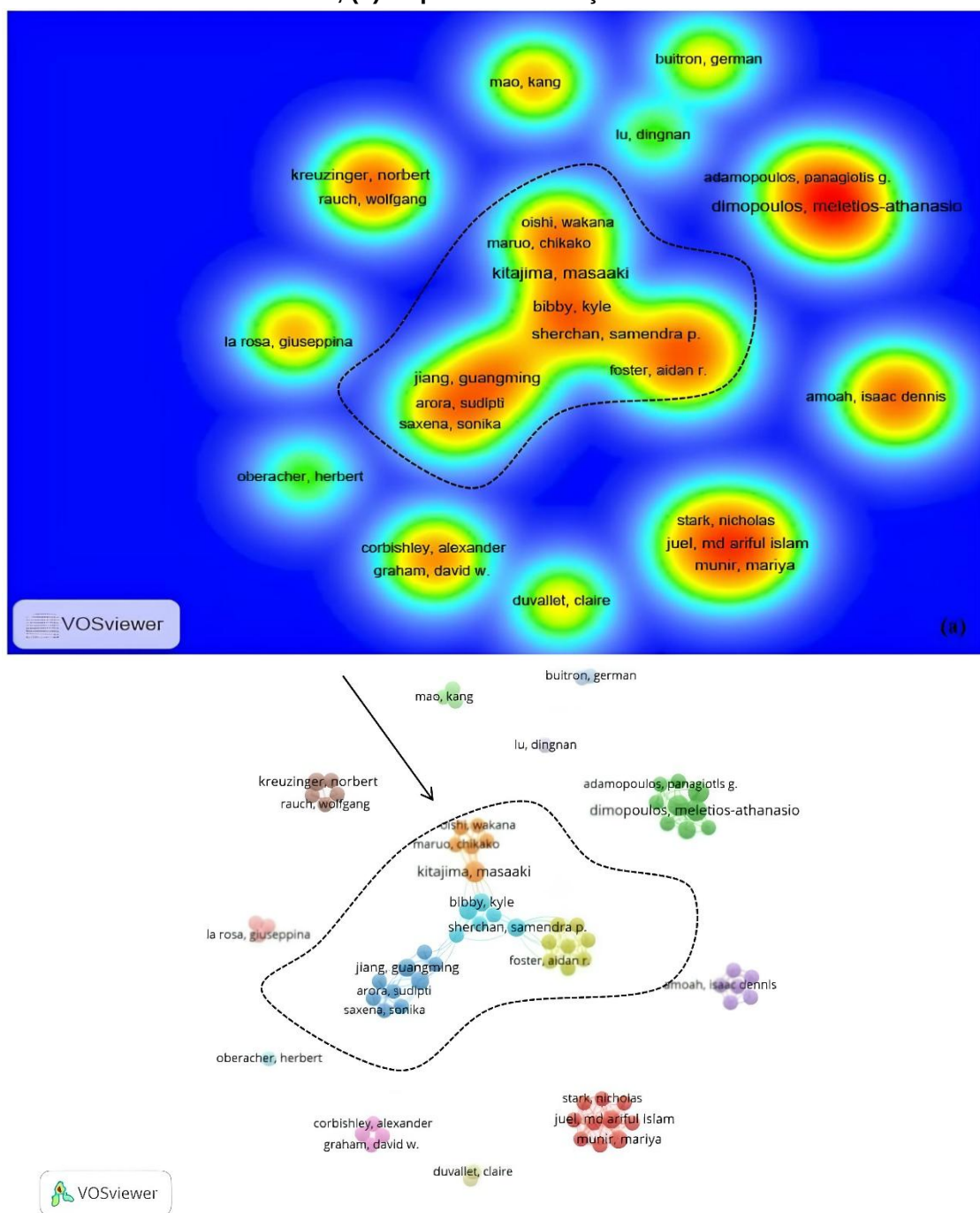
Legenda: *Base WOS; **Base Scopus.

A Tabela 3 corrobora as informações apresentadas na Figura 6, na qual se apresentam os autores e coautores com maior número de citações dentre os artigos verificados no levantamento realizado neste estudo. Destacam-se autores como Sherchan, Haramoto, Kitajima e seus colaboradores, com número expressivo de citações.

No estudo de Ahmed *et al.* (2020), no qual Sherchan e Haramoto são colaboradores,

intitulado *Decay of SARS-CoV-2 and surrogate murine hepatitis virus RNA in untreated wastewater to inform application in wastewater-based epidemiology*, apresentaram dados sobre a estabilidade do RNA do SARS-CoV-2 em águas residuais para interpretar os resultados do WBE. Demonstraram que o RNA do SARS-CoV-2 provavelmente persistirá por tempo suficiente em águas residuais não tratadas para permitir uma detecção confiável para aplicação de WBE.

Figura 6 - Análise bibliométrica da coautoria relativa a autores. (a) Mapa de visualização de densidade dos Clusters; (b) Mapa de visualização dos Clusters de coautorias



Fonte: autores, 2023.

