

Saneamento importa? Uma análise da relação entre condições sanitárias e COVID-19 nas capitais brasileiras

Does sanitation matter? An analysis of the relationship between sanitary and COVID-19 conditions in Brazilian capitals

Demétrius Ferreira^{1*} , Lucas Silva² , Dalson Britto Figueiredo Filho³ 

RESUMO

Este artigo analisa a relação entre o saneamento básico e a disseminação da COVID-19 nas capitais brasileiras. Para tanto, estima-se o Índice de Acesso ao Saneamento Básico pela redução das dimensões cobertura do saneamento e qualidade da gestão, obtidas por dados disponíveis no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Em seguida, aferiu-se o nível de associação entre saneamento e taxas de incidência e mortalidade da doença em todas as capitais brasileiras entre março e setembro de 2020. Os resultados sugerem que Curitiba (0,824), Campo Grande (0,808) e Goiânia (0,794) lideram o *ranking* de acesso ao saneamento básico. Além disso, as evidências apontam para uma correlação negativa entre saneamento e taxas de incidência e mortalidade por COVID-19. Contudo, a significância estatística das estimativas varia em função do tempo. Esses achados estão alinhados com a literatura internacional, que identifica o acesso ao saneamento como uma medida chave de profilaxia de doenças infecciosas.

Palavras-chave: saneamento; COVID-19; SARS-CoV-2; análise fatorial; indicador de saneamento.

ABSTRACT

This article analyzes the relationship between basic sanitation and the spread of COVID-19 in Brazilian state capitals. For that, the Basic Sanitation Access Index is estimated based on the reduction in the dimensions of sanitation coverage and management quality, obtained from data available in the National Sanitation Information System. Then, the level of association between sanitation and disease incidence and mortality rates in all Brazilian capitals between March and September 2020 is measured. The results suggest that Curitiba (0.824), Campo Grande (0.808), and Goiânia (0.794) lead the ranking of access to basic sanitation. Also, evidence points to a negative correlation between sanitation and COVID-19 incidence and mortality rates. However, the statistical significance of the estimates varies with time. These findings are in line with the international literature, which identifies access to sanitation as a key measure of infectious disease prophylaxis.

Keywords: sanitation; COVID-19; SARS-CoV-2; factor analysis; sanitation indicator.

INTRODUÇÃO

A COVID-19 reforçou a importância do acesso ao saneamento básico para a saúde pública (CARUSO & FREEMAN, 2020). Isso porque o fornecimento regular de água e a gestão de resíduos são essenciais para prevenir a disseminação de várias doenças infecciosas (WHO, 2020). Particularmente, no que se refere a essa doença, hábitos básicos de higiene pessoal, como lavar as mãos com água e sabão, são importantes medidas profiláticas (MUSHI & SHAO, 2020).

Apesar da principal rota de transmissão do vírus ser o contato com aerossóis e gotículas respiratórias por meio do contato direto (FERRETTI *et al.*, 2020),

estudos recentes apontam que o mecanismo fecal-oral também pode atuar como um meio de difusão da doença (GU, HAN & WANG, 2020; GWENZI, 2020). Em algumas localidades, fragmentos de ácido ribonucleico (RNA) viral foram detectados em esgotos na mesma época em que os casos foram inicialmente relatados (PECCIA *et al.*, 2020; PRADO *et al.*, 2020).

Tecnicamente, a avaliação do impacto de fatores sanitários sobre a doença depende da mensuração de indicadores válidos e confiáveis, que incorporem variáveis de infraestrutura e gestão do sistema de saneamento básico. No Brasil, o Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento (SNIS) é a mais ampla e

¹Universidade Federal de Pernambuco - Recife (PB), Brasil.

²Grupo Ser Educacional - Recife (PB), Brasil.

³Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas - Maceió (AL), Brasil.

*Autor correspondente: demetriusrff@gmail.com

Conflitos de interesse: os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Financiamento: nenhum.

