

Análise socioambiental: investigação do saneamento básico e sua relação com a incidência de COVID-19 na Paraíba

Socio-environmental analysis: investigation of basic sanitation and its relationship with the incidence of COVID-19 in Paraíba

Jasmyne Karla Vieira Souza Maciel

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil

jasmynejk@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-9522-2607>

Jéssica Araújo Silva

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil

jeharaujo03@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2996-2137>

Igo Marinho Serafim Borges

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil

igomarinho27@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-3662-1859>

Lucivânia Rangel de Araújo Medeiros

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil

lucivaniarangel@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6561-6736>

Luiza Lira Leite

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil

luizaliraarq@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0000-2332-6968>

Hiago José Andrade de Albuquerque Martins

Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil

hiago.martins@servidor.uepb.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-9843-8259>

RESUMO

A pandemia de COVID-19 evidenciou a importância do saneamento básico para a saúde pública e a qualidade de vida. Medidas como lavar as mãos, tomar banho todas as vezes que se expor fora de casa e manter higiene constante se tornaram essenciais para conter o vírus. No entanto, mais da metade da população mundial, incluindo o estado da Paraíba, não tem acesso adequado a saneamento. Assim, o objetivo deste artigo é investigar a relação entre o avanço dos casos de COVID-19 e a situação socioeconômica e de saneamento básico nos 223 municípios do Estado da Paraíba, com a intenção de melhor direcionar políticas públicas e o planejamento dos municípios. A metodologia envolveu análises estatísticas com técnicas de clusters (Ligação Simples, Ligação Completa, K-means) e correlação de Spearman, aplicadas via Software *RStudio*. Foram analisados dados de saneamento, socioeconômicos e de incidência do vírus. Os dados utilizados para posterior mensuração dos resultados foram de saneamento básico, socioeconômicos e de incidência do vírus. Verificou-se que os 223 municípios analisados apresentam precariedade quanto ao acesso de serviços básicos de saneamento, de acordo com as análises estatísticas realizadas, não foi possível verificar uma correlação entre o acesso ao saneamento básico e o COVID-19. Entretanto, a incidência se mostrou maior onde o PIB e a Renda *per capita* eram maiores, mostrando uma possível relação entre a maior concentração de casos onde os aglomerados urbanos e comércio são maiores. Através dos dados obtidos fica evidente uma fragilidade econômica significativa, destacando a importância de políticas públicas que melhorem as condições socioeconômicas e de saúde. Tais investimentos podem proporcionar melhores condições de vida para toda a população e assegurar assim uma resposta mais eficaz às crises sanitárias futuras.

Palavras-Chaves: COVID-19; Paraíba; Saneamento.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has highlighted the importance of basic sanitation for public health and quality of life. Measures such as washing your hands, showering every time you go outside and maintaining constant hygiene have become essential to contain the virus. However, more than half of the world's population, including the state of Paraíba, does not have adequate access to sanitation. Thus, the aim of this article is to investigate the relationship between the increase in COVID-19 cases and the socioeconomic and basic sanitation situation in the 223 municipalities of the state of Paraíba, with the intention of better targeting public policies and municipal planning. The methodology involved statistical analysis using cluster techniques (Simple Linkage, Complete Linkage, K-means) and Spearman correlation, applied via RStudio software. Sanitation, socio-economic and virus incidence data were analyzed. The data used to measure the results were basic sanitation, socioeconomic and virus incidence data. It was found that the 223 municipalities analyzed have precarious access to basic sanitation services. According to the statistical analyses carried out, it was not possible to verify a correlation between access to basic sanitation and COVID-19. However, the incidence was higher where GDP and per capita income were higher, showing a possible relationship between the higher concentration of cases where urban agglomerations and commerce are higher. The data obtained shows significant economic fragility, highlighting the importance of public policies to improve socio-economic and health conditions. Such investments can provide better living conditions for the entire population and thus ensure a more effective response to future health crises.

Keywords: COVID-19; Paraíba; Sanitation.