Também Kitajima, em colaboração com Miura *et al.* (2021) no artigo *Duration of SARS-CoV-2 viral shedding in faeces as a parameter for wastewater-based epidemiology: Re-analysis of patient data using a shedding dynamics model*, investigaram como as variações temporais na concentração do vírus nas fezes afetam o monitoramento da incidência da doença. O trabalho demonstrou que a variação temporal na concentração de vírus nas fezes afeta sistemas de monitoramento microbiano.

Ainda em consonância com a Tabela 3, evidenciam-se os autores mais produtivos, como Jiang, Li. e Kitajima, em que suas contribuições com as produções possuem relevância para o tema da epidemiologia baseada em águas residuais.

Li *et al.* (2021), com colaboração de Jiang, realizaram o trabalho intitulado *Uncertainties in estimating SARS-CoV-2 prevalence by wastewater-based epidemiology*, no qual discutiram e quantificaram a incerteza da estimativa da prevalência de covid-19 por meio de WBE com amostras de águas residuais. Dividiram a abordagem de estimativa em cinco etapas que envolvem: 1) disseminação de vírus; 2) transporte no esgoto; 3) amostragem e armazenamento; 4) análise da concentração de RNA do SARS-CoV-2; 5) retroestimação. A pesquisa demonstrou que o WBE pode ser aplicado como uma estratégia de vigilância complementar para SARS-CoV-2 (Li *et al.*, 2021).

Li *et al.* (2022), no artigo *SARS-CoV-2 shedding sources in wastewater and implications for wastewater-based epidemiology*, investigaram diferentes fontes de contribuição, fezes e secreções das vias respiratórias, para concentração de RNA do SARS-CoV-2 em águas residuais, usando o método WBE. Em seus resultados identificaram que a descarga de secreções de pacientes infectados com covid-19 resultou na presença de RNA do SARS-CoV-2 em águas residuais, diante disto, o escarro é uma fonte potencial de contaminação para o covid-19.

Em *Artificial neural network-based estimation of COVID-19 case numbers and effective reproduction rate using wastewater-based epidemiology*, no qual Jiang *et al.* (2022), com colaboração de Kitajima e outros, desenvolveram modelos de rede neural artificial, expandindo de forma inovadora um conjunto de dados WBE convencional, para incluir captação, clima, cobertura de testes clínicos e taxa de vacinação. Em diversas bacias de esgoto, os modelos foram

usados para estimar com precisão as taxas de prevalência e incidência de covid-19 (Jiang *et al.*, 2022). Um modelo de rede neural artificial foi desenvolvido para estimar o número efetivo de reprodução de dados de águas residuais e outros fatores pertinentes que afetam a transmissão viral e a dinâmica pandêmica. O modelo foi validado com sucesso por sua transferibilidade para outros estados ou países usando o conjunto de dados WBE de Wisconsin, Estados Unidos da América (Jiang *et al.*, 2022).

Análise bibliométrica referente à coautoria dos países junto à base de busca Scopus e WOS

Com o estudo realizado a partir dos dados baixados nas bases Scopus e WOS, foi possível identificar quais os países com maior produção em termos de indexação da epidemiologia baseada em águas residuais (Figura 7).

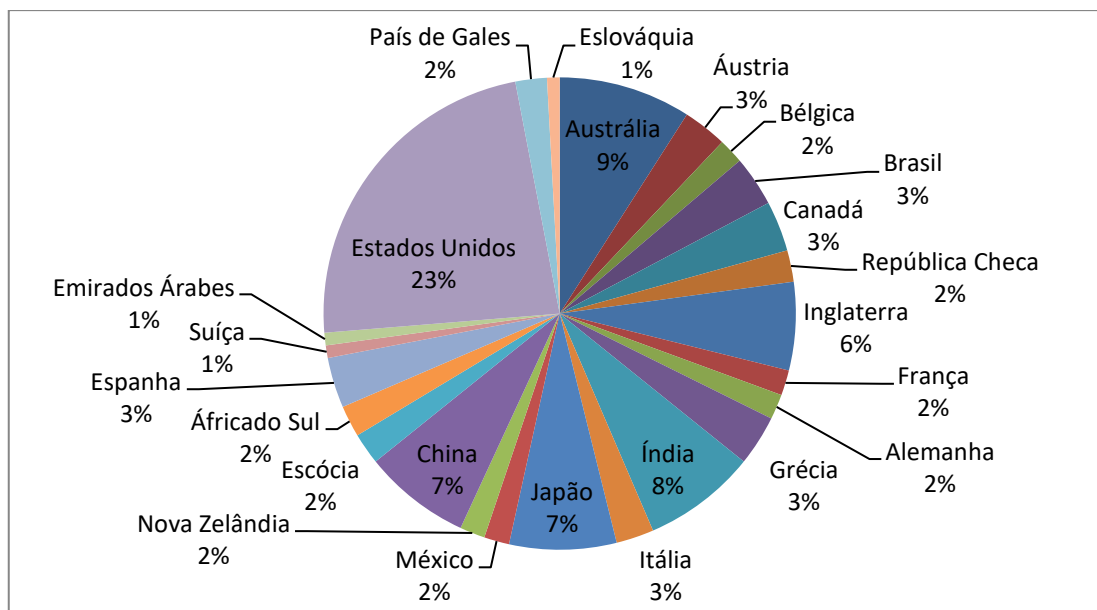
Diante dos resultados explanados destaca-se o percentual de publicações por país. A China com 17 trabalhos publicados detém 7% da produção, o Japão com 17 também possui 7%, a Índia com 18 publicações corresponde a 8% da produção, a Austrália com 21 publicações corresponde a 9% da produção pesquisada, e os Estados Unidos com maior destaque, possuindo 54 documentos publicados, que correspondem a 23%.