Recebido: 01/10/2020 - **Aceito:** 03/12/2020 - **Reg. ABES:** 20200355

difundida base de dados sobre saneamento no Brasil¹. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), também fornece importantes informações sobre o saneamento nos estados e municípios brasileiros². Internacionalmente, a Organização Mundial da Saúde (OMS) divulga estatísticas sobre os serviços de água, saneamento e higiene, denominados de *WASH services*, para todos os países³. Por fim, o *Environmental Performance Index (EPI)*, indicador de *performance* ambiental desenvolvido pela Universidade de Yale, também apresenta dimensões para água e saneamento⁴.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho é analisar a relação entre o acesso aos serviços de saneamento básico, aqui delimitado aos segmentos de água e esgoto, e a disseminação da COVID-19 nas capitais brasileiras. Metodologicamente, o desenho de pesquisa utiliza análise fatorial (AF) para estimar o Índice de Acesso ao Saneamento Básico (IASB). Depois disso, examina-se o nível de associação entre saneamento e taxas de incidência e mortalidade da doença no Brasil.

METODOLOGIA

Variáveis de interesse

Saneamento

As variáveis de saneamento estão disponíveis na base de dados do SNIS. Especificamente, selecionaram-se os seguintes indicadores⁵:

- 1) Atendimento total de água (IN055);
- 2) Atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (IN056);
- 3) Perdas na distribuição (IN049).

A primeira variável mede o percentual da população atendida com a rede de abastecimento de água. Quanto maior seu valor, maior é o acesso à rede de abastecimento de água. A segunda mensura o percentual da população atendida com rede coletora de esgoto. Quanto maior seu valor, maior é a cobertura dos serviços de coleta de esgoto. O terceiro indicador corresponde ao volume de água captado, tratado e distribuído que não gera receita para a concessionária dos serviços de saneamento. Quanto maior seu valor, menor a qualidade da gestão da rede de saneamento.

COVID-19

Os dados epidemiológicos da COVID-19 foram obtidos com base em Cota (2020). As variáveis de interesse são as taxas de incidência (casos por 100 mil habitantes) e mortalidade (óbitos por 100 mil habitantes). Para cada capital, extraíram-se as respectivas taxas registradas no último dia de cada mês, entre março e setembro de 2020, com o intuito de representar a dinâmica doença ao longo do tempo.

Análise estatística

A construção do IASB foi realizada com base na técnica de AF. Esse método permite a redução de diversas variáveis a um número menor de fatores/componentes (MULAİK, 2009). Por sua vez, esses fatores/componentes correspondem a dimensões que explicam/representam a variância de um conjunto de variáveis observadas (HAIR *et al.*, 2009). Nesse sentido, esse procedimento é uma importante ferramenta de mensuração de construtos, ou seja, variáveis que não podem ser diretamente observáveis (BLALOCK, 1974). Em conjunto, a variância compartilhada das variáveis de perda de água na distribuição e no atendimento de água e esgoto representam a dimensão teórica de interesse, no caso, o acesso ao saneamento básico nas localidades.

Tecnicamente, tanto o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) quanto o teste de esfericidade de Bartlett (BTS) indicam a adequabilidade da amostra (HAIR *et al.*, 2009). Além disso, o padrão de comunalidades, que representa a proporção da variância de cada variável observada que é explicada pelo componente extraído, é superior a 0,6. A solução final do modelo de AF produz um escore padronizado (média zero e desvio padrão igual a 1). A Tabela 1 traz o detalhamento dos parâmetros envolvendo o procedimento.

Por esse motivo, para facilitar a compreensão, o IASB foi normalizado entre 0 e 1. Quanto maior o valor, maior é o acesso ao saneamento básico. Empregou-se um procedimento de defasagem que evita a presença de valores extremos (0 e 1). O objetivo desse artifício é evitar interpretações destoantes da realidade, como a existência de localidades que não possuíssem nenhum tipo de acesso ao saneamento (caso o valor fosse 0) ou, do contrário, possuíssem um acesso pleno (caso o valor fosse 1). A Equação 1 ilustra o cálculo:

$$IASB_{adj} = \frac{(IASB - IASB_{\text{mínimo}}) + 1}{(IASB_{\text{máximo}} - IASB_{\text{mínimo}}) + 2} \quad (1)$$

Por fim, para mensurar a relação entre o IASB e as taxas de incidência e mortalidade, será empregada a técnica de correlação linear de Pearson. O objetivo

Tabela 1 – Parâmetros de avaliação da análise fatorial.