1. INTRODUÇÃO

Em 31 de dezembro de 2019, a República Popular da China notificou um grupo de casos de pneumonia com etiologia desconhecida, que em 9 de janeiro de 2020, foi identificada como o novo coronavírus pelo Centro Chinês de Controle e Prevenção de Doenças. Em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o surto como uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) que constitui o mais alto nível de alerta da Organização, conforme previsto no Regulamento Sanitário Internacional (OPAS/OMS, 2020).

Tratava-se de um vírus zoonótico da família *Coronaviridae*, causadores de infecções respiratórias e o diagnóstico é feito com a coleta de materiais respiratórios e o quadro clínico inicial da doença é caracterizado como uma síndrome gripal. O espectro clínico da infecção por coronavírus é muito amplo, podendo variar de um simples resfriado até uma pneumonia grave (Lima, 2020).

Diversas medidas são adotadas por toda a população para conter o avanço do coronavírus; cuidados com higiene, como lavar as mãos com frequência, o uso do álcool 70%, uso de máscaras e o isolamento social são algumas das ações a serem tomadas rigorosamente. Diante do agravamento da doença em todo o mundo, vários estudos foram realizados com a finalidade de criação de vacinas emergenciais para imunização em massa. No momento há dez vacinas contra a COVID-19 aprovadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), e dezenas continuam a serem avaliadas, em testes clínicos e pré-clínicos. Além disso, a autoridade regulatória nacional (ARN) de alguns países autorizou o uso de outras vacinas contra a COVID-19 em seu território (OPAS/OMS, 2023).

Segundo o Ministério da Saúde (2023), até 31 de outubro de 2023, no Brasil foram confirmados aproximadamente 37.905.713 casos e 706.531 óbitos da COVID-19. As vacinas adotadas pelo SUS e que estão sendo utilizadas no Brasil, são: Comirnaty (Pfizer/Wyeth), Janssen Vaccine (Janssen-Cilag), Oxford/Covishield (Fiocruz e Astrazeneca), com registro concedido, a Comirnaty bivalente (Pfizer) e a Spikevax bivalente, com registro aprovado, a CoronaVac (Butantan) aprovada para uso emergencial e a Sputnik com autorização para importação excepcional.

O Estado da Paraíba, cujo PIB é um dos mais baixos do país vem tendo aumento significativamente do número de casos da COVID-19. Ao longo dos primeiros 45 dias de registros de casos da região Nordeste, a Paraíba foi um dos estados com maior número de contaminados ficando atrás apenas do Ceará, Pernambuco, Maranhão e Bahia. Percebeu-se que o avanço da COVID-19 de fato ocorreu inicialmente pelas principais rodovias do estado, chegando aos principais municípios, e destes locais para municípios de menor porte, com exceção dos casos importados (Pereira, Sales e Júnior, 2020).

Segundo dados da Secretaria de Saúde (2021), do estado da Paraíba, até o dia 31 de outubro de 2023, foram registrados 713.123 de casos confirmados e 10.576 de óbitos por COVID-19. As 5 cidades com maior incidência de casos são João Pessoa, Campina Grande, Patos, Cabedelo e Guarabira. Ainda de acordo com os dados, observa-se que as mulheres são mais acometidas pelo vírus, porém os casos mais graves são vistos mais nos homens. A faixa etária com mais casos confirmados é entre 30 e 39 anos de idade.

A pandemia COVID-19 ilustra o papel do saneamento e da higiene na prevenção de doenças. Atualmente, mais da metade da população mundial não tem acesso a saneamento administrado com segurança e três bilhões carecem de serviços básicos de higiene (ACENG, 2020). O estudo realizado por Weber *et al.*, (2016) aponta que antes dos surtos mundiais por COVID-19 diferentes tipos de vírus causadores de doenças infecciosas emergentes podem sobreviver por até quatro dias em amostras de fezes, podendo citar as síndromes respiratórias agudas graves por coronavírus, Ebola, Influenza A(H5N1) e Influenza A(H7N5). Casanova *et al.*, (2009) reforça ainda que o vírus apresenta capacidade remanescente de infecção em água e em esgoto doméstico mesmo após passados intervalos que variaram de dias a semanas.