Acerca dos resultados relacionados à produção científica dos países, diante do acervo baixado através da base Scopus, observa-se as informações geradas quanto à base WOS (Figura 8), mediante uso do VOSviewer. Ao todo foram encontrados 18 itens conexos, representando conjuntos com alinhamento entre as produções em diferentes países. Na análise, apenas países com um mínimo de 2 publicações foram considerados.

Os resultados obtidos dos dados exportados da base WOS geraram 19 Clusters (Figuras 8a e 8c). Os Estados Unidos da América (EUA) possuem a maior força de ligação, representada pela área do nó (Figura 8c). As Figuras 8b e 8d corroboram a maior densidade de produções em torno dos EUA relacionadas à indexação da epidemiologia baseada em águas residuais.

O mapa de densidade evidencia a mobilização crescente de diferentes grupos de pesquisa em busca do compartilhamento de protocolos e experiências relacionados ao tema WBE (Sodré *et al.*, 2020), demonstrando claramente uma estreita colaboração entre a Austrália, a Índia e os Estados Unidos.

Figura 7 - Índices das produções acadêmicas dos países



Fonte: autores, 2023.

Considerando-se o conjunto de documentos avaliados nas diferentes bases de dados, o Brasil, a China e a Índia representam os países emergentes com maior concentração de publicações sobre o tema.

Na Índia, Arora *et al.* (2022) com o artigo intitulado *Successful application of wastewater-based epidemiology in prediction and monitoring of the second wave of COVID-19 with fragmented sewerage systems - a case study of Jaipur (India)* avaliaram a dinâmica SARS-CoV-2 em diferentes estações de tratamento de esgoto na cidade de Jaipur, na Índia. A porcentagem crescente de amostras influentes positivas correlacionou-se com o aumento de casos clínicos ativos na cidade durante a segunda onda de covid-19 em Jaipur. Além disso, as evidências da epidemiologia baseada em águas residuais (WBE) mostraram claramente a detecção precoce de cerca de 20 dias (9/9 amostras relatadas como positivas em 20 de abril de 2021) antes do máximo de casos e de mortes relatados na cidade em 8 de maio de 2021.

O trabalho realizado por Xu *et al.* (2021), em Hong Kong-China, *The first case study of wastewater-based epidemiology of COVID-19 in Hong Kong*, objetivou validar um método de testagem em esgoto para a presença do SARS-CoV-2, usando amostras de esgoto de um hospital que trata pacientes com covid-19 com isso, implementado o método validado em amostras de esgotos de condomínios residências. O método foi validado usando as amostras de esgoto positivas do hospital. A amostragem de esgoto em edifícios

individuais detectou o vírus dois dias antes dos primeiros casos serem identificados. O sequenciamento do fragmento viral detectado confirmou uma sequência de nucleotídeos idêntica à do SARS-CoV-2 isolado de amostras humanas. Também foi identificada a presença do vírus nas estações de tratamento de esgoto de Hong Kong.

Estudos europeus foram pioneiros no método da Epidemiologia Baseada em Esgoto. Chavarria-Miró *et al.* (2020) desenvolveram um trabalho sobre a evolução da covid-19 em Barcelona, onde amostras compostas de esgoto bruto de 24 horas, de duas grandes estações de tratamento de águas residuais, (ETAR1 e ETAR2) foram analisadas semanalmente quanto à presença de SARS-CoV-2 a partir de 13 de abril, no pico das epidemias, até 25 de maio. Além disso, para a ETAR2, também foram analisadas amostras congeladas de arquivo de 2018 (janeiro-março), 2019 (janeiro, março, setembro-dezembro) e 2020 (janeiro-março). O estudo revelou que o vírus já transitava entre a população antes do surto mundial, fato constatado na pesquisa, ou seja, circulação do vírus em Barcelona já se dava muito antes do relato de qualquer caso de covid-19 em todo o mundo.