Parâmetros	Valor			
KMO	0,68			
BTS (chi2)	35,1 (p-valor < 0,001)			
Comunalidades	perda_distribuicao = 0,74; atendimento_agua = 0,71; atendimento_esgoto = 0,63			
Variância total	Componente	Total	% variância	% acumulado
	1	1,525	0,775	0,775
	2	0,672	0,150	0,925
	3	0,472	0,075	1,000

KMO: teste de Kaiser-Meyer-Olkin; BTS: teste de esfericidade de Bartlett.

1 Para mais informações, ver: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 18 nov. 2020.

2 Para mais informações, ver: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 18 nov. 2020.

3 Para mais informações, ver: <https://www.who.int/health-topics/water-sanitation-and-hygiene-wash>. Acesso em: 18 nov. 2020.

4 Para mais informações, ver: <https://epi.yale.edu/>. Acesso em: 18 nov. 2020.

5 Os dados estão publicamente disponíveis em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 19 set. 2020.

desse procedimento é estimar o grau de associação entre as variáveis por meio da medida de variância compartilhada entre elas (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2009). Para isso, é calculado o coeficiente de correlação (r). A Equação 2 descreve sua fórmula algébrica:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left(\frac{x_i - \bar{X}}{S_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{Y}}{S_y} \right) \quad (2)$$

O valor do r varia de -1 a $+1$. O sinal indica a direção negativa ou positiva da associação. Por sua vez, o valor representa a magnitude da relação. Quando mais próximo dos extremos, mais forte. Um valor de r igual a 0 indica ausência de relação entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2009).

Software

Materiais para replicação, incluindo dados e rotinas computacionais, estão publicamente disponíveis em: <https://osf.io/se4g2/>. Os dados foram analisados com o auxílio do programa R Statistical 3.6.3. Todos os testes de significância foram bicaudais, com um nível de confiança de 95%.

RESULTADOS

Além de considerar a cobertura das redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário (infraestrutura), o IASB também considerou a qualidade da gestão do sistema de abastecimento de água como elementos centrais para mensurar o acesso ao saneamento básico, tratado como um dos eixos centrais para a redução de contágio da COVID-19. A Figura 1 apresenta a variação do IASB por capital.

A linha sólida vermelha ilustra a média do IASB, que é de $0,608$, com desvio padrão de $0,17$. Curitiba ($0,824$), Campo Grande ($0,808$) e Goiânia ($0,794$) lideram o *ranking* de acesso ao saneamento básico. No outro extremo, Porto Velho ($0,176$), Macapá ($0,250$) e Rio Branco ($0,343$) exibem os níveis mais reduzidos de acesso aos serviços básicos com potencial de conter a propagação de doenças.

A Figura 2 ilustra o padrão de distribuição das taxas de incidência e mortalidade da COVID-19 entre as capitais durante o período de março a setembro de 2020. Com o intuito de facilitar a compreensão gráfica e permitir uma melhor análise comparada entre as cidades, os valores foram convertidos para a escala logarítmica. Atualmente, todas as capitais apresentam uma estabilização das curvas de casos e óbitos. De forma geral, março a julho foi o período de maior crescimento. Em seguida, ocorreu uma amortização das curvas. A cidade que terminou o mês de setembro com a maior taxa de incidência foi Boa Vista (RR), com 9.294 casos para cada 100 mil habitantes. Em contrapartida, o Rio de Janeiro (RJ) finalizou o mês com o menor valor, de $1.489/100$ mil habitantes. No que se refere à mortalidade, o Rio de Janeiro lidera, com uma taxa de 160 óbitos/ 100 mil habitantes no mesmo período. Florianópolis (SC) foi a capital que apresentou o menor valor, 27 óbitos/ 100 mil habitantes ao término do mês.

De forma geral, quanto maior o acesso ao saneamento básico, menor a incidência e a mortalidade por COVID-19, o que corrobora a expectativa teórica esperada. Em maio, as estimativas assumiram valores expressivos para a incidência. Por sua vez, o maior nível de associação com a taxa de mortalidade aconteceu no mês de junho. A Tabela 2 mostra os valores dos coeficientes de associação.

