

# Revista Brasileira de Saúde

Data de aceite: 11/08/2025

## DETECÇÃO DO SARS-COV-2 EM ÁGUAS NO BRASIL: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

*Andréa Carvalho da Cruz*

Biomédica e Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Análises Clínicas – PPGAC/Universidade Federal do Pará

Todo o conteúdo desta revista está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).



**Resumo:** A pandemia da COVID-19, causada pelo SARS-CoV-2, ampliou o interesse pelo monitoramento ambiental do vírus, especialmente em águas residuais. Apesar da principal via de transmissão ser respiratória, diversos estudos demonstraram a excreção do RNA viral por fezes, urina e secreções, levantando preocupações sobre uma possível via fecal-oral. A presente revisão teve como objetivo reunir e analisar as evidências científicas disponíveis entre 2021 e 2022 sobre a presença do SARS-CoV-2 em ambientes aquáticos, com foco na detecção do RNA viral em diferentes tipos de amostras hídricas. A metodologia consistiu em revisão sistemática da literatura, por meio de buscas em bases como PubMed, Scielo e Google Acadêmico, com uso dos descritores “COVID-19 em água” e “SARS-CoV-2 in water”. Foram inicialmente analisados 40 artigos, dos quais 10 atenderam aos critérios de inclusão. Os estudos demonstram a detecção do RNA viral em esgotos e rios de diversas cidades brasileiras, com concentrações variáveis, embora sem confirmação de infectividade viral. Fongaro et al. (2021) destacaram a vigilância ambiental como alerta precoce em áreas remotas. Mendes et al. (2022) observaram correlação entre carga viral no esgoto e casos clínicos em Goiânia. Souza et al. (2022) reforçaram a efetividade do esgoto como indicador da infecção comunitária. Oliveira (2022) comprovou a viabilidade do método em Santarém (PA). Medeiros (2022) e Martins R.M. (2022) identificaram influência de fatores socioambientais e climáticos na detecção do vírus. A vigilância ambiental mostrou-se eficaz como ferramenta de alerta precoce, complementando os dados clínicos, especialmente em áreas de baixa cobertura sanitária. Conclui-se que, apesar da detecção do RNA do SARS-CoV-2 em diferentes matrizes hídricas, não há evidências suficientes de que o vírus seja viável ou transmissível por essa via. Ainda são necessários mais estudos sobre sua infectividade

e padronização dos métodos analíticos, bem como investimentos em saneamento básico para reduzir riscos à saúde pública.

**Palavras-chave:** Sars-cov-2 in water; Covid-19 water; COVID-19 em água.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, na década de 1970 que foram registradas as primeiras pesquisas na área da virologia ambiental e desde então as pesquisas vem crescendo consideravelmente no Brasil (Smith, 2015; Prado e Miagostovich, 2014).

As excretas humanas ou de animais são carreadoras de inúmeros microrganismos patogênicos, se despejados inadequadamente podem atingir as matrizes de água que são utilizados como fonte de abastecimento ou para outros fins de atividade humana, tornando-se veículos na transmissão de doenças (Kundu *et al.*, 2013).

SARS-CoV-2 , um vírus pertencente ao subgênero Sarbecovirus do gênero Betacoronavirus na família Coronaviridae , é o agente causador da doença pandêmica do coronavírus 2019 (COVID-19), surgiu em Wuhan, China, em dezembro de 2019, infectando milhares de pessoas no mundo ( Cascella *et al.*, 2022, Sherchan *et al.*, 2020 ). De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde, até 28 de dezembro de 2022, mais de 649 milhões de casos confirmados e 6,6 milhões de mortes foram relatados em todo o mundo (WHO, 2022).

Embora o SARS-CoV-2 seja principalmente de natureza respiratória, pode causar sintomas gastrointestinais como náuseas, dores abdominais, vômitos e diarreia, sendo esta última a mais frequente (Moura *et al.*, 2022 ; Lin *et al.* , 2020) . Foi demonstrado que pessoas infectadas com SARS-CoV-2 eliminam o vírus pelas excretas humanas como fezes, secreções e urina (Kitajima *et al.*, 2020; Ahmed *et al.*, 2020; Cevik *et al.*, 2021)

A detecção positiva do RNA do SARS-CoV-2 em água, não fornece evidências sobre a infectividade do vírus nessas amostras

ambientais e a possível transmissão oral-fecal, porque a presença de fragmentos do genoma viral na amostra ambiental não implica necessariamente que o vírus está estruturalmente intacto e viável (Bivins et al., 2020 ; Foladori et al., 2022 ; de Oliveira et al., 2021 ; Ahmed et al., 2020).