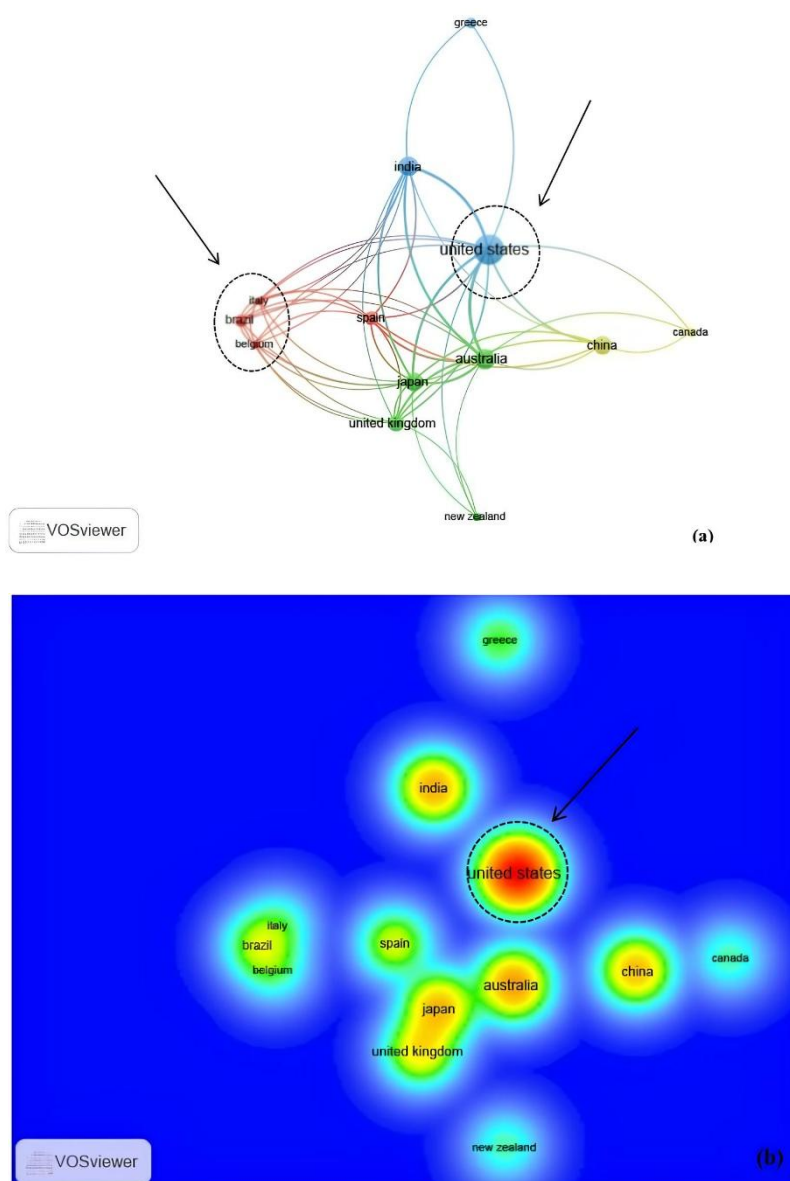
Em Pádua, na Itália, Baldovin *et al.* (2021) analisaram quatro estações de tratamento de águas residuais, que fazem o tratamento de 80% do esgoto gerado na região. No estudo, a presença do vírus foi evidenciada tanto no efluente tratado quanto no não tratado. O papel do WBE, como uma ferramenta poderosa para a vigilância ambiental da covid-19, é apoiado pelos resultados

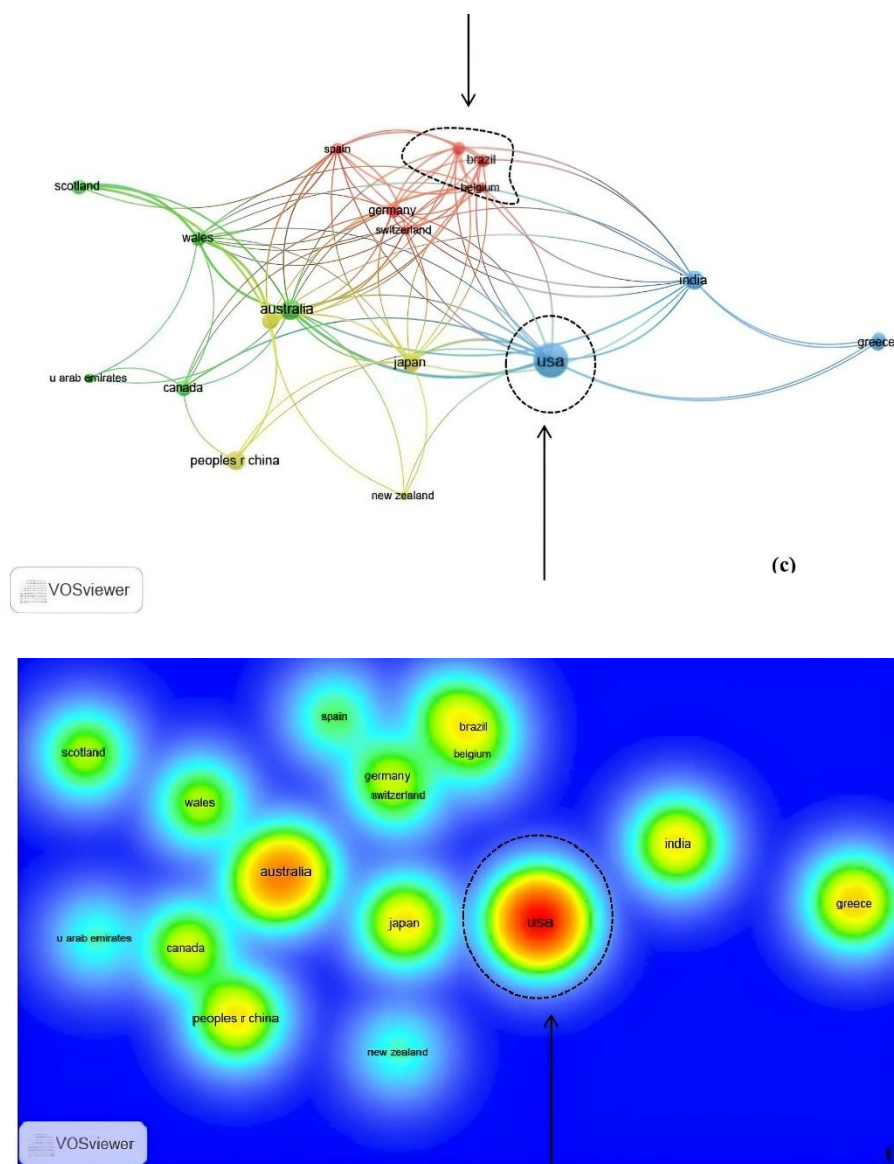
da presente investigação. *WBE* também pode ajudar na rápida tomada de decisão e implementação de políticas de restrições locais.

