



ÍNDICE DE SANEAMENTO AMBIENTAL E COVID-19: UMA ANÁLISE NAS CAPITAIS BRASILEIRAS

ENVIRONMENTAL SANITATION INDEX AND COVID-19:
AN ANALYSIS IN BRAZILIAN CAPITALS

ÍNDICE DE SANEAMENTO AMBIENTAL E COVID-19: UMA ANÁLISE NAS CAPITALS BRASILEIRAS

ENVIRONMENTAL SANITATION INDEX AND COVID-19: AN ANALYSIS IN BRAZILIAN CAPITALS

Walef Pena Guedes¹ | Cibele Roberta Sugahara²

Denise Helena Lombardo Ferreira³

Recebimento: 08/05/2022

Aceite: 23/08/2023

¹ Doutorando em Ambiente e Sociedade (UNICAMP).

Campinas – SP, Brasil.

E-mail: walefguedes2011@hotmail.com

² Doutora em Ciência da Informação (USP).

Docente da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Campinas – SP, Brasil.

E-mail: cibelesu@puc-campinas.edu.br

³ Doutora em Matemática (UNESP).

Docente da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Campinas – SP, Brasil.

E-mail: lombardo@puc-campinas.edu.br

RESUMO

O processo de urbanização e o expressivo adensamento populacional nos grandes centros desencadeou um incremento na produção e no consumo da sociedade, aumentando a geração de resíduos, o que pode impactar a saúde humana e o meio ambiente. Em países em desenvolvimento como o Brasil, doenças causadas por condições inadequadas de saneamento ambiental resultam em problemas sociais que afetam principalmente as regiões em situação de vulnerabilidade. Este artigo tem por objetivo analisar o saneamento e as doenças relacionadas ao saneamento ambiental em regiões brasileiras para a elaboração de um Índice de Saneamento Ambiental para as capitais brasileiras a partir de indicadores relacionados com o abastecimento de água; o esgotamento sanitário e as doenças de origem hídrica. O método de pesquisa é exploratório e quantitativo. O Índice de Saneamento Ambiental foi elaborado a partir da aplicação da Análise Fatorial, com auxílio do Software SPSS. Como resultados, foi observado a correlação existente entre o Índice de Saneamento Ambiental proposto com os casos / óbitos por Covid-19 que, por sua vez, fortalece a concepção do saneamento como principal medida de prevenção e disseminação do vírus. Em suma, os serviços de saneamento de qualidade é uma medida de prevenção de doenças de origem hídrica, e sua universalidade deve ser vista como prioridade, principalmente nas regiões Norte e Nordeste.

Palavras-chave: Saneamento básico. Saneamento ambiental. Doenças de origem hídrica. Covid-19.

ABSTRACT

The urbanization process and the significant population densification in large centers triggered an increase in society's production and consumption, increasing the generation of waste, which can impact human health and the environment. In developing countries like Brazil, diseases caused by inadequate conditions of environmental sanitation result in social problems that mainly affect regions in situations of vulnerability. This article aims at analyzing the sanitation and diseases related to environmental sanitation in Brazilian regions for the elaboration of an Environmental Sanitation Index for Brazilian capitals based on indicators related to water supply; sewage and waterborne diseases. The research method is exploratory and quantitative. The Environmental Sanitation Index was elaborated from the application of the Factorial Analysis, with the help of the SPSS Software. As results, the existing correlation between the Environmental Sanitation Index and the cases/deaths by Covid-19 was observed, which, in turn, strengthens the conception of sanitation as the main measure of prevention and dissemination of the virus. In short, quality sanitation services is a measure of prevention of waterborne diseases, and its universality should be seen as a priority, especially in the North and Northeast regions.

Keywords: Basic sanitation. Environmental sanitation. Waterborne diseases. Covid-19.

INTRODUÇÃO

O surgimento e a propagação de novas doenças virais no Brasil são agravados em decorrência da ausência de saneamento apropriado. A importância da epidemiologia ficou em evidência e renomados cientistas dedicavam seu tempo a desenvolver estudos que atendiam as necessidades da época. Gomes (2015) afirma que os séculos XIX e XX foram marcados pela influência da microbiologia na epidemiologia, que não só identificava doenças infectocontagiosas (tuberculose, varíola, peste, influenza, dentre outras), mas buscava o desenvolvimento de novas medidas terapêuticas para as doenças.

Em países em desenvolvimento como o Brasil, doenças causadas por condições inadequadas de saneamento resultam em inúmeros problemas sociais, os quais afeta diretamente as minorias. O aumento desordenado da população contribui para a ampliação das disparidades sociais, comprometendo as infraestruturas de saneamento básico e, conseqüentemente, prejudicando a qualidade de vida da população (Teixeira *et al.*, 2014).

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), apesar do avanço na gestão de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), essa temática



ainda é uma questão de saúde pública, que gera impactos severos à sociedade em geral. A evolução do campo da bacteriologia contribui para a promoção da saúde sanitária, ambiental e pública, ao estabelecer meios adequados de obtenção de água potável, minimizando vetores de contaminação e maximizando ações prioritárias de prevenção (Heller *et al.*, 2018; Díaz; Nunes, 2020).

Tendo em vista a necessidade da sociedade por melhores condições e meios mais adequados de vida, a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 atualizou o Marco Legal do Saneamento e alterou a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Conforme a Lei 14.026/2020 o saneamento básico envolve os serviços públicos, as infraestruturas e as instalações operacionais de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de (i) abastecimento de água potável, (ii) esgotamento sanitário, (iii) limpeza urbana e (iv) manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2020a).

O saneamento básico está relacionado com o saneamento ambiental. Segundo o IBGE (2021), o saneamento ambiental engloba aspectos para além do saneamento básico, pois abrange

o acesso ao abastecimento de água potável, a coleta e a disposição sanitária de resíduos sólidos e líquidos, a disciplina sanitária de uso do solo e da ocupação da terra e obras especializadas para proteção e melhoria das condições de vida, a drenagem urbana, o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças transmissíveis para proteger e melhorar as condições de vida da população e do meio ambiente (IBGE, 2021, p. 126).

O relatório conjunto da *Un-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water* (GLAAS) com a *World Health Organization* (WHO) salienta a falta ou ineficiência dos serviços de saneamento como uma séria ameaça à saúde humana. O estudo aponta que o estado dos sistemas de *Water, Sanitation and Hygiene* (WASH) são variados e que a maioria dos países dispõe de componentes necessários em vigor, mas uma parte significativa ainda precisa operacionalizar e implementar medidas que visem fortalecer os sistemas de WASH. Dada a relevância do tema, o relatório aponta as lacunas para a gestão dos sistemas de WASH e frisa a necessidade de empregar esforços na prestação de serviços de forma sustentável e eficaz (WHO; UN-WATER, 2019). No Brasil, os serviços de saneamento ainda apresentam desafios, pelo fato de não atender de forma plena toda a população. Além disso, os serviços básicos de saneamento brasileiro mostram um avanço lento, favorecendo o risco de disseminação de doenças (ITB, 2021).