Em relação à incidência, a magnitude da correlação diminuiu a partir de junho e começou a perder significância em agosto. Contrariamente, o nível de associação com a mortalidade aumentou até julho. Já a partir de agosto,

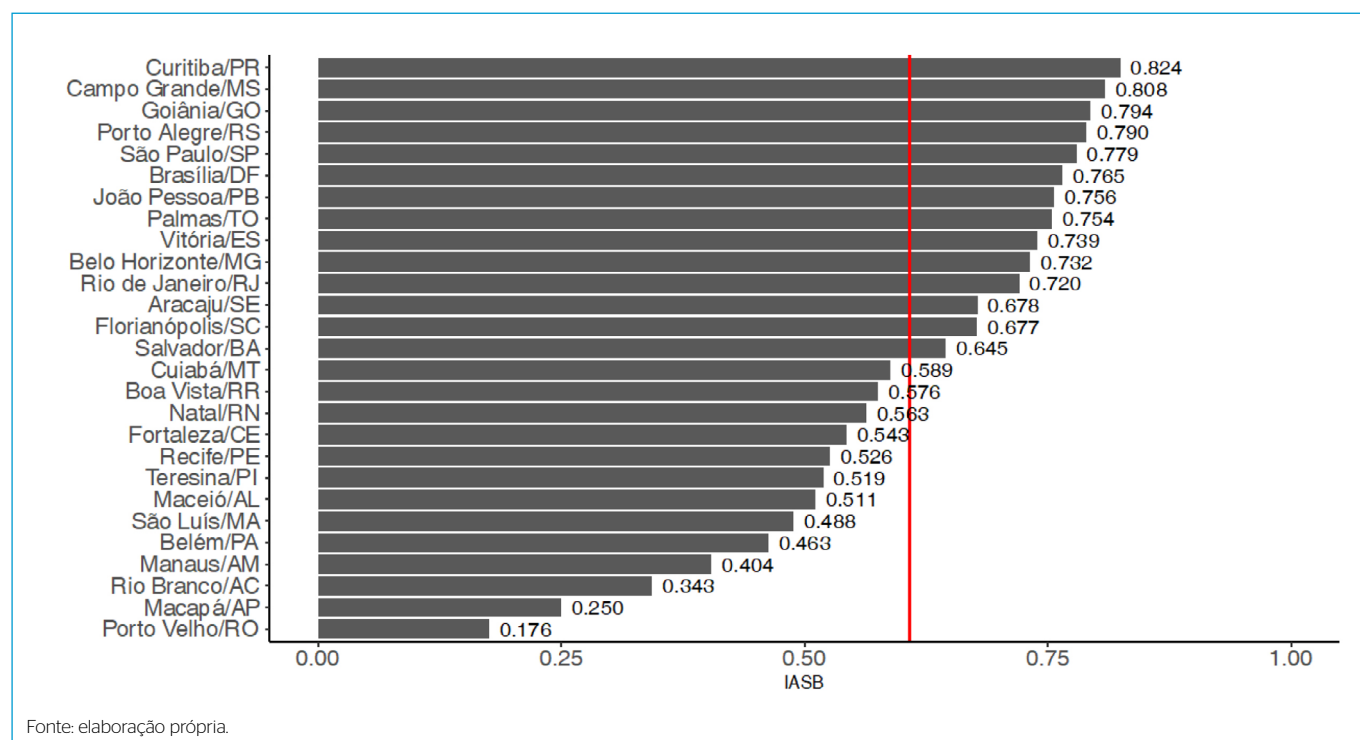


Figura 1 - Índice de Acesso ao Saneamento Básico por capital.