Após a detecção do RNA do SARS-CoV-2 em corpos d'água, foi discutido o risco de transmissão do vírus aos humanos por via aquática e a questão principal é se o SARS-CoV-2 detectado é infeccioso ou não?

SARS-CoV-2 no meio ambiente e possíveis modos de contaminação.

O SARS-CoV-2 é um vírus transmitido pelo ar cujas rotas de transmissão envolvem humano a humano que ocorre principalmente por gotículas de aerossóis liberadas da boca e nariz da pessoa infectada (Patel et al., 2021).

Foi demonstrado que o RNA do SARS-CoV-2 pode ser eliminado de pessoas infectadas com COVID-19 (Wang et al., 2020; Wölfel et al., 2020 ; Xiao et al., 2020 ; Yong et al., 2020 ; Kim et al., 2020). A eliminação fecal do RNA do SARS-CoV-2 também foi observada em indivíduos assintomáticos (Foladori et al., 2020; Park et al., 2021). Como o RNA do SARS-CoV-2 pode ser eliminado nas fezes de indivíduos com infecção sintomática ou assintomática e, portanto, pode ser transmitido ao meio ambiente por várias rotas como a fecal-oral (Fig. 1) (Wölfel et al., 2020 ; Foladori et al., 2020).

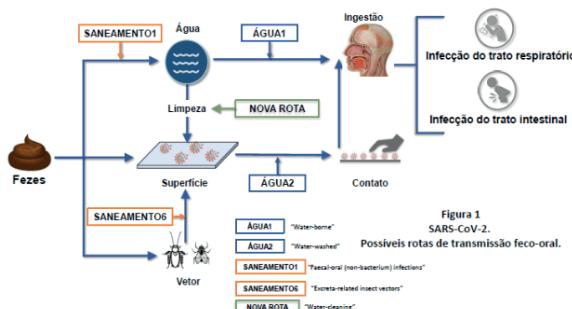


Figura 1. Possíveis modos de contaminação ambiental por SARS-CoV-2.

Apesar da detecção de RNA do SARS-CoV-2 em várias matrizes ambientais em diferentes estudos, a infectividade do SARS-CoV-2 não foi detectada (Rimoldi et al., 2020 ; Westhaus et al., 2021) ou não investigados nessas matrizes. Cerrada-Romero et al. 2022 afirmaram que a transmissão fecal-oral do SARS-CoV-2 associadas às águas é provavelmente baixa em comparação com a bem documentada transmissão de pessoa para pessoa através de gotículas/aerossóis respiratórios.

## EVIDÊNCIAS DA PRESENÇA DE SARS-COV-2 RELACIONADOS EM ÁGUAS RESIDUAIS

O conhecimento sobre a presença de SARS-CoV-2 em águas residuais é bastante limitado, provavelmente devido, pelo menos em parte, à falta de investigações ambientais anteriores com foco em SARS-CoV. Como os SARS-CoV são um vírus envelopado que se acredita ser transmitido principalmente pelo contato pessoa a pessoa, e não pela via fecal-oral (que foi postulada, mas não confirmada), sua presença nas fezes requer uma interpretação mais sutil. Além disso, a presença de RNA SARS-CoV-2 em águas residuais não obteve uso generalizado como ferramenta de vigilância de doenças, mas está ganhando força nesse sentido (Ahmed et al., 2020 ; Lodder e de Roda Husman, 2020).

Apesar dessas considerações, uma das primeiras detecções de RNA SARS-CoV em águas residuais foi realizada em 2013 (Wong et al., 2013). Este estudo relatou a detecção de vírus DNA e RNA ao longo de um estudo de 12 meses nos EUA e SARS-CoV foram encontrados em águas residuais em 1 de 12 amostras usando microarranjos. Durante o surto de SARS em 2004 na China, o RNA do SARS-CoV foi detectado em 100% (10/10) das amostras de águas residuais não tratadas e 30% (3/10) desinfetadas coletadas de um hospital em Pequim, China, que recebia pacientes com SARS (Wang et al., 2005).