A falta de acesso ao saneamento básico é mais intensa em grupos de vulnerabilidade socioeconômica, nas áreas periurbanas, assentamentos informais e favelas, áreas em que vivem mais 13 milhões de brasileiros (UNICEF; BANCO MUNDIAL; SIWI, 2020). Essas disparidades geoespaciais de acesso aos serviços de saneamento básico foram identificadas por Rodrigues, Venson e Camara (2019) como sendo as microrregiões das regiões Norte e Nordeste, bem como regiões com populações de baixa renda e menos povoadas. Para os autores essas regiões devem ser o foco de melhorias dos serviços de saneamento.

De modo geral, a carência nos serviços de saneamento reforça a desigualdade, e sinaliza as desigualdades sócio-espaciais. Além disso, a fragilidade que permeia a infraestrutura do setor de saneamento acentua as discrepâncias sociais e econômicas, impactando de forma adversa os indivíduos mais suscetíveis (Sugahara; Ferreira; Prancic, 2021).

Em 2019, cerca de 83,7% da população brasileira possuía acesso à água e apenas 54,1% coleta de esgoto. Entretanto, apenas 49,1% do volume de esgoto gerado era de esgoto tratado. Esse cenário proporcionou o registro de cerca de 273.403 internações por doenças de origem hídrica, e um gasto de 108.097.605,38 nesse período. Em 2021, a ineficiência no acesso vitimizou cerca de 35 milhões de brasileiros, e quase 100 milhões não possuíam acesso à coleta de esgoto, acarretando centenas de internações por doenças de origem hídrica (ITB, 2021). Os dados relevam a forte relação dos serviços de saneamento básico com as questões ligadas a saúde.

Baseando-se no trabalho desenvolvido por Ferreira, Silva e Figueiredo Filho (2021), essa pesquisa tem por objetivo analisar o saneamento básico e as doenças relacionadas ao saneamento ambiental, a fim de elaborar um Índice de Saneamento Ambiental (ISA) para as capitais brasileiras. Para tanto, foram selecionados indicadores relacionados com o a) abastecimento de água, (b) esgotamento sanitário e (c) doenças de origem hídrica. Além disso, objetiva-se a elaboração do ISA através da aplicação da Análise Fatorial (AF) e sua relação com os casos de Covid-19 nas capitais brasileiras.

INDICADORES DE SANEAMENTO

Os indicadores permitem mostrar uma situação por conter informações que auxiliam o processo de tomada de decisão e planejamento, e o monitoramento dos valores assumidos pelos indicadores temporalmente permite a avaliação independentemente do indicador empregado (Meadows, 1998).

Para a avaliação dos impactos de saneamento sobre as doenças, é necessário a mensuração de indicadores validados e confiáveis, isto é, indicadores compostos por variáveis de gestão e de infraestrutura do sistema de saneamento (Ferreira; Silva; Figueiredo Filho, 2021).

No Brasil, em 1994 foi desenvolvido o Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento¹ (SNIS), que contempla uma ampla base de dados de saneamento. A base de dados possui informações para 84 indicadores referentes aos prestadores municipais, regionais e estaduais dos serviços de (a) abastecimento de água, (b) esgotamento sanitário, (c) manejo de resíduos sólidos urbanos, e (d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Cabe destacar que essas informações são consolidadas a partir do preenchimento voluntário das prestadoras de serviço (Brasil, 2020b).

O Instituto Trata Brasil (ITB) também possui um forte aparato de informações para os indicadores de saneamento, seja em âmbito municipal ou estadual. Tais informações são disponibilizadas na plataforma do Painel Saneamento Brasil², e em publicações anuais do *Ranking* de Saneamento, elaboradas com base nos dados do SNIS.

O *Ranking* do Saneamento do ITB visa a classificação dos 100 maiores municípios brasileiros com relação aos serviços de saneamento delimitados por abastecimento de água e esgotamento sanitário. O estudo traz à luz o problema histórico do Brasil, e salienta que não será possível alcançar a universalização dos serviços sem comprometimento das esferas Federais, Estaduais e Municipais (ITB, 2022a).

Ao comparar os 20 melhores municípios com os 20 piores municípios do *Ranking* do Saneamento, é possível verificar a desigualdade com relação ao indicador de população com acesso à água potável, 92,32% e 82,52%, respectivamente. No entanto, a disparidade maior é em relação ao indicador de população com acesso à rede coletora de esgoto, 95,59% para os 20 melhores municípios e 31,78% para os 20 piores municípios, caracterizando uma diferença de 63,81% (ITB, 2022b).

1 Ver <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>

2 Ver <https://www.painelsaneamento.org.br/>



O ITB (2022b) frisa que os melhores municípios investem 340% a mais em saneamento comparado aos municípios que dispõem de acesso quase total dos serviços de saneamento. Outro ponto a se destacar é sobre o investimento de R\$13,7 bilhões, realizado em 2020, valor considerado insuficiente para alcançar as metas elencadas pelo Novo Marco Legal do Saneamento de 2020.

É nesse cenário que o uso de indicadores de saneamento pode contribuir para maximizar a eficiência dos processos de governança e facilitar os processos adjuntos na implantação de serviços de saneamento, de modo a contribuir com os aspectos da administração pública (Nirazawa; Oliveira, 2018).

DOENÇAS RELACIONADAS AO SANEAMENTO AMBIENTAL INADEQUADO (DRSAI)

Incorporar as questões ambientais e de saúde no campo do saneamento gerou a perda da visão antropocêntrica, dando centralidade às aspirações humanas e novas perspectivas com relação ao ambiente e a sociedade. Dessa maneira, o saneamento básico começou a ser tratado também como saneamento ambiental. (FUNASA, 2019). O conceito de saneamento tem sido discutido ao longo dos anos em função de problemas de saúde pública, impactos ambientais e adensamento populacional dos municípios. O saneamento ambiental pode ser compreendido como sendo

[...] conjunto de ações socioeconômicas que tem por objetivo alcançar Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (FUNASA, 2004, p. 14).

O saneamento ambiental visa garantir a salubridade ambiental, entendida como o “estado de hígidez em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias, ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente” (FUNASA, 2004, p. 14). É possível observar que a salubridade ambiental associa as questões de saúde pública com as ambientais.

As políticas relacionadas com o saneamento visam proporcionar o acesso à água potável e ao saneamento de forma adequada e equitativa para promover melhores condições de saúde e bem-estar. Cabe identificar quais doenças são provenientes do saneamento inadequado, e com esse intuito Cairncross e Feachem (1993) realizaram um estudo classificando as doenças infecto-parasitárias. Essa categorização é utilizada pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2004; 2019)



denominada de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), esse termo compreende como a falta ou ausência dos serviços de saneamento ambientalmente adequados, ocasionando as seguintes doenças: (I) Doenças de transmissão feco-oral, (II) Doenças transmitidas por inseto vetor, (III) Doenças transmitidas com base na água, (IV) Doenças relacionadas com a higiene, e (V) Geo-helmintos e teníases.