A insegurança sanitária em nível domiciliar e comunitário pode contribuir para um maior risco de transmissão de SARS-CoV-2. Além disso, quando enfatizado o contexto eco-social da região

estudada, onde a superlotação de casas, insuficiência de transporte próprio e a falta de outras opções de transporte público, instalações médicas limitadas e maior prevalência de doenças crônicas contribuem para desfechos mais graves da doença, uma vez que o vírus tem maiores influências em pessoas com comorbidades (Kakol, Upson e Sood, 2020).

Diversos estudos estão sendo realizados em todo mundo, onde relacionam a importância do saneamento com o controle de diversas doenças, entre elas o COVID-19; Donde *et al.*, (2021) fizeram uma revisão da literatura sobre a transmissão e controle de SARS-CoV-2 e discutiram os desafios de implementar o foco de enfrentamento com as atitudes de higiene básica: água, saneamento e higiene como medidas de controle críticas em países de baixa renda (Purnama e Susanna, 2020).

É necessário reconhecer que esses comportamentos de causa e efeito, resultam em políticas de saúde as quais estão aninhadas em um contexto eco-social mais amplo, que inclui fatores locais, regionais, e nacionais, como política, contexto histórico, crenças culturais, raças e características ambientais naturais e construídas, que afetam a saúde da população subjacente e a propagação de doenças (Chen e Krieger, 2020; Gravlee, 2020; Joseph *et al.*, 2020).

Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar a relação entre o avanço dos casos da COVID-19 e a situação socioeconômica e do saneamento básico em 223 municípios do Estado da Paraíba, através de análises estatísticas que utilizam técnicas multivariadas. Com esse estudo, se busca expor a importância e os desafios encontrados do saneamento na erradicação da COVID-19, bem como a necessidade de políticas voltadas para proporcionar o maior acesso da população a esses serviços básicos e essenciais.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

A área de estudo da pesquisa foi o estado da Paraíba, que se localiza no leste da região Nordeste do Brasil, cuja capital é a cidade de João Pessoa. Possui população estimada em 4.059.905 pessoas e uma área territorial de 56.467,242 km². Composto por 223 municípios, o estado é dividido em quatro regiões geográficas intermediárias: João Pessoa, Campina Grande, Patos e Sousa-Cajazeiras. (IBGE, 2021). Na **Figura 1** é possível observar o estado da Paraíba e sua divisão geográfica intermediária.

Figura 1: Mapa do Estado da Paraíba e sua divisão geográfica intermediária



Fonte: Alexandre Castro, 2017.

2.2. Coleta e tratamento de dados

Para a coleta de dados, foram utilizadas as informações extraídas da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), da Secretaria de Estado da Saúde (SES) da Paraíba e na página eletrônica do Governo Federal do Atlas Brasil e do DataSUS.

Posteriormente, foi realizado o levantamento e tratamento dos parâmetros que foram analisados no estudo, os quais foram divididos em três grandes grupos de interesse, onde será descrito aspectos referentes a situação socioeconômica, do saneamento básico e da Covid desses municípios, que são eles (**Quadro 01**): Quantidade de pessoas contaminadas por COVID-19 (número de casos, número de Óbitos, taxa de Letalidade)); Dados Socioeconômicos (IDHM , IDHM Renda, IDHM Educação, Taxa de analfabetismo de 18 anos ou mais de idade, Produto Interno bruto, Renda per capita); e Dados de Saneamento (porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados, índice de atendimento de água e de esgoto).

Quadro 1: Variáveis estudadas

Variáveis	Indicadores	Base de Dados
Pessoas contaminadas (COVID-19)	Número de Casos	Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba, 2021
	Número de Óbitos	
	Proporção de casos (Nº de casos/ total de hab.)	
	Taxa de Letalidade	
Dados Socioeconômicos	IDHM	PNUD, 2018; IBGE, 2010; RAIS, 2016.
	IDHM Renda	
	IDHM Educação	
	Taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais de idade	
	Produto Interno Bruto per capita 2016	
	Renda per capita	
Informações de Saneamento	Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	SNIS, 2018 e IBGE, 2010.
	Índice de atendimento de água	
	Índice de atendimento de esgoto	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Os resultados coletados dos casos confirmados da COVID-19 e o número de óbitos nos municípios do Estado da Paraíba, foram referentes ao início dos primeiros registros de COVID-19, em cada município até a data do dia 09 de setembro de 2021, intervalo correspondente ao pico da pandemia no estado, este foi o período analisado nesse estudo. Uma vez obtidas tais referências, um banco de dados foi construído no Excel, para que fosse possível analisar e comparar de maneira mais completa as informações levantadas.