Houve relatos iniciais de detecção molecular de SARS-CoV-2 em águas residuais na Holanda, EUA, França e Austrália (Ahmed et al., 2020 ; Lodder e de Roda Husman, 2020 ; Medema et al., 2020 ; Nemudryi et al., 2020; Wurtzer et al., 2020). Esses estudos relataram a detecção do RNA do SARS-CoV-2 em águas residuais não tratadas com concentrações máximas acima de  $10^6$  cópias por litro. O estudo realizado em França também detectou ARN do SARS-CoV-2 em águas residuais tratadas, com concentrações de até quase  $105$  cópias por litro (Wurtzer et al., 2020).

## AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA E INFECTIVIDADE DO SARS-COV-2 EM MATRIZES AMBIENTAIS.

Existem poucos estudos que examinaram a ocorrência de SARS-CoV-2 nos sistemas de recepção de água. Rimoldi et al. (2020) pesquisou três rios (perto de Milão, Itália) durante o pico epidêmico do surto em abril de 2020. Eles encontraram RNA do SARS-CoV-2 em todas as amostras de rio investigadas. No entanto, a carga viral não foi relatada pelos autores.

Recentemente, Robinson e cols. (2022) usaram 10 amostras de águas residuais brutas com níveis de RNA SARS-CoV-2 variando de  $16,9 \times 10^4$  a  $3,255 \times 10^6$  GC/L para inocular células Vero E6 dentro de uma semana a partir da coleta. Os autores não encontraram SARS-CoV-2 infeccioso nas amostras analisadas. Além disso, segundo Monteiro et al. (2022), o RNA SARS-CoV-2 detectado em águas residuais tratadas secundárias em concentrações de até  $10^4$  GC/L foi considerado não infeccioso em cultura de células usando Vero E6 por 5 dias.

As concentrações de RNA viral medidas em águas residuais brutas foram pelo menos  $4 \log_{10}$  unidades menores do que as detectadas nas fezes e variaram entre 20 GC/L e  $3 \times 10^6$  GC/L ( Ahmed et al., 2020; Foladori et al., 2020 ).

Estes resultados estão alinhados com evidências recentes que sugerem que as águas residuais não parecem ser uma via de transmissão do SARS-CoV-2 ( Albert et al., 2021 ; Cerrada-Romero et al., 2022 ; Ahmed et al., 2021 ; Sobsey , 2022 ).

## JUSTIFICATIVA

Ainda não se sabe se esse o Sars-Cov-2 em águas atinge somente regiões de condições sanitárias precárias, mas constitui tema de elevada importância em saúde pública, sobretudo no Brasil. Ainda é incerto afirmar se ele é transmissível e patogênico pela água, pois existem até o momento poucos estudos sobre o tema. No entanto, acaba tornando-se primordial conhecer o perfil de infectividade do vírus, para assim traçar medidas de prevenção mais eficazes para este patógeno abrangendo a via fecal-oral. A presente revisão resume o estado atual do conhecimento sobre SARS-CoV-2 de interesse para a saúde humana em ambientes aquáticos, com ênfase em sua ocorrência e persistência, e em métodos de concentração para sua detecção em diferentes matrizes hídricas. Os resultados relatados visam melhorar o conhecimento sobre as vias de transmissão e possíveis perigos de infecção relacionados com a má gestão da água potável e do saneamento; além disso, são examinadas especificamente lacunas de pesquisa sobre metodologias de detecção para fortalecer seu monitoramento em meios aquáticos.

## OBJETIVO

Identificar e analisar o conhecimento, por meio da revisão sistemática da literatura, as publicações científicas e resumir os dados da pesquisa no que se refere a detecção do SARS-CoV-2 em ambientes aquáticos.

## METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica, através de pesquisas em bases de dados tais como Pub Med, Google Acadêmico, Scielo (Scientific Electronic Library Online), livros, revistas, monografias e dissertações relacionadas com a temática, a qual se trata do SARS-CoV-2 em água, com a finalidade de reunir e sintetizar informações sobre a detecção do vírus. A pesquisa foi realizada durante os meses de Janeiro 2021 à Dezembro de 2022, por meio de descritores em saúde, como: “COVID-19 em água” e “SARS-CoV 2 in water”.

A pesquisa bibliográfica foi realizada com base na abordagem qualitativa das informações disponíveis acerca do tema, por meio de leitura de resumo e introdução, que direcionaram para leitura completa e seleção do material utilizado na escrita deste trabalho. Como critério de inclusão foram adotados artigos que correspondiam ao tema proposto, em português e inglês e que estavam entre os anos de publicação entre 2021 e 2022.