Na América do Norte, Barua *et al.* (2022) estudaram o uso de duas plataformas de quantificação molecular para identificar a variação de concentração viral SARS-CoV-2 em esgoto de quatro ETEs durante 6 meses de monitoramento, nos Estados Unidos da América. O estudo demonstrou a variação da presença do vírus nos

efluentes. Este resultado foi correlacionado a dados epidemiológicos de incidência da doença nas áreas das ETEs. Salienta-se que a *WBE* mostrou a presença do RNA do SARS-CoV-2 nas águas residuais afluentes, ao passo que os casos clínicos relatados de covid-19, em 5 a 12 dias, estiveram em compasso com os dados obtidos das ETEs. Desta forma, a técnica tornou-se vantajosa para prever o surto de covid-19 na comunidade.

Figuras 8- (a)-Mapa de visualização de rede de coautoria entre países conforme dados da base Scopus; (b)- Mapa de visualização de densidade de coautoria entre países conforme dados da base Scopus; (c)- Mapa de visualização de rede de coautoria entre países mediante dados da base WOS; (d) - Mapa de visualização de densidade de coautoria entre países mediante dados da base WOS





Fonte: autores, 2023.

Por sua vez, na Oceania, Ahmed *et. al.* (2020) conseguiram identificar a presença do SARS-CoV-2 no efluente de três ETES semanas antes do primeiro caso ser confirmado na região de Brisbane, Austrália. A detecção precoce de SARS-CoV-2 em águas residuais é particularmente útil para o gerenciamento de covid-19, corroborando nas mensagens de saúde, advertências, criação de clínicas de teste *pop-up* de indivíduos para detectar e minimizar a segunda ou terceira onda potencial da pandemia.

O levantamento bibliométrico realizado na pesquisa indicou que a América do Sul apresentou uma incipiente produção científica sobre a temática, com destaque para o Brasil. Os trabalhos científicos voltados para a epidemiologia baseada em águas residuais realizados no Brasil foram inicialmente liderados pela Agência Nacional de Águas (ANA), institutos de pesquisa e secretarias,

concentrando-se na região sudeste por meio da expedição de boletins temáticos (INCT ETES Sustentáveis, 2021).

Os resultados do primeiro boletim indicaram altas taxas de carga viral pelo coronavírus nos esgotos de Belo Horizonte, Minas Gerais já nas primeiras semanas do estudo, acompanhando a tendência de casos que foram notificados na região. Também foi evidenciado que as cargas virais no esgoto se elevaram dias antes de iniciar o colapso no sistema de saúde local (INCT ETES Sustentáveis, 2021).

Prado *et al.* (2021) estudaram a presença do SARS-CoV-2 em ETES e tubulações de esgoto em locais com densidade demográficas, bairros e favelas, durante a pandemia da covid-19 na cidade de Niterói, Brasil. Os resultados mostraram que, durante o pico da pandemia, 100% das amostras das ETES foram positivas para a presença do

vírus. Com a pesquisa foi identificado que o uso da abordagem *WBE* consiste em um método de alerta precoce para o surgimento de novos casos de covid-19 possibilitando ações mais rápidas de prevenção e saúde pública por parte do Estado, com isso, se tornando uma ferramenta útil no monitoramento do comportamento da covid-19 sobre a população.

CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos nas duas bases de dados, *Scopus* e *WOS*, num total de 387 trabalhos publicados entre os anos de 2019 e 2022, período escolhido para a realização da análise cienciométrica, conseguiu-se identificar quais periódicos mais publicam sobre a indexação da epidemiologia baseada em águas residuais.

No que se refere à coocorrência de palavras-chave, o mapeamento mostrou dois conjuntos. Para a *Scopus*, os termos mais frequentes foram *wastewater-based epidemiology*, *covid-19*, *human*, *prevalence*. Para a *WOS*, *wastewater-based epidemiology*, *vírus*, *surveillance SARS-CoV-2*.

A análise de coautoria relativa a autores evidenciou as pesquisas científicas mais profícuas e relevantes relacionadas à indexação da epidemiologia baseada em águas residuais. Quanto aos países, os Estados Unidos, a China, a Austrália, a Índia e o Japão, mostraram-se como os mais influentes, sendo o primeiro dessa lista, o mais produtivo no que se refere à indexação da epidemiologia baseada em águas residuais.