Ao considerar apenas as doenças como Diarreia, Dengue, Febre Amarela, Esquistossomose, Malária e Leptospirose, o Brasil registrou aproximadamente 273 mil internações no ano de 2019. O controle e a redução do número de internações ocasionadas por doenças associadas a falta de saneamento no Brasil ainda é um desafio em todas as regiões brasileiras. Dentre as doenças de origem hídrica no Brasil, a diarreia representa 78% do número de internações (ITB, 2021). Além disso, parte dessas doenças podem ser potencialmente evitadas com acesso adequado ao saneamento, o que minimizaria a ocorrência de internações.

Deve-se notar que o acesso universal à água potável e a coleta e tratamento de esgoto são essenciais para a subsistência da vida humana. Essa situação permite verificar o impacto na saúde da população brasileira devido à falta de acesso à água e saneamento e sua relação com a Covid-19 (Sugahara; Ferreira; Pranic, 2021).

A adoção de medidas que priorizem a inter-relação entre a gestão dos recursos hídricos e do saneamento é necessária para diminuir os impactos causados pelo vírus *Severe Acute Respiratory Syndrome - Corona Virus* (SARS-CoV-2), causador da *Corona Virus Disease 2019* (Covid-19) (Freitas; Kuwajima; Santos, 2020). As medidas de gerenciamento do saneamento cumprem o papel de preservação de águas superficiais e subterrâneas, mais do que isso, evita a disseminação de patógenos por meio da veiculação hídrica (Sugahara; Ferreira; Pranic, 2021). Ademais, apesar de a Covid-19 não ser considerada uma DRSAI, é possível perceber que a falta de saneamento contribui para o agravamento da doença.



SANEAMENTO E COVID-19

A pandemia de Covid-19 em decorrência do vírus SARS-CoV-2 mostrou-se como um problema enorme e multidimensional, que afeta de forma alarmante todas as áreas e setores públicos, gerando incertezas e dificuldades. Um cenário de pandemia gerou uma crise sanitária e agravou as vulnerabilidades econômicas, sociais e ambientais.

No início de agosto de 2020, o Brasil já era o segundo País em números de casos de Covid-19 no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos. As condições precárias vivenciadas em algumas regiões do Brasil inibem o enfrentamento ao combate da pandemia pela Covid-19, como, por exemplo, o estado do Rio de Janeiro com 12 milhões de habitantes, e desse total um em cada quatro vive em áreas periurbanas, com alta densidade populacional, e a maioria sem água potável (SPRONK, 2020). No Rio de Janeiro, cerca de 209.386 pessoas moram em aglomerados subnormais e não se beneficiam da rede de abastecimento de água oficial. O *déficit* de coleta de esgoto é ainda maior, afetando 510.077 pessoas (Martins *et al.*, 2021).

Assim, a pandemia da Covid-19 deve ser compreendida a partir das lentes das disparidades estruturais da sociedade. A WHO instituiu medidas de profilaxia para reduzir a disseminação da Covid-19 – uso de máscaras, distanciamento social e lavagem das mãos. Contudo, apesar de tais recomendações serem simples, tornaram-se quase impossíveis para as pessoas que não possuíam acesso à água potável e instalações de saneamento adequado (Spronk, 2020).

O panorama de crise global desvela as novas e existentes diferenças, e deve ser vista como tema central de discussão, pois ao longo do período pandêmico, o acesso à água potável para higienização, saneamento adequado e atenção à saúde apresentava condições precárias, de modo a salientar a urgência da universalidade de tais serviços (Nath; Godsling, 2020). A pandemia conseguiu evidenciar a importância da água e do saneamento adequado, tanto para os países do Norte Global quanto para os países do Sul Global que enfrentam insegurança hídrica, dificultando o combate à pandemia de Covid-19 (Loftus; Farhara, 2020).

A conjuntura da pandemia Covid-19 tornou mais visível os privilégios e desvantagens instaurados na sociedade, enquanto parte da população gozava de posições confortáveis de acesso a uma vida saudável, outra parte era colocada em situações de completa vulnerabilidade, expondo os grupos com



maior desigualdade em termos de classe socioeconômica, raça e gênero (Spronk, 2020). Dessa forma, Albuquerque e Ribeiro (2020, p. 2) reforçam a “desigualdade como processo de seletividade espacial e de produção concomitante de abundância, riqueza e conforto de um lado, e de escassez, pobreza e vulnerabilização de outro”.

Os direitos humanos, como a realização dos direitos econômicos e sociais, bem como o direito à água e ao saneamento, tornam as pessoas mais resilientes, ao mesmo tempo, em que permitem o diálogo sobre a complexidade dos desafios e injustiças que muitas vezes são ocultados ou ignorados. Reconhecer os direitos humanos à água e ao saneamento deve ser visto como uma medida corretiva, haja vista o *déficit* de insegurança hídrica, abastecimento de água insuficiente e ineficiente nos países. A universalização dos direitos à água e ao saneamento devem estabelecer vias para a realização e manutenção desses direitos, a fim de atuar fortemente no combate à Covid-19 (Loftus; Farhana, 2020). Aguiar e Moretti (2020, p. 23) elencam os seguintes critérios normativos da ONU sobre o direito à água e ao saneamento: “a) a disponibilidade desses serviços; (b) a qualidade e segurança; (c) sua aceitabilidade junto aos usuários; (d) a acessibilidade; (e) a modicidade de preços”.

O reconhecimento da Organização das Nações Unidas (ONU) tem por finalidade minimizar as desigualdades sociais existentes, pois essas contribuem para a propagação de doenças de origem hídrica. Portanto, a relação estabelecida pelo saneamento e a propagação de patógenos deve ser tratada com prioridade. O cenário pandêmico potencializa a dispersão do vírus SARS-CoV-2. Destaca-se que é possível detectar a presença do RNA do vírus transmissor em esgoto doméstico, entretanto não há confirmação de contaminação pelo contato direto com os efluentes (Freitas; Kuwajima; Santos, 2020).

Embora seja possível a persistência do vírus na água, não existem evidências da presença em águas superficiais ou subterrâneas, ou que sejam transmitidos através da água contaminada. De modo geral, “o vírus da Covid-19 é um vírus envelopado por uma membrana externa frágil. Geralmente, os vírus envelopados são menos estáveis no ambiente e são mais sensíveis a oxidantes, como o cloro” (WHO; UNICEF, 2020, p. 2, tradução nossa). Apesar das evidências apontarem para existência do vírus na água e esgoto, é provável que o vírus se torne inativo mais rápido que os vírus não envelopados (WHO; UNICEF, 2020).