Como critério de exclusão foram excluídos trabalhos que fugiam do tema, os que não se enquadram na abordagem sobre detecção em COVID-19 em água, de forma não contribuir para a construção e resultados desta pesquisa. Para chegar ao final da revisão bibliográfica, foram lidos 40 artigos, dos quais 30 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, e 10 foram utilizados como bibliografia para a revisão.

## ANÁLISES DOS DADOS

O Gráfico 1 evidencia a distribuição geográfica dos artigos científicos que relataram a detecção do SARS-CoV-2 em águas residuais, rios urbanos ou esgoto sanitário em diferentes localidades do Brasil.

A pandemia da COVID-19 impulsionou uma série de pesquisas inovadoras, com destaque para a vigilância epidemiológica do

SARS-CoV-2 em ambientes aquáticos, como águas residuais e esgoto. Essa abordagem ganhou relevância internacional com a detecção pioneira do vírus em amostras de águas residuais de Barcelona, em março de 2019, antes mesmo do primeiro caso oficial de COVID-19 no mundo. Essa descoberta, feita por pesquisadores da Universidade de Barcelona, sublinhou o potencial da análise de águas residuais como uma ferramenta de alerta precoce para surtos de doenças.

Os estudos apresentados demonstram consistentemente o potencial da vigilância do SARS-CoV-2 em águas residuais como uma ferramenta eficaz e não invasiva para monitorar a dinâmica da COVID-19 no Brasil. A detecção do material genético do vírus em esgotos e rios tem se mostrado um indicador precoce e complementar aos dados clínicos de vigilância epidemiológica, oferecendo uma visão mais abrangente da circulação viral na comunidade.

Fongaro et al. (2021) destacam a capacidade de monitoramento de águas residuais como um sistema de alerta precoce, especialmente em áreas vulneráveis e remotas. Mendes et al. (2022) reforçam essa ideia ao correlacionar a carga viral em águas residuais de Goiânia com os dados clínicos do município, comprovando a capacidade de prever picos de infecção.

Souza et al. (2022) observaram que a identificação do SARS-CoV-2 no esgoto consegue dimensionar melhor a dinâmica da infecção em comparação com os casos notificados pelos órgãos de vigilância, sugerindo que a vigilância ambiental pode oferecer uma estimativa mais precisa da disseminação viral.

Oliveira (2022) demonstrou a viabilidade do monitoramento em Santarém, Pará, mesmo em locais com infraestrutura de saneamento precária e baixos índices de esgotamento, evidenciando a adaptabilidade da técnica a diferentes realidades brasileiras.