A metodologia *WBE* se mostrou uma importante aliada nos estudos futuros, relacionados a comportamento populacional, em tempos de crises sanitárias, estimando os níveis de exposição ao qual essa comunidade foi exposta, com isso, elaborando curvas de infecções, contribuindo de forma significativa em alertar sobre a presença do vírus circulando entre a população.

O Brasil se destacou em publicações relacionadas ao tema em estudo, sendo o único Latino Americano que promoveu parcerias com países europeus no desenvolvimento de estudos relacionados à epidemiologia baseada em águas residuais.

No que concerne à utilidade do método *WBE*, a técnica conseguiu antecipar picos de surtos do SARS-CoV-2 em semanas, em países como a Itália e a Espanha. Diante disto, auxiliando o setor de saúde local para antecipar e agir nas medidas sanitárias de controle, ou seja, um importante aliado em tempos pandêmicos.

Os estudos usaram procedimentos de coleta, análises em efluentes e locais específicos de acordo com seu local de estudo. Assim como também, os trabalhos destacaram o uso da metodologia *WBE* na detecção da contaminação da população pelo covid-19, além de servir para identificar outros eventos que venham a acometer aquele determinado local.

Os resultados do estudo se mostraram favoráveis para o entendimento do comportamento e incidência do vírus sobre uma população local estimando o percentual de infectados pelo coronavírus.

Os resultados obtidos na análise cienciométrica da epidemiologia baseada em águas residuais, por meio dos mapas gerados, demonstraram que o tema se mostrou promissor e relevante na identificação da presença do covid-19 na população, contudo, serviu para nortear as ações de saúde pública em nível regional e global.

REFERÊNCIAS

- AHMED, Warish. *et al.* SARS-CoV-2 RNA monitoring in wastewater as a potential early warning system for COVID-19 transmission in the community: a temporal case study. **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 761, p. 144216, mar. 2021. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144216>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720377470?via%3Dihub>. Acesso em: 18 nov. 2024
- AHMED, Warish *et al.* Decay of SARS-CoV-2 and surrogate murine hepatitis virus RNA in untreated wastewater to inform application in wastewater-based epidemiology. **Environmental Research**, [S.L.], v. 191, p. 1-9, dez. 2020. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2020.110092>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935120309890?via%3Dihub>
Acesso em: 18 nov. 2024
- ARORA, Sudipti *et al.* Successful application of wastewater-based epidemiology in prediction and monitoring of the second wave of COVID-19 with fragmented sewerage systems—a case study of Jaipur (India). **Environmental Monitoring And Assessment**, [S.L.], v. 194, n. 5, p. 194-342, 7 abr. 2022. Springer Science and Business Media

LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-022-09942-5>. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8987519/pdf/10661_2022_Article_9942.pdf
Acesso em: 18 nov. 2024

BALDOVIN, T. et al. SARS-CoV-2 RNA detection and persistence in wastewater samples: an experimental network for covid-19 environmental surveillance in Padua, Veneto region (ne Italy). **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 760, p. 143329, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143329>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720368601?via%3Dihub>. Acesso em: 18 nov. 2024

BARUA, V. B. et al. Tracking the temporal variation of COVID-19 surges through wastewater-based epidemiology during the peak of the pandemic: a six-month long study in Charlotte, North Carolina. **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 814, p. 152503, mar. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152503>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721075811?via%3Dihub>. Acesso em: 18 nov. 2024

BIVINS, A. et al. Wastewater-Based Epidemiology: global collaborative to maximize contributions in the fight against covid-19. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 54, n. 13, p. 7754-7757, 12 jun. 2020. **American Chemical Society (ACS)**. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.0c02388>. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.est.0c02388?ref=article_openPDF. Acesso em: 18 nov. 2024

CHAVARRIA-MIRÓ, G. et al. Sentinel surveillance of SARS-CoV-2 in wastewater anticipates the occurrence of COVID-19 cases. **Medrxiv**, [S.L.], p. 1-10, 13 jun. 2020. Cold Spring Harbor Laboratory. <http://dx.doi.org/10.1101/2020.06.13.20129627>. Disponível em: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.06.13.20129627v1.full.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2024

CHAVARRIA-MIRÓ, G. et al. Time Evolution of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in Wastewater during the First Pandemic Wave of COVID-19 in the Metropolitan Area of Barcelona, Spain. **Applied and Environmental Microbiology**, [S.L.], v. 87, n. 7, p. 1-10, 11 mar. 2021. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/aem.02750-20>. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/aem.02750-20>. Acesso em: 19 nov. 2024

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 1-5, ago. 2015. Disponível em: <https://internext.espm.br/internext/article/view/330/233>. Acesso em: 19 nov. 2024

DASH, Siddhant; KALAMDHAD, Ajay S. Science mapping approach to critical reviewing of published literature on water quality indexing. **Ecological Indicators**, [S.L.], v. 128, p. 107862, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107862>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352036281_Science_mapping_approach_to_critical_reviewing_of_published_literature_on_water_quality_indexing. Acesso em: 19 nov. 2024