O pioneiro estudo de Casanova *et al.* (2009, p. 1898, tradução nossa) sugerem que “os diferentes (categorias) coronavírus sobreviveram e permaneceram infecciosas durante longos períodos em diferentes tipos de água, incluindo água de reagente, água de superfície, e esgoto pasteurizado sedimentado”. Contudo, segundo os estudos realizados até o momento não foi possível detectar a presença do vírus da Covid-19 em água potável, e baseado nas evidências, o risco para contaminação de abastecimento de água é relativamente baixo. Em contrapartida, é possível tomar algumas medidas preventivas para melhor seguridade da água, com proteção das fontes de água, tratamento, distribuição, coleta e consumo, assegurando que a água tratada seja armazenada de forma adequada nas residências (WHO; UNICEF, 2020).

No Brasil, a pandemia de Covid-19 tem gerado impactos sociais relevantes tendo em vista a precariedade do acesso à água e ao saneamento em algumas regiões brasileiras. Os problemas atrelados ao abastecimento de água adequada demandam maior atenção, apresentando uma situação emergencial que coloca na linha de frente uma parcela significativa da população, principalmente no enfrentamento da pandemia da Covid-19, pois se sabe que a principal medida de profilaxia depende do acesso à água.

Ademais, a pandemia pôde revisitar a importância das políticas públicas, que compreendem a necessidade de assegurar os serviços básicos de saneamento a todos (Aguiar; Moretti, 2021). Contudo, os pobres são desproporcionalmente afetados por pandemias devido a fatores de WASH, estado de saúde primário ruim e suscetibilidade a impactos secundários na saúde, dentre outros (Cooper, 2020).

Embora haja o desenvolvimento de novas formas de acessibilizar a aproximação dos serviços em saúde para os grupos minoritários, nem todas essas pessoas recebem a assistência garantida por lei; a adoção de medidas de prevenção se mostra como o caminho mais eficaz contra a propagação do coronavírus, campanhas de conscientização da população como a higienização frequente das mãos, uso de máscaras e regras que visam conter aglomerações de pessoas, formam um conjunto de normas propagadas em larga escala, que visam diminuir o contágio do vírus (Dutra; Smiderle, 2020), no entanto, as medidas de prevenção aqui elencadas, infelizmente não são uma realidade vivida por todos.

A crise financeira também vivenciada no Brasil talvez seja um dos maiores impeditivos quanto à disseminação em massa de atenção à saúde no País. Para driblar os problemas que existem em decorrência da Covid-19, instituições privadas unem forças, de modo a minimizar os impactos causados pelas



desigualdades sociais. No setor público, iniciativas como auxílio emergencial e a inserção da tarifa social, visam a aproximação da população menos assistida com relação ao acesso à água e ao saneamento. Pensar em cuidado integral à saúde é pensar numa perspectiva macro para o atendimento de demandas e enfrentamento de problemas de saúde pública (Aguiar; Moretti, 2021).

A pandemia da Covid-19 não é um grande equalizador em tudo, a complexidade dos efeitos da pandemia expuseram a desigualdade estrutural da economia que assola a sociedade. É evidente que os impactos da crise gerados pela pandemia acentuaram a desigualdade socioeconômica (Spronk, 2020). Tal crise é, portanto, uma maneira clara de chamar a atenção para os grupos de maior vulnerabilidade, especificamente em razão dos direitos humanos, injustiça social e solidariedade humana (Vieira; Monteiro; Silva, 2021). De forma geral, isso fortalece a importância do saneamento como forma preventiva de doenças e qualidade de vida.

MATERIAL E MÉTODOS

A abordagem metodológica utilizada é exploratória e quantitativa. Segundo Lakatos e O método quantitativo faz uso de amostras amplas e informações numéricas (Lakatos; Marconi, 2008), e a pesquisa exploratória “busca levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objeto” (Severino, 2017, p. 132).

Nessa pesquisa, foi elaborado um Índice de Saneamento Ambiental (ISA) por meio da aplicação da AF considerando as questões de atendimento do abastecimento de água e do esgoto e a taxa de mortalidade das doenças de origem hídrica. Essa pesquisa traz como contribuição o desenvolvimento do ISA a partir de um conjunto de indicadores relacionados ao abastecimento de água e esgoto e à taxa de mortalidade das doenças de origem hídrica, a fim de auxiliar os tomadores de decisão no monitoramento e avaliação dos serviços nas capitais brasileiras.

Para a elaboração do Índice de Saneamento Ambiental foram selecionadas as seguintes variáveis (Quadro 1).



Quadro 1 | Descrição das variáveis utilizadas para elaboração do ISA

Variável	Descrição	Fonte
IN015 - Índice de coleta de esgoto	Refere-se ao volume de esgotos coletado, dividindo-se pelo resultado da subtração do volume de água consumido e volume de água tratada exportado, multiplicado por 100. Unidade de medida: percentual.	SNIS
IN016 - Índice de tratamento de esgoto	Refere-se aos esgotos tratado, importado tratado e bruto exportado, dividindo-se pelo esgoto coletado e bruto importado, multiplicado por 100. Unidade de medida: percentual.	SNIS
IN023 - Índice de atendimento urbano de água	Refere-se a população urbana atendida com abastecimento de água, dividido pela população urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água, multiplicando por 100. Unidade de medida: percentual.	SNIS
IN055 - Índice de atendimento total de água	Refere-se a população total atendida com abastecimento de água, dividindo-se pela população residente do município. Unidade de medida: percentual.	SNIS
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	Refere-se a população total atendida com esgotamento sanitário, dividindo-se pela população total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE, multiplicado por 100. Unidade de medida: percentual.	SNIS
TM -Taxa de mortalidade	Refere-se as doenças de origem hídrica, bem como as doenças que podem ser agravadas com o saneamento ambiental inadequado: Cólera, Febres Tifóide e Paratifóide, Shigelose, Amebíase, Diaréia e gastroenterite origem infecciosa presumível, outras doenças infecciosas intestinais, outras tuberculoses respiratórias, restante de tuberculose respiratória, restante de outras tuberculoses, Hanseníase, Leptospirose icterohemorrágica, outras formas de leptospirose, Leptospirose não especificada, restante de outras doenças bacterianas, Tracoma, Febre amarela, Dengue, Febre hemorrágica devida ao vírus da dengue, restante de outras febres por arbovírus e febre hemorrágica por vírus, Hepatite aguda B, Micose, Malária por Plasmodium falciparum, Malária por Plasmodium vivax, Malária por Plasmodium malariae, outras formas malária confirmadas por exames parasitológicos, Malária não especificada, Leishmaniose visceral, Leishmaniose cutânea, Leishmaniose não especificada, Esquistossomose, Filariose, Ancilostomíase, outras helmintíases, Sequelas de hanseníase, outras doenças infecciosas e parasitárias. Unidade de medida: percentual.	DataSUS

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.



Considerando que até o momento da realização desta pesquisa, o SNIS não dispunha de dados mais recentes, foram utilizados os dados do ano de 2020. Os dados epidemiológicos do número de casos e óbitos por Covid-19 para as capitais brasileiras foram obtidos através da plataforma OpenDataSUS³ do Ministério da Saúde com exceção de Manaus que não dispunha de dados no momento da coleta, para essa observação em questão os dados foram coletados com base em Cota (2020). A coleta de dados abrangeu o período de março a dezembro de 2020.