## RESULTADOS

Autores / Ano / País	Título	Resultados
FONGARO et al, 2021/ BRASIL	SARS-CoV-2 in human sewage and river water from a remote and vulnerable area as a surveillance tool in Brazil.	Os resultados obtidos neste estudo destacam a utilidade da monitorização do SARS-CoV-2 em águas residuais e esgotos humanos como uma ferramenta de alerta precoce não invasiva para apoiar a vigilância da saúde em áreas vulneráveis e remotas, particularmente em países em desenvolvimento.
MENDES et al, 2022/ BRASIL	Monitoramento da carga viral de SARS-CoV-2 em águas residuais na cidade de Goiânia: epidemiologia baseada em esgoto e um sistema de alerta precoce para COVID-19.	Através de pré-concentração, extração e purificação do RNA viral, seguida de RT-qPCR, foi detectada em 83,78% (31/37) das semanas a presença de fragmentos do material genético SARS-CoV-2 com cargas virais variando de $10^5$ a $10^8$ cópias do genoma L <sup>-1</sup> . A carga viral nas amostras de águas residuais foi relacionada com os dados clínicos do município, demonstrando a sua capacidade de promover um Sistema de Alerta Precoce (SAR).
SOUZA ET AL, 2022/ BRASIL	Detecção de SARS-CoV-2 em águas residuárias como ferramenta de previsão de infectados de uma capital da região Centro-Oeste do Brasil.	Comparando o número de infectados preditos em nosso estudo com os casos relatados pelo órgão de vigilância, observamos que a identificação de SARS-CoV-2 em esgoto consegue dimensionar melhor a dinâmica de infecção. A presença do RNA SARS-CoV-2 em esgotos confirma a potencialidade da vigilância ambiental como ferramenta de monitoramento, complementando a vigilância clínica.
OLIVEIRA, JOSCIANE CARNEIRO, 2022/ BRASIL	Detecção e monitoramento do SARS-CoV-2 em águas residuárias em Santarém, Pará.	O vírus foi detectado em 24% das amostras. O estudo constatou que é possível realizar o monitoramento epidemiológico baseado em águas residuárias para a detecção da carga viral do vírus SARS-CoV-2 em pontos estratégicos de esgotamento sanitário, ainda que sistemas apresente dificuldades na infraestrutura e baixos índices de esgotamento no município.
VASCONCELOS, ROBERTA LEITE, 2021/ BRASIL	Investigação do risco de contaminação pelo vírus SARS-CoV-2 em águas subterrâneas utilizadas como fonte de abastecimento humano.	Nas amostras analisadas para as águas do Rio Ceará, foi possível concluir a evidente presença das contribuições ali identificadas de esgoto doméstico. Fato que traduz a desconformidade total com o padrão de potabilidade preconizado pela legislação para águas utilizadas no consumo humano, e acende-se um alerta de preocupante, haja vista que a mesma vem sendo utilizada para diversos fins, bem como para pesca e banho. Quanto a possível presença viral nas águas estudadas, não houve a constatação de presença dos vírus avaliados.
MARTINS, THIAGO DE MORAIS, 2022/ BRASIL	Monitoramento viral de SARS-CoV-2 em águas urbanas e esgoto sanitário como ferramenta de vigilância epidemiológica.	Os resultados conseguiram uma boa correlação com dados de saúde e se provaram muito úteis na produção de materiais epidemiológicos auxiliares, como os boletins de acompanhamento e o Painel de monitoramento de COVID-19 que podem ajudar na divulgação dos dados de controle da pandemia e servir como guia para a incrementação de novas políticas públicas de saúde.
MEDEIROS, LAÍSA THAYSE GOMES , 2022/ BRASIL	Detecção do vírus SARS-CoV-2 em rio urbano de João Pessoa/PB - Brasil	Em relação à primeira coleta, as amostras de água de 30% dos pontos submetidas a detecção do SARS-CoV-2, demonstraram resultados positivos, assim como em 60% dos pontos da segunda coleta. Na correlação desses resultados com os dados socioeconômicos, identificou-se que bairros com piores indicadores socioambientais são mais propensos para a presença do material genético do vírus na água.

MARTINS, RENAN MOURA, 2022/ BRASIL	Detecção e vigilância do vírus SARS-CoV-2 em estação de tratamento de esgoto (ete) de São José do Rio Preto.	Os dados de carga viral no esgoto doméstico são capazes de prever uma variação no número de infectados dias. Observou-se uma correlação negativa entre a temperatura e o sinal viral no esgoto, e o número de casos notificados de infecções por SARS-CoV-2. Observou-se uma correlação negativa entre a temperatura do ar e o título viral do SARS-CoV-2. Além de uma correlação estatística entre a vazão média de esgoto da estação e os títulos virais do alvo SARS-CoV-2 N1. Um maior número de cópias virais para o alvo N1 também foi observado em águas residuais coletadas em dias não chuvosos. Com base nos dados obtidos propomos que o amplo monitoramento dos efluentes domésticos permite uma visão mais ampla e comunitária da doença.
---------------------------------------	--	--



Martins, T. M. (2022) ressalta que os resultados obtidos com o monitoramento viral podem subsidiar a produção de materiais epidemiológicos, como boletins e painéis, que auxiliam na divulgação de dados e na criação de novas políticas públicas de saúde.

Medeiros (2022) identificou uma correlação entre a presença do vírus em rios urbanos de João Pessoa e indicadores socioambientais, sugerindo que bairros com piores condições são mais propensos à detecção do material genético viral na água. Isso aponta para a importância de considerar as desigualdades sociais na implementação de estratégias de vigilância.

Martins, R. M. (2022) observou que a carga viral no esgoto pode prever variações no número de infectados em São José do Rio Pre-

to. Além disso, identificou correlações negativas entre a temperatura do ar e o sinal viral no esgoto, e uma correlação estatística entre a vazão média do esgoto e os títulos virais, indicando que fatores ambientais podem influenciar a detecção do vírus. A maior presença de cópias virais em dias não chuvosos também sugere a influência da diluição nas concentrações virais.