Foi comparado a caracterização da situação socioeconômica da população com a do saneamento e pandemia da COVID-19, a fim de correlacionar a realidade socioeconômica da população e a oferta e qualidade da prestação dos serviços de saneamento a partir da incidência e progressão da pandemia.

2.3. Método estatístico

Os resultados foram interpretados através de análises estatísticas utilizando a técnica de *clusters* e análise de correlação. A análise de agrupamento envolve uma série de técnicas e algoritmos, e consiste em separar objetos em grupos similares. Esta técnica constitui uma metodologia numérica multivariada com o objetivo de reconhecer a existência de grupos homogêneos (Vicini, 2015).

Nesta pesquisa foi realizada a análise através de três métodos de *clusters*, sendo eles: Método de Ligação Simples, Método de Ligação Completa e *K-means*. Os dois primeiros sendo hierárquicos aglomerativos, e o *K-means* sendo não hierárquico ou por particionamento.

O método hierárquico de *cluster* consiste em uma série de sucessivos agrupamentos ou sucessivas divisões de elementos, onde estes são agregados ou desagregados. No método aglomerativo, cada elemento inicia-se representando um grupo, e a cada passo, um grupo ou elemento é ligado a outro de acordo com sua similaridade, até o último passo, onde é formado um grupo único com todos os elementos (Doni, 2004).

O método de ligação simples ou vizinho mais próximo utiliza a distância de valor mínimo dos elementos, enquanto o método de ligação completa ou vizinho mais distante é empregada a distância máxima para formação dos grupos.

Os métodos não-hierárquicos, ou por particionamento, foram desenvolvidos para agrupar elementos em *K* grupos, onde *K* é a quantidade de grupos definida previamente. Quando comparado com o método hierárquico, o método por particionamento é mais rápido porque não é necessário calcular e armazenar, durante o processamento, a matriz de similaridade. O método *k-means* toma um parâmetro de entrada, *K*, e particiona um conjunto de *N* elementos em *K* grupos (Doni, 2004).

A distância utilizada para medir a similaridade ou dissimilaridade dos dados para cada método foi a euclidiana, que de acordo com Vicini (2005), é sem dúvida, a mais utilizada para análise de agrupamentos. É a distância geométrica no espaço multidimensional, e entre dois elementos esta distância é calculada de acordo com a **Equação (1)**.

$$d_{xy} = \sqrt{\sum^p (X_i - Y_i)} \quad (1)$$

Nesta pesquisa foi realizado o método de cluster, aplicado nos 223 municípios do estado da Paraíba para obtenção dos grupos, e em seguida foi analisada se existe relação entre os dados socioeconômicos e de saneamento com a incidência do COVID-19 no Estado. Essa relação foi feita aplicando primeiro o teste de Shapiro-Wilk, para avaliar se a distribuição dos elementos tem uma distribuição normal, e após a aplicação deste teste, utilizou-se a correlação de Spearman, afim de estudar a associação existentes entre as variáveis estudadas, neste caso, avaliar se possui ligação entre os dados socioeconômicos e de saneamento com a incidência do COVID-19 na Paraíba. Todos os testes aplicados no estudo foram utilizando o Software *RStudio*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