Todas as rotinas computacionais nesse estudo foram realizadas com o auxílio do *Software Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 20. Nesse estudo, optou-se pelo método de Análise Fatorial (AF), pois a técnica é fortemente utilizada na elaboração de índices, assim como pode ser observado nos estudos de Nirazawa e Oliveira (2018); Ferreira (2020); Ferreira, Silva e Figueiredo Filho (2021) e Mendes (2022).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A AF é uma das técnicas de análise de dados multidimensionais mais difundidas, e possui aplicação em diversas áreas de conhecimento, sendo comumente utilizada para reduzir a dimensionalidade dos dados. A AF permite reduzir o número de variáveis a partir do agrupamento de variáveis que apresentem correlação entre si, de modo a minimizar a perda de informações.

A técnica de AF possibilita identificar um pequeno número de fatores que representam o comportamento de um conjunto de variáveis originais, capazes de capturar um grande percentual de variância das variáveis observadas. Nesse sentido, a AF utiliza os coeficientes de correlação para condensar as variáveis e gerar fatores (Hair *et al.*, 2009; Fávero; Belfiore, 2017; Matos; Rodrigues, 2019).

Para a aplicação da AF é importante observar sua adequabilidade e qualidade. Normalmente, a adequabilidade da AF é verificada através do teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que deve apresentar índice acima de 0,5 para que a técnica seja aceitável. E o teste de esfericidade de Bartlett, que aponta se a matriz identidade é uma matriz de correlação. Nesse caso, se o *p-valor* do teste for menor que o nível de significância (5%), pode-se rejeitar a hipótese nula, sendo possível

3 Ver <https://opendatasus.saude.gov.br/dataset>



continuar com a AF (Hair *et al.*, 2009; Fávero; Belfiore, 2017; Matos; Rodrigues, 2019). Por outro lado, a qualidade da AF pode ser observada por meio de i) uma visão geral da análise dos fatores; ii) tamanho da amostra; iii) métodos de extração dos fatores; iv) número de fatores para reter as técnicas, e v) tipos de métodos rotacionais (Taherdoost; Sahibuddin; Jalaliyoon, 2020). Para esse estudo, foi definido o método de extração por Componentes Principais, e extração pelo método ortogonal Varimax.

A elaboração do ISA a partir da AF permite estabelecer um cenário comparativo entre as capitais brasileiras, portanto, as capitais que apresentarem os maiores ISA são as que possuem o melhor nível de cobertura para os indicadores selecionados.

O teste de KMO (0,637) e o teste de esfericidade de Bartlett (p -valor $< 0,001$) mostraram-se adequados e validam a amostra de dados. Outro ponto importante que deve ser observado na AF são as comunalidades. As comunalidades representam a capacidade de explicação da variância de cada variável que pode ser explicada pelo fator extraído de correspondência. Recomenda-se que apenas as variáveis com comunalidades superior a 0,5 sejam mantidas na amostra (Hair *et al.*, 2009). Portanto, os resultados revelam que todas as comunalidades atingiram valores acima de 0,583. Esses critérios podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 | Critérios para avaliação da AF

Critérios	Valores		Fatores	
	KMO	0,637		
Teste de esfericidade de Bartlett	(p-valor $< 0,001$)		Fator 1	Fator 2
Comunalidades	IN015 = 0,751		0,793	0,348
	IN016 = 0,583		0,625	-0,439
	IN023 = 0,856		0,923	0,060
	IN055 = 0,873		0,934	0,035
	IN056 = 0,797		0,890	0,067
	TM = 0,837		0,145	0,903
Somas de rotação de carregamentos ao quadrado				
	Componente	Total	Variância %	Acumulado %
Variância total explicada	1	3,55	59,30	59,30
	2	1,13	18,99	78,29

Fonte: Elaborado a partir do SPSS.



Conforme consta na Tabela 1 observa-se que o primeiro componente tem autovalor de 3,55 e consegue explicar 59,30% da variância total dos dados, e o segundo componente, com autovalor 1,13 explica 18,99% da variância. Cumulativamente, os dois componentes explicam 78,29% da variância total da amostra. Uma amostra que explique acima de 60% da variância total dos dados é considerada aceitável (Hair *et al.*, 2009).

Após a extração dos fatores calculam-se as cargas fatoriais – correspondente às correlações de Pearson existentes entre os fatores extraídos e as variáveis originais. Na sequência, foi aplicado a rotação ortogonal Varimax, e as variáveis com valor absoluto maior que 0,5 foram grifadas e agrupadas (duas últimas colunas da Tabela 1). Nota-se que as variáveis (IN015; IN016, IN023, IN055 e IN056) que compõem o Fator 1 estão fortemente correlacionadas com esse Fator, ou seja, as capitais possuem bons níveis para as variáveis selecionadas. Já o Fator 2 é composto pela variável TM, a qual está positivamente relacionada com seu Fator. O fato da variável TM estar correlacionada positivamente, pode-se inferir que as capitais possuem óbitos pela falta de acesso ao saneamento ambiental e que existe uma boa correlação inversa entre esta variável e o Fator 2.

Considerando as especificidades das variáveis que compõem o Fator 1 e Fator 2, eles foram denominados de Atendimento de água e esgoto e Mortalidade por doenças de origem hídrica, respectivamente.

Para a elaboração do ISA o Fator 1 foi considerado com contribuição positiva, pois quanto maior o percentual maior é a cobertura dos serviços de saneamento, e o Fator 2 com contribuição negativa, tendo em vista que quanto maior o percentual maior o número de óbitos por DRSAL.

Além disso, o modelo de AF gerou os escores para cada capital brasileira, os quais possuem distribuição normal, com variância 1 e média zero, de modo a mensurar as variáveis dentro de cada fator. Ademais, o ISA foi obtido a partir do cálculo da Equação (1).

$$ISA = X_1 * F_1 - X_2 * F_2 \quad (1)$$

Em que:

ISA é o Índice de Saneamento Ambiental; X_1 é a Variância total explicada pelo Fator 1; X_2 é a Variância total explicada pelo Fator 2; F_1 é o Atendimento de água e esgoto; e F_2 é a Mortalidade por doenças de origem hídrica.

Para facilitar a apresentação dos resultados, o ISA foi normalizado. A normalização visa padronizar os dados de modo que oscilem entre 0 e 1, ou seja, melhor e pior desenvolvimento (Equação 2).