Vasconcelos (2021) investigou o risco de contaminação em águas subterrâneas usadas para abastecimento humano. Embora não tenha sido constatada a presença dos vírus avaliados nas amostras de águas subterrâneas, a pesquisa evidenciou a presença significativa de esgoto doméstico nas águas do Rio Ceará, que são utilizadas para diversos fins, incluindo

consumo humano, pesca e banho. Essa contaminação por esgoto, mesmo sem a detecção direta do SARS-CoV-2 nesse estudo específico, acende um alerta para a desconformidade com os padrões de potabilidade e o potencial risco de veiculação de outros patógenos.

Por fim, é importante ressaltar que, apesar de ser uma ferramenta eficaz de vigilância epidemiológica, o monitoramento do SARS-CoV-2 em águas, principalmente águas residuais apresenta desafios técnicos e metodológicos. É necessário desenvolver metodologias mais sensíveis e específicas para a identificação do vírus em amostras de água e esgoto, além de garantir a segurança dos profissionais envolvidos na coleta e análise das amostras.

## CONCLUSÃO

Os dados apresentados ressaltam a eficácia da vigilância do SARS-CoV-2 em águas residuais como uma ferramenta robusta e promissora no contexto brasileiro. Ela não só complementa a vigilância clínica ao oferecer um sistema de alerta precoce e uma visão comunitária da infecção, mas também demonstra ser aplicável em diversas realidades, desde grandes centros urbanos até áreas remotas com infraestrutura limitada.

## REFERÊNCIAS

- AHMED et al. Comparison of virus concentration methods for the RT-qPCR-based recovery of murine hepatitis virus, a surrogate for SARS-CoV-2 from untreated wastewater. *Science of The Total Environment*; Volume 739, 15 October 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139960>.
- AHMED et al. Differentiating between the possibility and probability of SARS-CoV-2 transmission associated with wastewater: empirical evidence is needed to substantiate risk. *FEMS Microbes*, 2 (2021)
- ALBERT et al. Lack of evidence for infectious SARS-CoV-2 in feces and sewage. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, 40 (2021), pp. 2665-2667
- BIVINS et al. Persistence of SARS-CoV-2 in water and wastewater. *Environment. Science. Technology. Come on.*, 7 (12) (2020).
- CASCELLA et al. Features, evaluation, and treatment of Coronavirus (COVID-19) StatPearls, StatPearls Publishing Copyright © 2022, StatPearls Publishing LLC., Treasure Island (FL) (2022)
- Cerrada-Romero et al. Excretion and viability of SARS-CoV-2 in feces and its association with the clinical outcome of COVID-19. *Sci. Rep.*, 12 (2022), p. 7397

Os estudos também indicam a necessidade de considerar fatores socioambientais e climáticos na interpretação dos dados. Embora a pesquisa tenha encontrado evidências da presença do RNA do SARS-CoV-2 em diversas matrizes aquáticas, ainda não há conclusões definitivas sobre o risco de transmissão do vírus por essa via.

Em resumo, a presença do SARS-CoV-2 em águas é um tema que ainda precisa ser melhor investigado. Apesar da detecção do RNA viral, não há provas de que essa via seja responsável pela transmissão da doença. São necessários mais estudos para avaliar a infecção do SARS-CoV-2 em água e diferentes tipos de corpos d'água, investir em melhores sistemas de saneamento básico é crucial para reduzir a quantidade de vírus presente nas águas e proteger a saúde pública.

## DETECTION OF SARS-COV-2 IN WATER IN BRAZIL: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Andréa Carvalho da Cruz

CEVIK et al. SARS-CoV-2, SARS-CoV, and MERS-CoV viral load dynamics, duration of viral shedding, and infectiousness: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Microbe*, 2 (2021), pp. e13-e22

CHAN et al. Genomic characterization of the 2019 novel human-pathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerg Microbes Infect*, 9, n. 1, p. 221-236, 2020.

DIAS, J. "Detecção e quantificação de Adenovirus humanos, Poliomavírus JC e Vírus da hepatite A em águas costeiras recreacionais de NITEROI, RIO DE JANEIRO" 81f. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós Graduação em Microbiologia e Parasitologia- UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, Niteroi/RJ, 2018

FOLADORI et al. SARS-CoV-2 from faeces to wastewater treatment: what do we know? A Science Review. *Total Environment*, 743 (2020).

FOLADORI et al. Route of SARS-CoV-2 in sewage and effluent treatment plants: dilution, decomposition, removal and environmental transmission. *Environmental and Health Management of the New Coronavirus Disease (COVID-19)* (2021).