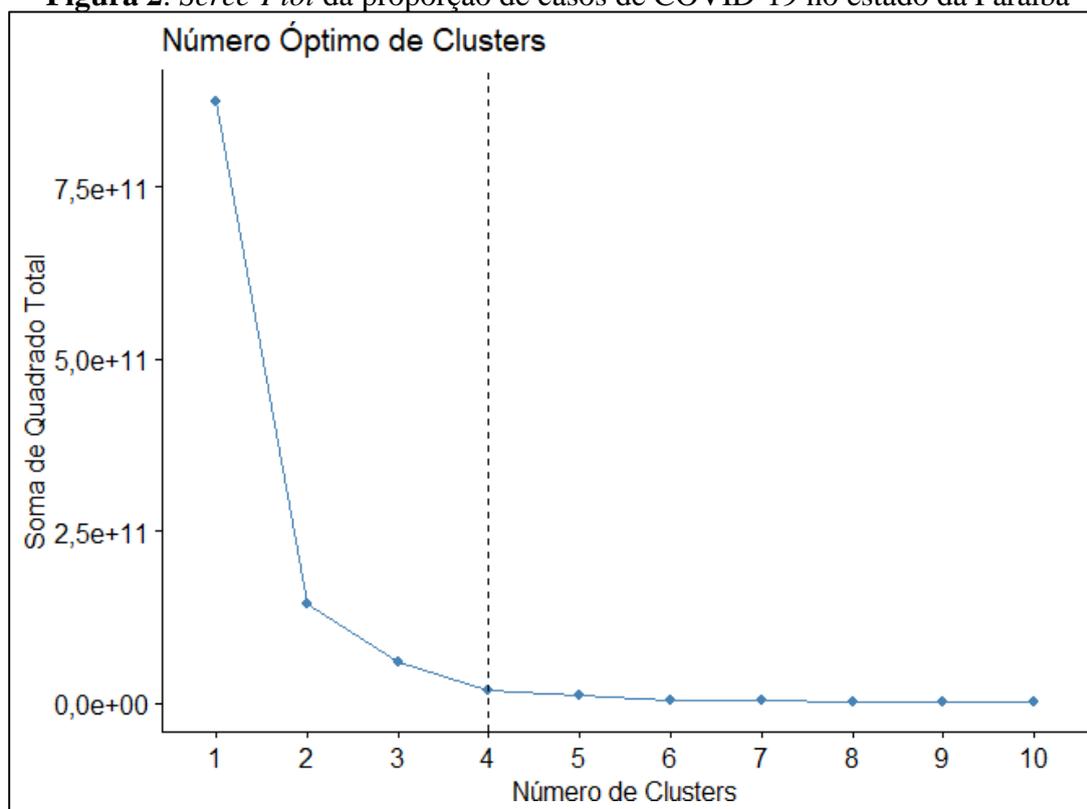
Considerou-se como variável dependente relacionada à COVID-19, a proporção de casos em cada município, pois a simples contagem dos indivíduos afetados e até mesmo a incidência por 10.000 mil habitantes, em geral, é de pouca importância epidemiológica, uma vez que nada informa sobre a população de referência (Wagner, 1998). A proporção é frequentemente expressa em percentual e foi utilizado por meio da razão do número de casos da doença pela a população projetada do município em 2021. De uma forma geral, a proporção fora usada por conseguir expor a incidência dos casos em cada município de maneira uniforme.

Para visualizar o comportamento da distribuição das casas no estado, foi necessário primeiramente determinar o número de *clusters* ideal; visto que, segundo Basso (2016), a super

extração (a extração de um número maior de fatores dos que realmente o necessário) é um erro tão sério como a sub extração (a extração de um número menor de fatores). Neste estudo, a definição do número de *clusters* foi baseado no gráfico de autovalores, também conhecido como *Scree-Plot*, que pode ser observado na **Figura 2**. A variabilidade apresenta um comportamento aparentemente constante a partir de 4 *clusters*, ou seja, o número ideal de *clusters* para a análise, de modo que se perca o mínimo possível de informação é de 4.

Em seguida, os municípios foram agrupados dentro desses 4 *clusters* por 3 métodos. Na **Tabela 1** estão os resultados para o agrupamento pelo o método de ligação simples, onde o *cluster* 1 ficou com 205 municípios e o *cluster* 2 somente 1, com média de proporção de casos 9% e 2% respectivamente.