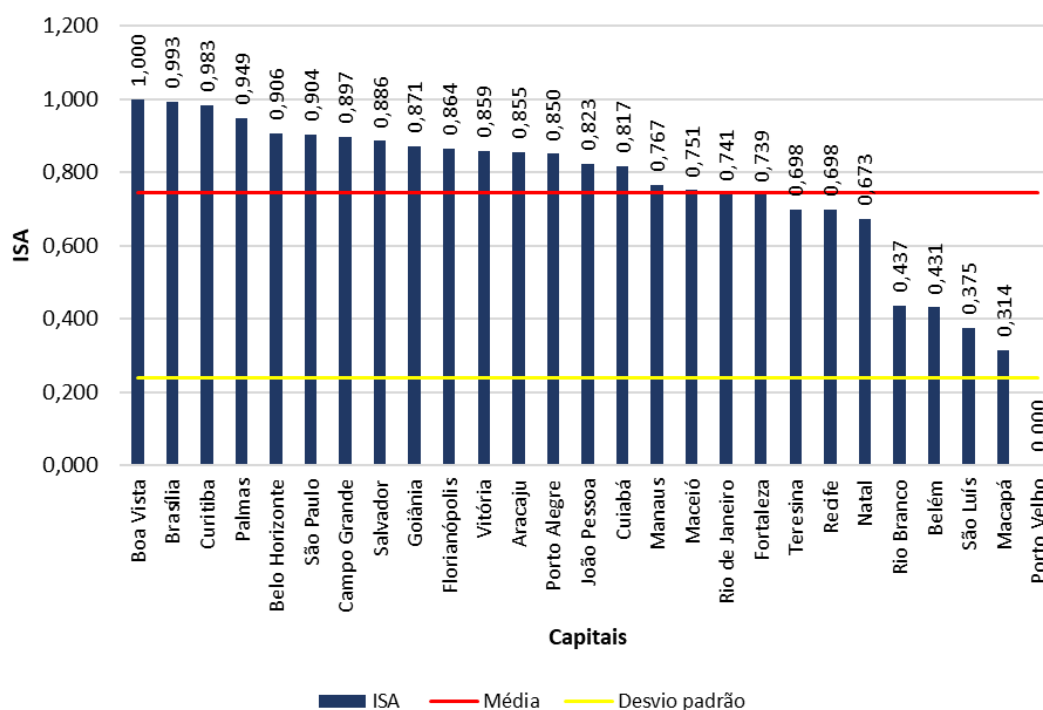
$$ISA = \frac{ISA_i - ISA_{\text{mínimo}}}{ISA_{\text{máximo}} - ISA_{\text{mínimo}}} \quad (2)$$

Nesse caso, quanto mais o valor se aproxima do extremo 1, mais favorável é o ISA para as cidades brasileiras. Por outro lado, quanto mais próximo de 0 o valor estiver, pior é o ISA. Em seguida, para examinar a relação entre o ISA e o número de casos/óbitos por Covid-19 no Brasil, foi empregado o coeficiente de correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cumprir o objetivo dessa pesquisa, as variáveis que compõem o ISA estão relacionadas com as dimensões de abastecimento de água e esgotamento sanitário, pois são delas que surgem as implicações e posteriores óbitos por doenças de origem hídrica. Nesse sentido, objetivou-se a representação gráfica do ISA para as capitais brasileiras (Figura 1).

Figura 1 | Índice de Saneamento Ambiental (ISA) das capitais brasileiras.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.



A linha vermelha (Figura 1) representa a média do ISA (0,744), e a linha amarela o desvio-padrão (0,238). Quanto mais próximo o resultado do extremo 1 melhor o acesso ao saneamento ambiental, e quanto mais próximo do extremo 0 pior o acesso. Portanto, os resultados revelam que Boa Vista (1,000), Brasília (0,993) e Curitiba (0,983) encabeçam a classificação com os melhores resultados para o acesso ao saneamento ambiental. Por outro lado, Porto Velho (0,000), Macapá (0,314) e São Luís (0,375) ocupam as últimas colocações, isto é, apresentam índices inferiores de acesso ao saneamento ambiental com possibilidade maior de contaminação e propagação de doenças.

Nota-se que as capitais com valores abaixo da média estão localizadas nas regiões Norte e Nordeste, com exceção do Rio de Janeiro. Essas regiões foram identificadas por Rodrigues, Venson e Camara (2019), Rossani *et al.* (2020) e Sugahara, Ferreira e Prancic (2021) como sendo as regiões que mais carecem quanto ao acesso aos serviços de saneamento e conseqüentemente as mais distantes de alcançar universalização destes serviços.

Cabe destacar, que embora a capital Boa Vista esteja localizada na região Norte, obteve o melhor ISA, possivelmente por apresentar eficiência quanto aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, pois de acordo com o ITB (2022a), dentre as 20 maiores cidades que mais investem em saneamento, a capital Boa Vista é a terceira cidade, com 74,64% de investimento no setor. Somado a isso, o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) define o patamar nacional de investimento médio anual *per capita* de aproximadamente R\$113,30. Nesse quesito, Boa Vista investiu mais que o patamar, com R\$130,80 *per capita*, atrás apenas de Cuiabá (R\$213,33), São Paulo (R\$180,97) e Natal (R\$141,21).

Em geral, há um perfil econômico e demográfico das capitais que possuem mais eficiência nos serviços de saneamento. Rossoni *et al.* (2020) destacam que as disparidades geoespaciais no acesso aos serviços de saneamento podem ser atribuídas à alocação preferencial de investimentos na macrorregião do Sudeste, ao contrário do que acontece nas macrorregiões do Norte e Nordeste.

Em relação à Covid-19 e o ISA os dados analisados neste trabalho referem-se ao ano de 2020 ao nível nacional (Tabela 2). A questão do acesso da população aos serviços de água e esgoto, principalmente no contexto da pandemia de Covid-19 foi destacada como um desafio público e das agências prestadoras de serviços, como evidenciado por Sugahara, Ferreira e Prancic (2020).



Na Tabela 2 é possível observar o resultado do coeficiente de correlação linear de Pearson com o número de casos e óbitos por Covid-19.

Tabela 2 | Correlação entre o ISA e os números de casos e óbitos de Covid-19, para 2020.

Mês	Correlação	
	Casos	Óbitos
Março	-0,354	-0,407
Abril	-0,402	-0,400
Mai	-0,360	-0,301
Junho	-0,291	-0,354
Julho	-0,154	-0,295
Agosto	-0,120	-0,191
Setembro	-0,049	-0,120
Outubro	-0,031	-0,072
Novembro	-0,072	-0,071
Dezembro	-0,083	-0,058

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

No período analisado, pode-se observar uma diminuição no nível de associação entre casos e óbitos. Em geral, o período de março a julho apresentou maior grau de correlação. Além disso, deve-se notar que todas as observações tiveram contribuições negativas, ou seja, quanto mais acesso ao saneamento, menos casos/mortes por Covid-19.

A correlação apresentada na Tabela 2 mostra que no mês de abril ocorreu o maior nível de associação (-0,402) para os casos, já o valor mais expressivo com relação ao número de óbitos foi em março (-0,407). De forma geral, a associação entre o ISA e o número de casos e óbitos por Covid-19 sugere que o acesso aos serviços de saneamento ambiental é primordial no combate e disseminação de doenças infecciosas.