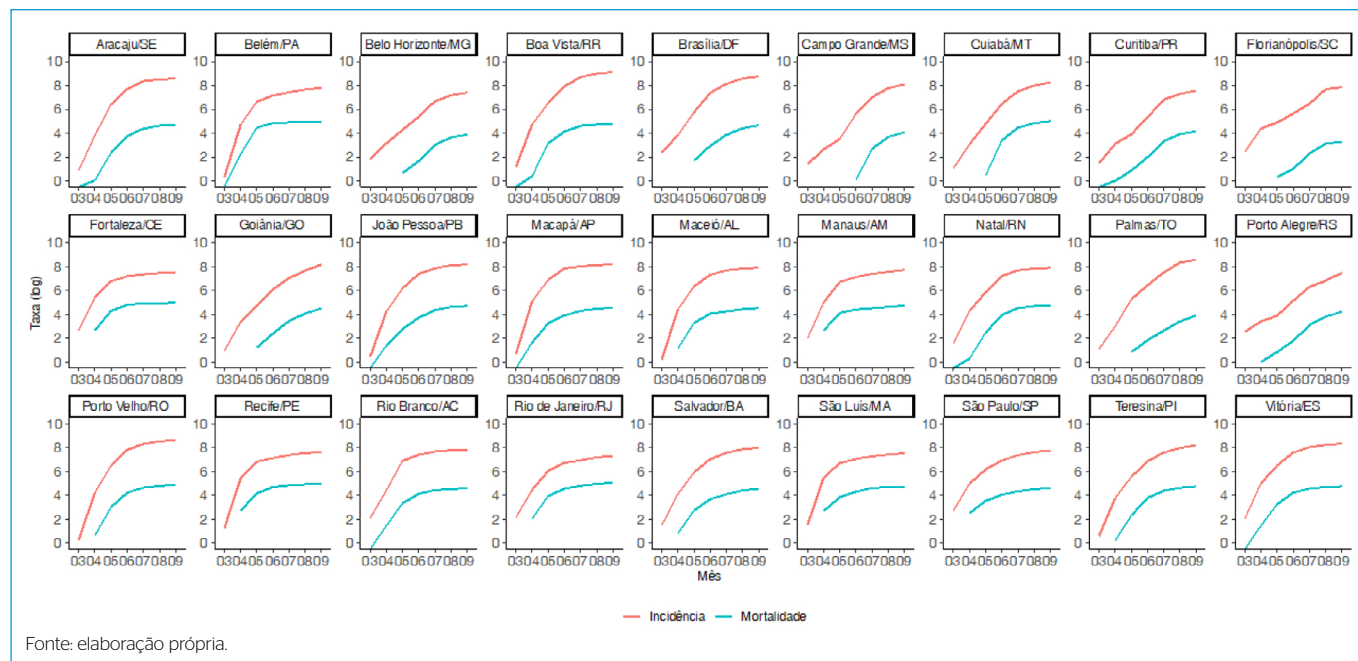


Figura 2 - Distribuição das taxas de incidência e mortalidade da COVID-19 entre as capitais.

Tabela 2 - Correlação entre o Índice de Acesso ao Saneamento Básico e as taxas de incidência e mortalidade.

Mês	Incidência		Mortalidade	
	r	p-valor	r	p-valor
Março	0,32	0,1	0,08	0,675
Abril	-0,42*	0,03	-0,30	0,122
Mai	-0,71***	0,00003	-0,43*	0,024
Junho	-0,58**	0,001	-0,53**	0,004
Julho	-0,33*	0,09	-0,55**	0,003
Agosto	-0,15	0,5	-0,48*	0,011
Setembro	-0,06	0,8	-0,41*	0,032

Níveis de significância: *** p < 0,001; ** p < 0,010; * p < 0,050.

observa-se redução na associação com o indicador de saneamento, mas com a significância mantida.

DISCUSSÃO

O primeiro ponto a ser debatido é a criação do IASB. Isso porque a maioria dos indicadores sanitários disponíveis é calculado levando em consideração apenas a parcela populacional/domiciliar conectada à rede geral de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Os indicadores de abastecimento de água e de coleta de esgoto refletem a cobertura das redes de saneamento básico. No panorama internacional, a Organização das Nações Unidas (ONU) inclui o saneamento no rol de direitos humanos e considera os indicadores de cobertura como parte das medidas essenciais para efetivar esses direitos (ONU, 2010). No panorama nacional, a mesma

tendência pode ser observada. É de comum emprego os indicadores de cobertura das redes de água e esgoto para mensurar o acesso dos cidadãos aos serviços de saneamento básico. No entanto, esse tipo de abordagem possui limitações.