Figura 2: *Scree-Plot* da proporção de casos de COVID-19 no estado da Paraíba



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Tabela 1: Resultados do agrupamento de *cluster* pelo método Ligação Simples

SINGLE LINKAGE							
Clusters	Nº de municípios	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Cluster 4	4	0,18	0,18	0,18	0,18	0,002	0,01
Cluster 3	13	0,15	0,17	0,16	0,16	0,006	0,03
Cluster 1	205	0,03	0,15	0,09	0,08	0,029	0,33
Cluster 2	1	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Na **Tabela 2** estão os resultados para o agrupamento pelo o método de ligação completa, onde o *cluster* 1 agrupou 133 municípios e o *cluster* 4 somente 14 municípios, com média de proporção de casos 9% e 17% respectivamente.

Tabela 2: Resultados do agrupamento de cluster pelo método Ligação Completa

COMPLETE LINKAGE							
Clusters	Nº de municípios	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Cluster 4	14	0,16	0,18	0,17	0,17	0,01	0,04
Cluster 2	34	0,12	0,16	0,14	0,14	0,01	0,07
Cluster 1	133	0,06	0,12	0,09	0,09	0,02	0,19
Cluster 3	42	0,02	0,06	0,05	0,05	0,01	0,21

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Na **Tabela 3** estão os resultados para o agrupamento pelo o método de K-means, onde o cluster 2 agrupou 73 municípios e o cluster 4 agrupou 37 municípios, com média de proporção de casos 8% e 15% respectivamente.

Tabela 03: Resultados do agrupamento de *cluster* pelo método *K-means*

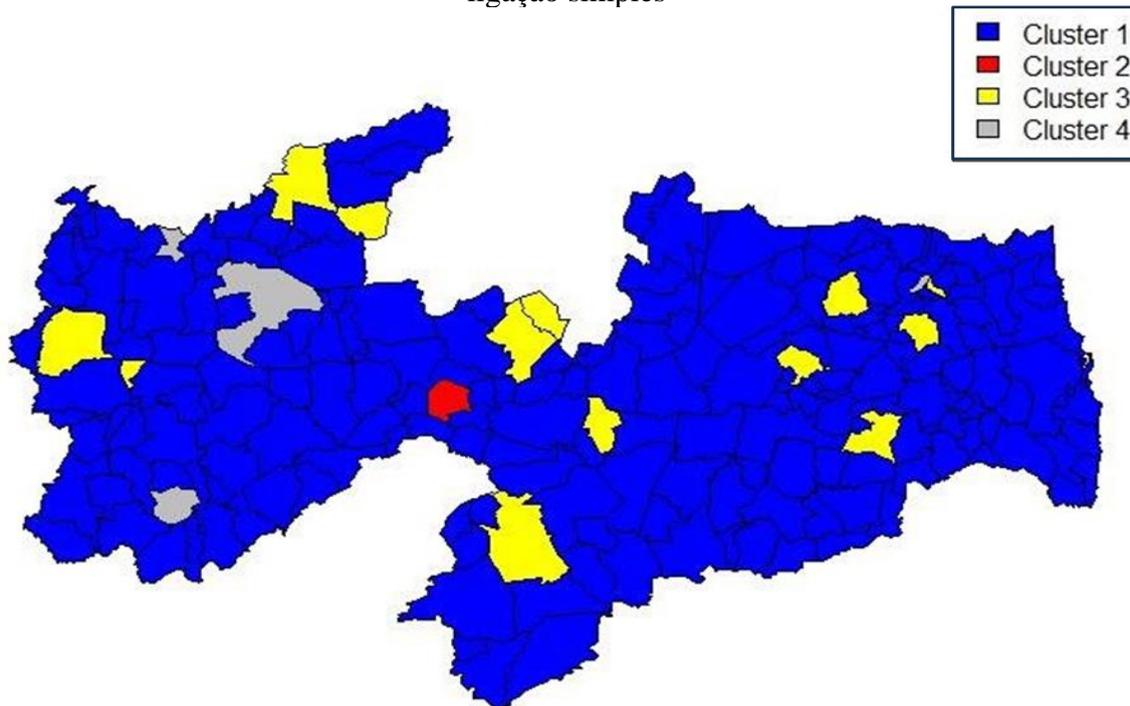
k-MEANS							
Clusters	Nº de municípios	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Cluster 4	37	0,13	0,18	0,15	0,15	0,02	0,10
Cluster 3	61	0,10	0,13	0,11	0,11	0,01	0,08
Cluster 2	73	0,07	0,09	0,08	0,08	0,01	0,11
Cluster 1	52	0,02	0,06	0,05	0,06	0,01	0,21