Para Ferreira, Silva e Figueiredo Filho (2021) o saneamento de qualidade está diretamente ligado os números de incidência e mortalidade por Covid-19, e sugere-se que em áreas que possuem mais acesso aos serviços de saneamento, menores são as taxas de incidência e mortalidade por Covid-19. Somado a isso, os autores frisam o saneamento como uma medida de profilaxia essencial no combate à doença.

Tomando como exemplo os dados do estudo realizado por Wu *et al.* (2020), os autores sugerem que a presença do vírus nas fezes pode se manter por cerca de cinco semanas após as amostras respiratórias terem apresentado resultado negativo para o RNA de SARS-CoV-2. Apesar do arcabouço científico sobre a viabilidade do SARS-CoV-2 estar em desenvolvimento, o vírus pode sobreviver no ambiente por vários dias, o que pode levar à transmissão fecal-oral. O RNA do SARS-CoV-2 também foi identificado nas águas residuais na Austrália, indicando a eliminação persistente do vírus nas fezes de pacientes infectados, incluindo pacientes em estado assintomáticos (Ahmed *et al.*, 2020). Em complemento, Natarajan *et al.* (2022) mediram as dinâmicas do RNA viral fecal em pacientes diagnosticados com Covid-19 pelo período de dez meses após a confirmação da doença, e observaram a persistência do vírus por até sete meses após o diagnóstico positivo.

Anteriormente, o estudo de Casanova *et al.* (2009) já havia discutido uma hipótese semelhante, onde os autores sugeriram que o evento ocorrido em 2003 pelo vírus SARS-CoV poderia “reemergir em humanos e populações, a água contaminada com estes vírus podem continuar a representar um risco de exposição mesmo após os indivíduos infectados já não estarem presentes” (Casanova *et al.*, 2009, p. 1898, tradução nossa). Essa hipótese é apontada porque os vírus SARS-CoV e MERS-CoV são dois coronavírus encontrados em esgotos em condições que promovem a transmissão fecal-oral. Além disso, foi observado que o potencial para essa categoria de transmissão da Covid-19 tem sérias implicações, especialmente em áreas com saneamento precário (Yeo; Kaushal; Yeo, 2020).

Uma análise dos indicadores de saneamento na região da África Subsaariana revelou que aproximadamente 783 milhões de pessoas não têm acesso à água de boa qualidade, enquanto cerca de 320 milhões de pessoas enfrentam escassez de água. Nesse contexto, foi investigada a associação entre os casos e óbitos por Covid-19. Os resultados apontaram uma ligação significativa entre as mortes pela doença e a falta de água e saneamento, ressaltando a estreita relação entre a mortalidade e a ausência de serviços adequados. Isso reforça a importância fundamental da higiene das mãos com água e sabão como medida eficaz para conter a propagação do vírus, especialmente entre os grupos mais vulneráveis (Amankwaa e Fischer, 2020).

As dificuldades de integrar os setores de saúde e os serviços públicos estão intrinsecamente ligadas à disparidade social, principalmente em áreas urbanas precárias, devido ao padrão de ocupação



do espaço, alta densidade populacional, desigualdade econômica, carência de acesso à água potável e saneamento básico. Esses fatores amplificam os riscos às condições de saúde (Martins *et al.*, 2021).

Portanto, os resultados deste estudo oferecem informações valiosas para a gestão dos serviços de saneamento e para os provedores de serviços, ao destacar as regiões mais impactadas em termos de saúde devido à insuficiência das condições de abastecimento de água e saneamento. Uma contribuição significativa deste estudo está na possibilidade de replicação da metodologia em outras situações e áreas, especialmente em regiões caracterizadas pela vulnerabilidade social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como respostas aos desafios do saneamento ambiental no Brasil, em relação às doenças de origem hídrica é inegável a necessidade de investimentos da arrecadação dos municípios, bem como investimentos dos prestadores de serviço em infraestrutura de saneamento, além da ampliação das parcerias público-privadas para a gestão do saneamento ambiental. Isso é particularmente importante sob o ponto de vista da formulação de políticas públicas, para a garantia de melhor desempenho no sistema de abastecimento de água e saneamento, como medida para reduzir a ocorrência de casos e óbitos por doenças infecciosas, como a Covid-19.

Como discutido neste estudo, o saneamento ambiental de qualidade é uma medida de profilaxia de doenças, e depende da disponibilidade de água tratada e da rede de coleta de esgoto para toda a população, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. O estudo evidencia a necessidade da adoção de medidas para garantir o acesso à água e esgoto a toda a população de forma igualitária, principalmente em regiões mais desprovidas desse serviço.

As estratégias para mitigar a disseminação de doenças infecciosas depende do controle ambiental de vetores e requer eficiência da cobertura dos serviços de saneamento, por meio, por exemplo, da ampliação da infraestrutura, visto que quanto maior o acesso ao saneamento ambiental menor é a ocorrência de casos e óbitos por Covid-19.

Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. M. S.; MORETTI, R. S. Introdução: A tarifa social e o direito humano à água e ao saneamento. *In: Água como Direito: Tarifa social como estratégia para a acessibilidade econômica*. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital. 2021.

AHMED, W., ANGEL, N., EDSON, J. BIBBY, K.; BIVINS, A. *et al.* First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. **Science of The Total Environment**, v. 728, 138764, 2020.

ALBUQUERQUE, M.; RIBEIRO, L. Inequality, geographic situation, and meanings of action in the COVID-19 pandemic in Brazil. **Cad. Saúde Pública**, v. 36, n. 12, p. 1-14, 2020.

AMANKWAA, G.; FISCHER, C. Exploring the correlation between COVID-19 fatalities and poor WASH (Water, Sanitation and Hygiene) services. **medRxiv**, p. 1-9, 2020.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. 2020a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm#view>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **25º Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2019**. Brasília: SNS/MDR, 2020b. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico%20SNIS%20AE_2019_Republicacao_04022021.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. **Environmental health engineering in the tropics: An introductory text**. Chichester: Wiley. 1993.

CASANOVA, L.; RUTALA, W. A.; WEBER, D. J.; SOBSEY, M. D. Survival of surrogate coronaviruses in water. **Water Research, Dübendorf**, v. 43, n. 7, p. 1893-1898, 2009.

COOPER, R. Water security beyond Covid-19. **K4D helpdesk report 803**. Brighton, UK: Institute of Development Studies, p. 1-24, 2020.

COTA, W. **Monitoring the number of COVID-19 cases and deaths in Brazil at municipal and federative units level**. Disponível em: <<https://github.com/wcota/covid19br/blob/master/cases-brazil-cities-time.csv.gz>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

DÍAZ, R. R. L.; NUNES, L. R. N. A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, v. 7, n. 02, p. 1-23, 2020.

DUTRA, J.; SMIDERLE, J. Água e saneamento na pandemia da Covid-19 – desafio e oportunidade. **Conjuntura Econômica**, p. 50-51, 2020.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados: Estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2017.