FOLADORI et al. Coronavirus and SARS-CoV-2 in sewage and its removal: step by step in sewage treatment plants. *Environment. Res.*, 207 (2022).

FONGARO et al. SARS-CoV-2 em esgoto humano e água de rio de uma área remota e vulnerável como ferramenta de vigilância no Brasil. *Food Environ Virol* 14 , 417–420 (2022). <https://doi.org/10.1007/s12560-021-09487-9>

HARAMOTO et al. First environmental surveillance for the presence of SARS-CoV-2 RNA in wastewater and river water in Japan. *Science of The Total Environment*, 737 (2020), Article 140405. Disponível em: [10.1016/j.scitotenv.2020.140405](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140405)

KATAYAMA et al. Development of a vírus concentration method and its application to detection of enterovirus and norwalk vírus from coastal seawater. *Appl Environ. Microbiol*, v. 68, n. 3, p. 1033-1039, 2002.

KIM et al. Detection and isolation of SARS-CoV-2 in serum, urine, and stool specimens of COVID-19 patients from the Republic of Korea. *Osong. Public Health Res. Perspect.*, 11 (2020), pp. 112-117

KITAJIMA et al. SARS-CoV-2 in wastewater: State of the knowledge and research needs. *Science of The Total Environment*. Volume 739, 15 October 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139076>

KUNDU et al. Adenovirus-associated health risks for recreational activities in a multi-use coastal watershed based on site-specific quantitative microbial risk assessment. *Elsevier Journal*, v. 16, n. 47, p. 6309-6325, 2013.

LA ROSA et al. First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy. *Science of The Total Environment*. Volume 736, 20 September 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139652>

LIBÂNIO, P. A. C; CHERNICHARO, C. A. L; NASCIMENTOS, N. O. The water quality dimension: an evaluation of the relationship between social, water availability, waterservices and public health indicators. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.10, p. 219-28, 2005.

LIN et al. Gastrointestinal symptoms of 95 cases with SARS-CoV-2 infection. *Gut*, 69 (2020), pp. 997-1001

LODDER and RODA HUSMAN. SARS-CoV-2 in wastewater: potential health risk, but also source of data. *Lancet Gastroenterol. Hepatol.* , 1253 (2020), p. 30087. Available at [10.1016/S2468-1253\(20\)30087-X](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30087-X)

MACHADO et al. Promoção da relação saúde–saneamento–cidade por meio da Virologia Ambiental. *Revista de Informação Legislativa*, n. 199, p. 321 – 45, 2013

MARTINS, Thiago de Moraes. Monitoramento viral de SARS-CoV-2 em águas urbanas e esgoto sanitário como ferramenta de vigilância epidemiológica. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco - Recife, 2022.

MARTINS, Renan Moura. Detecção e vigilância do vírus SARS-CoV-2 em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de São José do Rio Preto. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto, 2022

MEDEMA et al. Presence of SARS-coronavirus-2 in sewage. EST Letters (2020). Disponível em: [10.1021/acs.estlett.0c00357](https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00357)

MEDEIROS, L. T. G. Detecção do vírus SARS-CoV-2 em rio urbano de João Pessoa/PB - Brasil. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa, 2022.

MENDES et al. Monitoramento da carga viral de Sars-cov-2 em águas residuais na cidade de Goiânia: Epidemiologia baseada em esgoto e um sistema de alerta precoce para Covid-19. Quim. Nova, Vol. 45, No. 10, 1197-1204, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170933>

MORESCO, V. Detecção de Rotavírus em amostras de águas de superfície através de técnicas moleculares e de cultivo celular.48f. Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2008

MONTEIRO et al. Discrimination and surveillance of infectious severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 in wastewater using cell culture and RT-QPCR. Sci. Total Environ., 815 (2022)

MOURA et al. Can SARS-CoV-2 be transmitted via faeces? Curr. Opin. Gastroenterol., 38 (2022), pp. 26-29

OLIVEIRA et al. Viability of SARS-CoV-2 in river water and wastewater at different temperatures and solids content. Water Res., 195 (2021).