Para explicar, estar conectado à rede pública não implica necessariamente o acesso à água, em função da irregularidade no abastecimento (CAPRARA *et al.*, 2009; LEITE, 2017; MELO & GALVÃO JÚNIOR, 2013). Nesse sentido, os vários indicadores disponibilizados pelo SNIS para calcular o alcance do sistema de abastecimento de água são pouco representativos da frequência com que a população efetivamente possui água na torneira.

Nos grandes centros urbanos brasileiros, a existência de intermitências no abastecimento de água é recorrente (IBGE, 2020). Como causas centrais, têm-se fatores: 1) técnicos (vazamentos, falhas na rede, baixa pressão, ligações clandestinas, entre outros) e 2) ambientais (baixo nível dos reservatórios de captação de água decorrentes de escassez hídrica) (SIMUKONDA, FARMANI & BUTLER, 2018b; SOLGI *et al.*, 2015).

Como alternativa para suprir essa limitação, empregou-se o Índice de Perdas na Distribuição, que é um indicador de desempenho operacional do sistema de abastecimento de água. Com base nele, é possível assumir que, quanto maior a perda na distribuição, que envolve também o desperdício da água em vazamentos, maior será a chance de a população sofrer com intermitências no abastecimento (MUTIKANGA, SHARMA & VAIRAVAMOORTHY, 2009; GO ASSOCIADOS, 2020; SIMUKONDA, FARMANI & BUTLER, 2018a; WINARNI, 2009).

Nesse sentido, o IASB supre essa lacuna metodológica e serve como alternativa empírica para melhor mensurar o acesso ao saneamento básico, uma vez que é constituído de indicadores que refletem tanto a disponibilidade do serviço de saneamento como a qualidade de sua gestão.

Sob qualquer circunstância de surto de doenças infecciosas, o acesso ao saneamento básico é fator essencial para proteger a saúde humana (WHO, 2020). Para diferentes estágios de surto de COVID-19 registrados nas capitais

brasileiras, no período analisado, é possível verificar que o acesso ao saneamento está negativamente associado com as taxas de incidência e mortalidade.

Os resultados observados indicam que capitais com maiores níveis de acesso ao saneamento básico apresentam menores taxas de incidência e mortalidade pela COVID-19. Ou seja, o saneamento de qualidade está associado a menores níveis de casos e óbitos. Esses achados estão alinhados com a literatura nacional e internacional, que identifica o acesso ao saneamento como uma medida chave de profilaxia de doenças.

Silva *et al.* (2020), analisando dados desagregados por estados no Brasil e referentes a maio de 2020, encontram uma correlação significativamente negativa entre as taxas de incidência e mortalidade e o índice de serviço de água total. Por sua vez, a letalidade da doença estaria associada ao índice de tratamento de esgoto.

Amankwaa e Fischer (2020) analisam as taxas de mortalidade e os indicadores de acesso à água e ao saneamento em países da África subsaariana. Os autores encontram correlação forte, negativa e estatisticamente significativa entre essas variáveis.

Um aspecto negligenciado nos trabalhos citados, e que foi abordado neste estudo, diz respeito à temporalidade da relação entre as variáveis. Silva *et al.* (2020) e Amankwaa e Fischer (2020) analisam os indicadores da COVID-19 em um período fixo de tempo. Nesta análise, pode-se constatar que, apesar do efeito teórico esperado, a significância estatística das estimativas varia em função do tempo. No período de difusão vertiginosa da doença no território das cidades, a relação foi estatisticamente significativa. Após a estabilização dos indicadores, os coeficientes perdem a significância. Esse fenômeno pode estar vinculado ao fato de o saneamento não estar diretamente associado à transmissão da doença. No entanto, os mecanismos por meio dos quais o saneamento afeta a transmissão direta da doença só podem ser desvendados em estudos a longo prazo.

O acesso aos serviços de saneamento básico representa um entre vários fatores responsáveis pela disseminação e pelos óbitos decorrentes de COVID-19

(EKUMAH *et al.*, 2020; PARIKH *et al.*, 2020). Os achados deste trabalho, apesar de não serem exaustivos ante a relação analisada, corroboram as evidências teóricas e empíricas sobre a importância do acesso ao saneamento básico como uma das medidas relevantes para conter a doença.