DAUGHTON, C. G. Emerging pollutants, and communicating the science of environmental chemistry and mass spectrometry: pharmaceuticals in the environment. **Journal of the American Society for Mass Spectrometry**, [S.L.], v. 12, n. 10, p. 1067-1076, out. 2001. American Chemical Society (ACS). [http://dx.doi.org/10.1016/s1044-0305\(01\)00287-2](http://dx.doi.org/10.1016/s1044-0305(01)00287-2). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044030501002872>. Acesso em: 19 nov. 2024

DING, S.; LIANG, T. J. Is SARS-CoV-2 Also an Enteric Pathogen With Potential Fecal–Oral Transmission? A COVID-19 Virological and Clinical Review. **Gastroenterology**, v. 159, n. 1, p. 53-61, jul. 2020. Disponível em: [https://www.gastrojournal.org/article/S0016-5085\(20\)30571-0/fulltext?referrer=https%3A%2F%2Fpubmed.ncbi.nlm.nih.gov%2F](https://www.gastrojournal.org/article/S0016-5085(20)30571-0/fulltext?referrer=https%3A%2F%2Fpubmed.ncbi.nlm.nih.gov%2F). Acesso em: 19 nov. 2024

GONZAGA, K.; ALVES, W. C. A presença do sars-cov-2 no esgoto: possibilidade de transmissão e monitoramento epidemiológico. In: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2020, Brasil. **Anais [...]**. Brasil, 2020, p. 1-6. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/icobicet2020/269587-a-presenca-do-sars-cov-2-no-esgoto--possibilidade-de-transmissao-e-monitoramento-epidemiologico>. Acesso em: 19 nov. 2024

GORMLEY, M. et al. COVID-19: mitigating transmission via wastewater plumbing systems. **The Lancet Global Health**, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 643, 2020. Disponível em: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2214-109X%2820%2930112-1>. Acesso em: 19 nov. 2024

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ETES SUSTENTÁVEIS (INCT ETES SUSTENTÁVEIS) (Minas Gerais). **Boletim de Acompanhamento**. 2021. Disponível em: <https://etes-sustentaveis.org/monitoramento-covid-esgotos/>. Acesso em: 29 jul. 2021.

JIANG, Guangming et al. Artificial neural network-based estimation of COVID-19 case numbers and effective reproduction rate using wastewater-based epidemiology. **Water Research**, [S.L.], v. 218, p. 118451, jun. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2022.118451>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35447417/>. Acesso em: 18 nov. 2024

KASPRZYK-HORDERN, B. et al. Wastewater-based epidemiology for public health monitoring. **Water and Sewerage Journal**, v. 4, p. 25-26, 2014. Disponível em: <https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/wastewater-based-epidemiology-for-public-health-monitoring>. Acesso em: 18 nov. 2024

KHALIL, Hanan et al. Conducting high quality scoping reviews-challenges and solutions. **Journal Of Clinical Epidemiology**, [S.L.], v. 130, p. 156-160, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2020.10.009>. Disponível em: [https://www.jclinepi.com/article/S0895-](https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356(20)31148-3/abstract)

4356(20)31148-3/abstract. Acesso em: 18 nov. 2024

LI, X. et al. Data-driven estimation of COVID-19 community prevalence through wastewater-based epidemiology. **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 789, p. 147947, out. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147947>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721030187?via%3Dihub>. Acesso em: 19 nov. 2024

LI, X. et al. SARS-CoV-2 shedding sources in wastewater and implications for wastewater-based epidemiology. **Journal of Hazardous Materials**, [S.L.], v. 432, p. 128667, jun. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128667>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389422004563?via%3Dihub>. Acesso em: 19 nov. 2024

LI, X. et al. Uncertainties in estimating SARS-CoV-2 prevalence by wastewater-based epidemiology. **Chemical Engineering Journal**, [S.L.], v. 415, p. 129039, jul. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2021.129039>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894721006318?via%3Dihub>. Acesso em: 19 nov. 2024

MAINARDI, P. H.; BIDOIA, E. D. A importância do monitoramento do SARS-CoV-2 em redes de esgoto e estações de tratamento de águas residuárias. **Brazilian Journal of Health**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 5051-5066, mar./abr.2021. <http://dx.doi.org/10.34119/bjhrv4n2-083>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/26088/20684>. Acesso em: 19 nov. 2024

MAO, Kang et al. Can a Paper-Based Device Trace COVID-19 Sources with Wastewater-Based Epidemiology? **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 54, n. 7, p. 3733-3735, 23 mar. 2020. *American Chemical Society (ACS)*. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.0c01174>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.est.0c01174>

1174?ref=article_openPDF. Acesso em: 19 nov. 2024

MIURA, Fuminari et al. Duration of SARS-CoV-2 viral shedding in faeces as a parameter for wastewater-based epidemiology: re-analysis of patient data using a shedding dynamics model. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 769, p. 144549, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144549>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33477053/>. Acesso em: 19 nov. 2024

PRADO, T. et al. Wastewater-based epidemiology as a useful tool to track SARS-CoV-2 and support public health policies at municipal level in Brazil. **Water Research**, [S.L.], v. 191, p. 116810, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2021.116810>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135421000087?via%3Dihub>. Acesso em: 19 nov. 2024

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*, v. 25, p. 348, 1969. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236031787_Statistical_Bibliography_or_Bibliometrics. Acesso em: 19 nov. 2024

PRISMA. Extensions in development: Preferred Reporting Items for Systematic **Reviews and Meta-Analyses** (PRISMA). 2015. Disponível em: <https://www.prisma-statement.org/Extensions/ScopingReviews> >. Acesso em: 15 July 2022.