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A distribuição dos municípios dentro de cada *cluster* para cada um dos métodos citados pode ser visto nas **Figuras 3, 4 e 5**. Na literatura vista, não há consenso sobre qual o método de agrupamento é o mais adequado, já que a depender de cada situação e caso, o método ideal pode mudar. Após serem analisados os três métodos de maneira crítica, o método da ligação completa foi interpretado como o mais adequado, visto que, nenhum dos *clusters* teve uma distribuição pouco representativa, como no caso do *cluster* 2 do método simples que agrupou somente um município, e nem teve agrupamentos dispersos demais, aproximando muito as médias de cada *cluster*, o que pode agrupar municípios com características distintas em um mesmo *cluster*, como no caso do agrupamento feito pelo método de *K-means*.

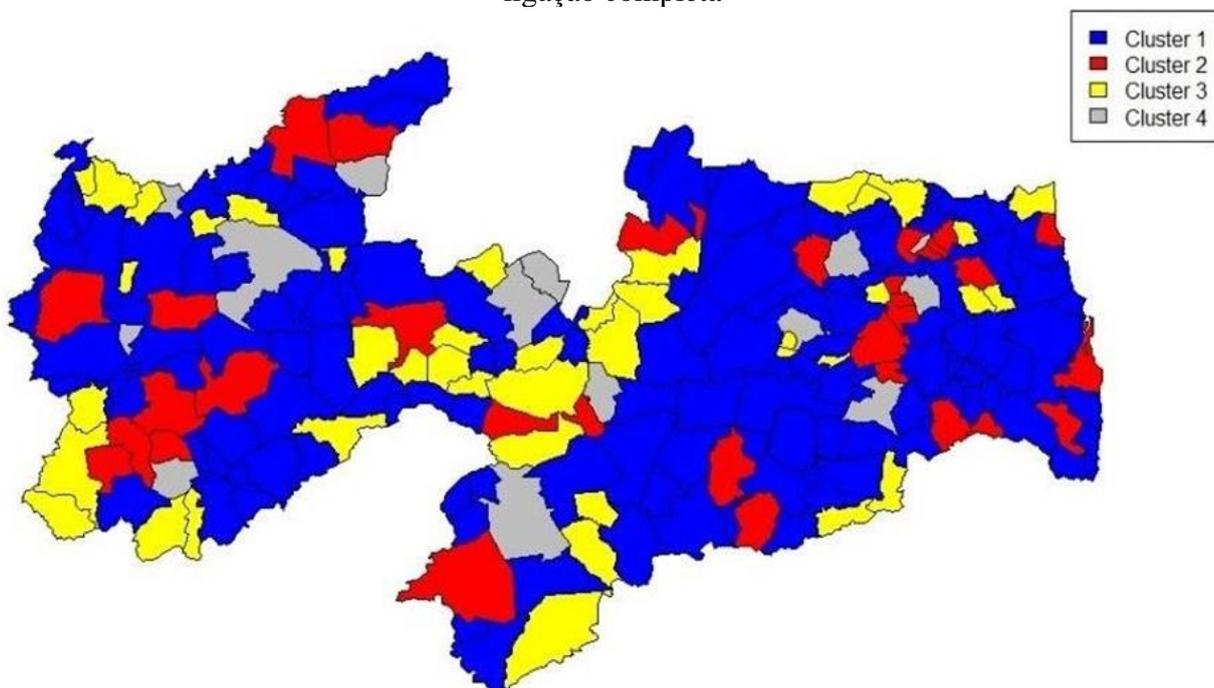
Analisando a distribuição dos casos pelo método da ligação completa, 14 municípios tiveram a proporção de casos acima de 17%, sendo a maior em Curral Velho, com uma proporção de casos de 18,4%; todos os municípios que possuem mais de 100.000 habitantes (Patos, Santa Rita, Campina Grande e João Pessoa) ficaram com a proporção de casos acima de 10%, com exceção de Santa Rita, que ficou com 6,8%. É necessário salientar que grande maioria dos demais municípios que receberam uma média acima de 10%, ficaram próximos de os municípios com a população maior, mesmo com a população abaixo de 20.000; e, não houve uma distribuição obvia dessa proporção de casos por micro ou mesorregiões, sendo as faixas de distribuição dispersas ao longo de todo território paraibano, confirmando que a pandemia de COVID se distribuiu de maneira direta ao longo de todo o estado.