FERREIRA, A. L. **As dimensões do desenvolvimento rural sustentável no Brasil: Um estudo das microrregiões brasileiras**. 2020. 98p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Sustentabilidade, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2020.

FERREIRA, D.; SILVA, L.; FIGUEIREDO FILHO, D. B. Saneamento importa? Uma análise da relação entre condições sanitárias e COVID-19 nas capitais brasileiras. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 26, n. 6, p. 1079-1084, 2021.

FREITAS, D. A. F.; KUWAJIMA, J. I.; SANTOS, G. R. Water resources, public policies and the COVID-19 pandemic. **Rev. Am-**



bient. *Água*, v. 15 n. 5, p. 1-15, 2020.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2004.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 5.ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2019.

GOMES, E. C. S. **Conceitos e ferramentas da epidemiologia**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2015.

HAIR, J. F.; BLACK, W.; BABIN, B.; ANDERSON, R.; TATHAM, R. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HELLER, L.; MENICUCCI, T.; D'ALBUQUERQUE, R.; BRITTO, A. L.; SARTI, F.; ULTREMARE, F. **Saneamento como política: Um olhar a partir dos desafios do SUS**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas de saneamento: Abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Coordenação de Geografia e Coordenação de Recursos Naturais e Meio Ambiente. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Saneamento e doenças de veiculação hídrica DATASUS e SNIS 2019**. 2021. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/images/estudos/saneamento-e-saude/Sum%C3%A1rio_Executivo_-_Saneamento_e_Sa%C3%BAde_2021_2.pdf>. Acesso em 21 dez. 2021.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Ranking do saneamento Instituto Trata Brasil (SNIS 2020)**. 2022a. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/pt/estudos/ranking-do-saneamento/itb/ranking-do-saneamento-2022>>. Acesso em: 24 abr. 2022.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Release: As melhores cidades de saneamento básico no Brasil investem quase 340% a mais do que municípios com quase acesso total aos serviços**. 2022b. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking_do_Saneamento_2022/Relase_do_RS_2022.pdf. Acesso em: 23 abr. 2022.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2008.

LOFTUS, A.; FARHANA, S. Are we all in this together? Covid-19 and the human rights to water and sanitation. *In: Public Water and Covid-19: Dark clouds and silver linings*. McDONALD, David. A.; SPRONK, Susan; CHAVEZ, Daniel, 2020.

MARTINS, A. S.; SALLES, M. J.; CARVAJAL, E.; MOURA, P. G; MARTIM, E.; SANTOS, R. F.; AGUIAR-OLIVEIRA, M. L. Concessão privatista do saneamento e a incidência da Covid-19 em favelas do Rio de Janeiro. **Saúde em Debate**, v. 45, n. Especial 2, p. 82-91, 2021.

MATOS, D. A. S.; RODRIGUES, E. C. **Análise Fatorial**. Brasília: Enap, 2019.

MEADOWS, D. **Indicators and information system for sustainable development**. The Sustainability Institute, Hartland, EUA, 1998.

MENDES, J. P. **Indicadores de sustentabilidade para a gestão da segurança hídrica nas bacias hidrográficas PCJ: estudos de caso das sub-bacias dos Rios Atibaia e Piracicaba**. 2022. 136p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) – Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Pontifca Universidade Católica de Campinas – PUC-Campinas, Campinas, 2022.

NATARAJAN, A.; ZLITNI, S.; BROOKS, E. F.; VANCE, S. E.; DAHLEN, A.; HEDLIN, H. et al. Gastrointestinal symptoms and fecal shedding of SARS-CoV-2 RNA suggest prolonged gastrointestinal infection, **Med**, v. 3, p. 1-17, 2022.

NATH, P.; GOSLING, L. **Putting equality, inclusion and rights at the centre of a COVID-19 water, sanitation and hygiene**



response, 2020. Water Aid. Disponível em: <<https://washmatters.wateraid.org/blog/putting-equality-inclusion-and-rights-at-centre-of-covid-19-water-sanitation-and-hygiene-response>>. Acesso em 22 ago. 2020.

NIRAZAWA, A. N.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Sanitation indicators: analysis of variables to construct municipality indicators. **Rev. Adm. Pública**, v. 52, n. 4, p.753- 763, 2018.

RODRIGUES, K. C. T. T.; VENSON, A. H.; CAMARA, M. R. G. Distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico nas microrregiões brasileiras de 2006 a 2013. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 1, p. 137-151, 2019.

ROSSONI, H. A. V.; FARIA, M. T. S.; SILVA, A. C.; HELLER, L. Aspectos socioeconômicos e de desenvolvimento humano municipal determinantes na ausência de prestadores de serviços de esgotamento sanitário no Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 25, n. 2, p. 393-402, 2020.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2017.

SPRONK, S. Covid-19 and structural inequalities: Class, gender, race and water justice. In: McDONALD, D. A.; SPRONK, S.; CHAVEZ, D. **Public Water and Covid-19: Dark Clouds and Silver Linings**. McDONALD, David A.; SPRONK, Susan; CHAVEZ, Daniel, 2020.

SUGAHARA, C. R.; FERREIRA, D. H. L.; PRANCIC, E. Saneamento básico em tempos de pandemia de Covid-19 no Brasil. **Geoambiente On-Line**, n. 41, p. 22-36, 2021.

TAHERDOOST, H.; SAHIBUDDIN, S.; JALALIYOON, N. Exploratory Factor Analysis: Concepts and Theory. **Advances in Applied and Pure Mathematics**, n. 27, p. 375-382, 2022.

TEIXEIRA, J. C. T.; OLIVEIRA, G. S.; VIALI, A. M.; MUNIZ, S. S. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009, **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 19, n. 1, p. 87-96, 2014.

UNICEF. Fundo das Nações Unidas para a Infância / BANCO MUNDIAL. Grupo Banco Mundial / SIWI. Stockholm International Water Institute. **O papel fundamental do saneamento e da promoção da higiene na resposta à Covid-19 no Brasil**. Nota Técnica. 2020.

VIEIRA, A. B. D.; MONTEIRO, P. S.; SILVA, A. L. Iniquidades sociais em tempos de pandemia de covid-19: Uma reflexão. **Rev. Bioét**, v. 29, n. 3, p. 459-465. 2021.

WHO. World Health Organization / UN-WATER. Global analysis and assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS). **National systems to support drinking-water, sanitation and hygiene: Global status report, 2019**.

WHO. World Health Organization / UNICEF. The United Nations Children's Fund. **Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus, 2020**. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331499/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.2-eng.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

WU, Y.; GUO, C.; TANG, L.; HONG, Z.; ZHOU, J.; DONG, X. *et al.* Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples. **The Lancet Gastroenterology & Hepatology**, v. 5, p. 434-435, 2020.

YEO, C.; KAUSHAL, S.; YEO, D. Enteric involvement of coronaviruses: is faecal–oral transmission of SARS-CoV-2 possible? **The Lancet Gastroenterology & Hepatology**, v. 5, p. 335-337, 2020.