SIMS, N.; KASPRZYK-HORDERN, B. Future perspectives of wastewater-based epidemiology: monitoring infectious disease spread and resistance to the community level. **Environment International**, [S.L.], v. 139, p. 105689, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2020.105689>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020304542?via%3Dihub>. Acesso em: 19 nov. 2024

SOARES, A. F. S. et al. Potencialidades da epidemiologia baseada em esgoto nas ações da Atenção Primária à Saúde em tempos de

pandemia pela COVID-19. *Journal of Management & Primary Health Care*, [S.L.], v. 12, p. 1-10, 25 jul. 2020. Lepidus Tecnologia. ISSN 2179-6750. <http://dx.doi.org/10.14295/jmphc.v12.1004>. Disponível em: <https://www.jmphc.com.br/jmphc/article/view/1004/907>. Acesso em: 19 nov. 2024

SODRÉ, Fernando et al. Epidemiologia do esgoto como estratégia para monitoramento comunitário, mapeamento de focos emergentes e elaboração de sistemas de alerta rápido para covid-19. **Química Nova**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 515-519, 2020. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170545>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/ndNdcTS3CBYJpd3rKgq5Bp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 nov. 2024

SUN, P. et al. Clinical characteristics of hospitalized patients with SARS-CoV-2 infection: a single arm meta-analysis. **Journal of Medical Virology**, v. 92, n. 6, p. 612–617, jun. 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jmv.25735>. Acesso em: 19 nov. 2024

TAKEDA, T. et al. Institutionalising wastewater surveillance systems to minimise the impact of COVID-19: cases of Indonesia, Japan and Viet Nam. **Water Science and Technology**, [S.L.], v. 83, n. 2, p. 251-256, 25 nov. 2020. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2020.558>. Disponível em: <https://iwaponline.com/wst/article/83/2/251/78372/Institutionalising-wastewater-surveillance-systems>. Acesso em: 19 nov. 2024

TRICCO, A. C. et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. **Annals of Internal Medicine**, v. 169, n. 7, p. 467-473, set. 2018. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M18-0850>. Acesso em: 19 nov. 2024

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: vosviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, [S.L.], v. 84, n. 2, p. 523-538, 31 dez. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.

Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-009-0146-3>. Acesso em: 19 nov. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATIONS (WHO). United Nations Children's Fund. Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus 19/03/2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications-detail/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-covid-19>. Acesso em: 19 nov. 2024

XU, X.-W. et al. Clinical findings in a group of patients infected with the 2019 novel coronavirus (SARS-Cov-2) outside of Wuhan, China: retrospective case series. **BMJ**, v. 368, 19 fev. 2020. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/368/bmj.m606>. Acesso em: 19 nov. 2024

XU, Xiaoqing et al. The first case study of wastewater-based epidemiology of COVID-19 in Hong Kong. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 790, p. 148000, out. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148000>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721030710?via%3Dihub>. Acesso em: 20 nov. 2024

YANG, Z. et al. Community Sewage Sensors for Monitoring Public Health. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 49, n. 10, p. 5845-5846, 8 maio 2015. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.5b01434>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275971512_Community_Sewage_Sensors_for_Monitoring_Public_Health. Acesso em: 20 nov. 2024

YU, Y. et al. A bibliometric analysis using VOSviewer of publications on COVID-19. **Annals of Translational Medicine**, [S.L.], v. 8, n. 13, p. 816-816, jul. 2020. AME Publishing Company. <http://dx.doi.org/10.21037/atm-20-4235>. Disponível em:

<https://atm.amegroups.org/article/view/46197/html>. Acesso em: 20 nov. 2024

ZDENKOVA, K. et al. Monitoring COVID-19 spread in Prague local neighborhoods based on the presence of SARS-CoV-2 RNA in wastewater collected throughout the sewer network. **Water Research**, [S.L.], v. 216, p. 118343, jun. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2022.118343>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135422003062?via%3Dihub>. Acesso em: 20 nov. 2024

ZHU, Y. et al. Early warning of COVID-19 via wastewater-based epidemiology: potential and bottlenecks. **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 767, p. 145124, mai. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145124>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972100190X?via%3Dihub>. Acesso em: 20 nov. 2024

ZHU, Y. et al. COVID-19 case prediction via wastewater surveillance in a low-prevalence urban community: a modeling approach. **Journal of Water and Health**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 459-470, 1 fev. 2022. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/wh.2022.183>. Disponível em: <https://iwaponline.com/jwh/article/20/2/459/86883/COVID-19-case-prediction-via-wastewater>. Acesso em: 20 nov. 2024

ZUCCATO, E. et al. Cocaine in surface waters: a new evidence-based tool to monitor community drug abuse. **Environmental Health**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1-7, 5 ago. 2005. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1476-069x-4-14>. Disponível em: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-4-14>. Acesso em: 20 nov. 2024.