Além disso, vale apontar que o IASB não incorpora outras dimensões do saneamento, como resíduos e drenagem. Esses segmentos, na perspectiva do acesso, já estão próximos à universalização para todas as capitais. Portanto o foco aqui desenvolvido repousa sobre os segmentos de água e esgoto em função de uma questão empírica, uma vez que esses fatores expressam as maiores lacunas de acesso aos serviços de saneamento no país.

CONCLUSÃO

O debate sobre o acesso ao saneamento básico vem ganhando importância durante a epidemia da COVID-19 no Brasil. Essa variável é de grande importância profilática nas ações de combate à doença. Os resultados apresentados neste trabalho apontam que capitais com maiores níveis de acesso ao saneamento básico apresentam menores taxas de incidência e mortalidade pela COVID-19. Ou seja, o saneamento de qualidade está associado a menores níveis de casos e óbitos. Nesse sentido, o investimento na expansão das infraestruturas de água e esgoto e na melhoria da gestão representa uma estratégia de mitigação de doenças infecciosas. Por fim, este trabalho explora parte dos desafios de reduzir os impactos da pandemia na saúde dos brasileiros e de garantir o direito humano ao saneamento.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Ferreira, D. R. F.: conceituação, análise de dados, metodologia e escrita. Silva, L.: análise de dados, metodologia e escrita. Figueiredo Filho, D. B.: análise de dados e metodologia.

REFERÊNCIAS

- AMANKWAA, G.; FISCHER, C. Exploring the correlation between COVID-19 fatalities and poor WASH (Water, Sanitation and Hygiene) services. *medRxiv*, 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.06.08.20125864>
- BLALOCK, H. M. *Measurements in the social sciences: theories and strategies*. New Jersey: AldineTransaction, 1974.
- CAPRARA, A.; MARINHO, A. C. P.; CALVASINA, P. O.; LANDIM, L. P.; SOMMERFELD, J. Irregular water supply, household usage and dengue: a bio-social study in the Brazilian Northeast. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 25, p. S125-S136, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009001300012>
- CARUSO, B. A.; FREEMAN, M. C. Shared sanitation and the spread of COVID-19: risks and next steps. *The Lancet. Planetary Health*, v. 4, n. 5, 2020. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(20\)30086-3](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(20)30086-3)
- COTA, W. *Monitoring the number of COVID-19 cases and deaths in Brazil at municipal and federative units level*. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/362/version/371>. Acesso em: 14 set. 2020.
- EKUMAH, B.; ARMAH, F. A.; YAWSON, D. O.; QUANSAH, R.; NYIEKU, F. E.; OWUSU, S. A.; ODOI, J. O.; AFITIRI, A. R. Disparate on-site access to water, sanitation, and food storage heighten the risk of COVID-19 spread in Sub-Saharan Africa. *Environmental Research*, v. 189, p. 109936, 2020. <https://doi.org/10.1016%2Fj.envres.2020.109936>
- FERRETTI, L.; WYMANT, C.; KENDALL, M.; ZHAO, L.; NURTAY, A.; ABELER-DÖRNER, L.; BONSALE, D.; FRASER, C. Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Science*, v. 368, n. 6491, 2020. <https://doi.org/10.1126/science.abb6936>
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson(r). *Revista Política Hoje*, v. 18, n. 1, 2009.