PATEL et al. Coronavirus (SARS-CoV-2) in the environment: occurrence, persistence, analysis in aquatic systems and possible management. Sci. Total Environ., 765 (2021)

PARK et al. Detection of SARS-CoV-2 in fecal samples from patients with asymptomatic and mild COVID-19 in Korea. Clin. Gastroenterol. Hepatol., 19 (2021), pp. 1387-1394

PRADO, T. Ocorrência de Rotavírus, Adenovírus, Norovírus e Vírus da Hepatite A em estações de tratamento de esgoto no Rio de Janeiro e avaliação de metodologias de recuperação viral em lodo de esgoto. 2011. 178f. Tese (Doutorado em Biología Parásitária) - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

PRADO, T.; MIAGOSTOVICH, M. P. Virologia ambiental e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa. Cad. Saúde Pública, v. 30, n.7, p. 1367-1378, jul, Rio de Janeiro, 2014.

RIMOLDI et al. Presence and infectivity of SARS-CoV-2 virus in wastewaters and rivers. Sci. Total Environ., 744 (2020)

ROBINSON et al. Defining biological and biophysical properties of SARS-CoV-2 genetic material in wastewater. Sci. Total Environ., 807 (2022)

SISINNO, C. L. S; OLIVEIRA-FILHO, E. C. Princípios de toxicologia ambiental: Conceitos e aplicações, Rio de Janeiro-RJ: Interciência. 2013. 216 p.

SHERCHAN et al. First detection of SARS-CoV-2 RNA in wastewater in North America: A study in Louisiana, USA. Science of The Total Environment. Volume 743, 15 de novembro de 2020. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140621>

SMITH, V. Detecção e Genotipagem de Adenovírus Humano em águas destinadas à recreação, provenientes da ilha de Mosqueiro, Região Metropolitana de Belém, Estado do Pará, Brasil, Janeiro de 2012 a Dezembro de 2014. 88f. Instituto Evandro Chagas, Programa de Pós- Graduação em Virologia – PPGV, Ananindeua-Pará, 2015.

SOBSEY. Absence of virological and epidemiological evidence that SARS-CoV-2 poses COVID-19 risks from environmental fecal waste, wastewater and water exposures. J. Water Health, 20 (2022), pp. 126-138

TAVARES, T. M; CARDOSO, D. D. de P; BRITO, W. M. E.D. Vírus Entéricos veiculadospor água: aspectos microbiológicos e de controle de qualidade da água. REVISTA DE PATOLOGIA TROPICAL, Vol. 34 (2): 85-104. maio-ago, Goiania, 2005.

TEIXEIRA et al. Revisão Integrativa da Literatura passo-a-passo. Convergência com outros métodos. REV. ENF UFPI. Teresina, n.2, p. 3-7, dec. 2013.

WHO. Coronavirus disease (COVID-19) weekly epidemiological update and weekly operational update <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports> (2022), Acessado em 28 Dezembro 2022

WANG et al. Fecal viral shedding in COVID-19 patients: clinical significance, viral load dynamics and survival analysis. Virus Res., 289 (2020)

WANG et al. Concentration and detection of SARS coronavirus in sewage from xiao tang Shan hospital and the 309th hospital. J. Virol. Methods, 128 (2005), pp. 156-161

WESTHAUS et al. Detection of SARS-CoV-2 in raw and treated wastewater in Germany—suitability for COVID-19 surveillance and potential transmission risks. Sci. Total Environ., 751 (2021)

WÖLFEL et al. Virological assessment of hospitalized cases of coronavirus disease 2019. *Nature*. 2020 doi: 10.1038/s41586-020-2196-x.

WONG et al. Detection and characterization of human pathogenic viruses circulating in community wastewater using multi target microarrays and polymerase chain reaction. *J. Water Health*. 2013;11:659–670. doi: 10.2166/wh.2013.322.

WURTZER et al. Time Course Quantitative Detection of SARS-CoV-2 in Parisian Wastewaters Correlates with COVID-19 Confirmed Cases; pp. 10–13

Xiao et al . Infectious SARS-CoV-2 in feces of patient with severe COVID-19. Emerg. Infect. Dis., 26 (2020), pp. 1920-1922

Yong et al. Isolation of 2019-n CoV from a stool specimen of a laboratory-confirmed case of the coronavirus disease 2019 (CO-VID-19). China CDC Weekly, 2 (2020), pp. 123-124

YU et al. A familial cluster of infection associated with the 2019 novel coronavirus, indicating possible person-to-person transmission during the incubation period. J. Infect. Dis., 221 (11) (2020), pp. 1757 – 1761

ZHANG et al. Isolation of 2019-nCoV from a stool specimen of a laboratory- confirmed case of the coronavirus disease 2019. China CDC Wkly., 2 (8) (2020), pp. 123-124. Disponível em View Record in Scopus.