- GU, J.; HAN, B.; WANG, J. COVID-19: Gastrointestinal Manifestations and Potential Fecal-Oral Transmission. *Gastroenterology*, v. 158, n. 6, p. 1518-1519, 2020. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.02.054>
- GWENZI, W. Leaving no stone unturned in light of the COVID-19 faecal-oral hypothesis? A water, sanitation and hygiene (WASH) perspective targeting low-income countries. *Science of The Total Environment*, v. 753, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141751>
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; SANT'ANNA, M. A. G. A. S. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Características gerais dos domicílios e dos moradores 2019*. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101707_informativo.pdf. Acesso em: 14 set. 2020.
- LEITE, C. N. M. *Avaliação de Planos Municipais de Saneamento com base na intermitência no abastecimento de água*. 2017.
- MELO, Á. J. M.; GALVÃO JÚNIOR, A. C. Regulação e universalização da prestação dos serviços de abastecimento de água. *Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo*, n. 10, p. 49-58, 2013. <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n10.2013.12123>
- MULAIK, S. A. *Foundations of Factor Analysis*. Chapman and Hall/CRC, 2009.
- MUSHI, V.; SHAO, M. Tailoring of the ongoing water, sanitation and hygiene interventions for prevention and control of COVID-19. *Tropical Medicine and Health*, v. 48, n. 1, p. 47, 2020. <https://doi.org/10.1186%2Fs41182-020-00236-5>
- MUTIKANGA, H. E.; SHARMA, S.; VAIRAVAMOORTHY, K. Water loss management in developing countries: Challenges and prospec. *Journal AWWA*, v. 101, n. 12, p. 57-68, 2009. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2009.tb10010.x>
- GO ASSOCIADOS. *Perdas de Água 2020 (Ano Base 2018): Desafios à Disponibilidade Hídrica e Necessidade de Avanço na Eficiência do Saneamento*. São Paulo: Trata Brasil, 2020.
- ONU. *Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010*, 3 ago. 2010. Disponível em: <https://undocs.org/A/RES/64/292>. Acesso em: 14 set. 2020.
- PARIKH, P.; KARIM, Y. B.; PAULOSE, J.; FACTOR-LITVAK, P. P.; NIX, E.; AISYAH, D. N.; CHATURVERDI, H.; MANIKAM, L.; LAKHANPAUL, M. COVID-19 and Informal Settlements - Implications for Water, Sanitation and Health in India and Indonesia. *UCL Open: Environment Preprint*, 2020. <https://doi.org/10.14324/111.444/000036.v3>
- PECCIA, J.; ZULLI, A.; BRACKNEY, D. E.; GRUBAUGH, N. D.; KAPLAN, E. H.; CASANOVAS-MASSANA, A.; KO, A. I.; MALIK, A. A.; WANG, D.; WANG, M.; WARREN, J. L.; WEINBERGER, D. M.; OMER, S. B. SARS-CoV-2 RNA concentrations in primary municipal sewage sludge as a leading indicator of COVID-19 outbreak dynamics. *medRxiv*, 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.05.19.20105999>
- PRADO, T.; FUMIAN, T. M.; MANNARIO, C. F.; MARANHÃO, A. G.; SIQUEIRA, M. M.; MIAGOSTOVICH, M. P. Preliminary results of SARS-CoV-2 detection in sewerage system in Niterói municipality, Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 115, p. e200196, 2020. <https://doi.org/10.1590/0074-02760200196>
- SILVA, R. R.; SANTOS, M. B.; SANTOS, A. D.; TAVARES, D. S.; SANTOS, P. L. Coronavirus disease and basic sanitation: too early to be worried? *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 53, 2020. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0345-2020>
- SIMUKONDA, K.; FARMANI, R.; BUTLER, D. Intermittent water supply systems: causal factors, problems and solution options. *Urban Water Journal*, v. 15, n. 4, p. 488-500, 2018a. <http://doi.org/10.1080/1573062X.2018.1483522>
- SIMUKONDA, K.; FARMANI, R.; BUTLER, D. Causes of intermittent water supply in Lusaka City, Zambia. *Water Practice and Technology*, v. 13, n. 2, p. 335-345, 2018b. <http://doi.org/10.2166/wpt.2018.046>
- SOLGI, M.; HADDAD, O. B.; SEIFOLLAHI-AGHMIUNI, S.; LOÁCIGA, H. A. Intermittent operation of water distribution networks considering equanimity and justice principles. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, v. 6, n. 4, 2015. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ps.1949-1204.0000198](https://doi.org/10.1061/(asce)ps.1949-1204.0000198)
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Water, sanitation, hygiene, and waste management for SARS-CoV-2, the virus that causes COVID-19*, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/WHO-2019-nCoV-IPC-WASH-2020.4>. Acesso em: 24 set. 2020.
- WINARNI, W. Infrastructure leakage index (ILI) as water losses indicator. *Civil Engineering Dimension*, v. 11, n. 2, p. 126, 2009.