Figura 3: Distribuição da proporção de casos de COVID-19 no estado da Paraíba pelo método de ligação simples



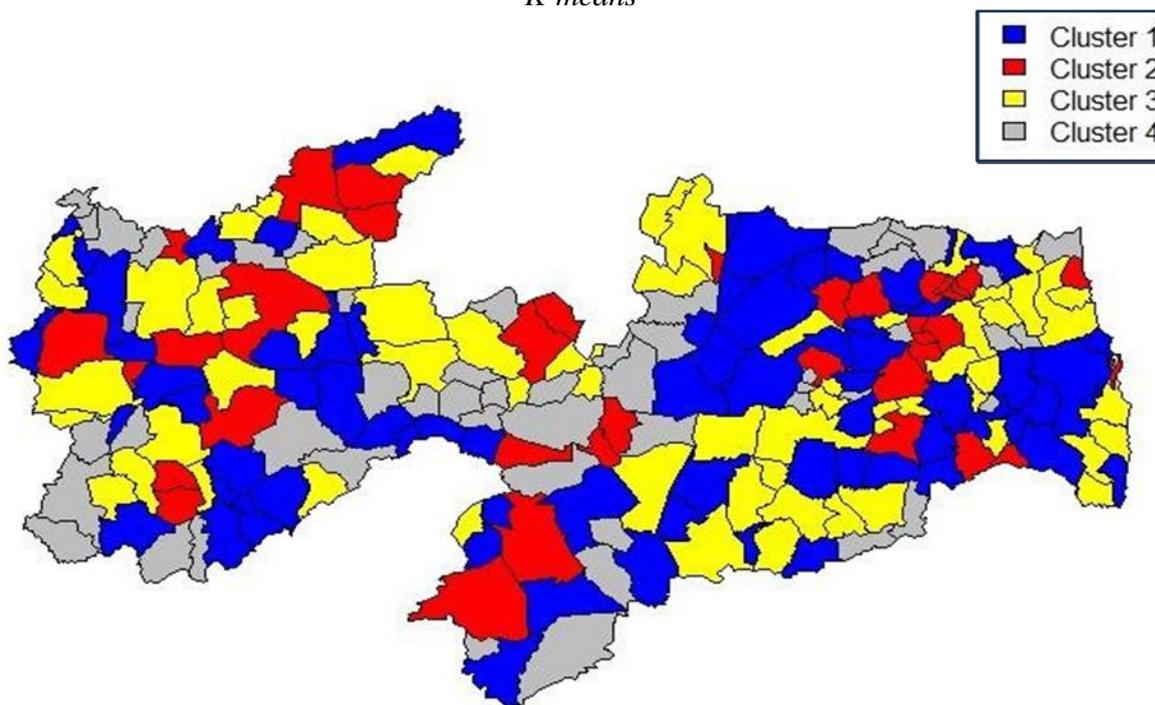
Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Figura 4: Distribuição da proporção de casos de COVID-19 no estado da Paraíba pelo método de ligação completa



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Figura 5: Distribuição da proporção de casos de COVID-19 no estado da Paraíba pelo método de *K-means*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Para observar como que a contaminação das populações se relaciona com os fatores sociais, econômicos e de saneamento básico, foi usado o método de correlação de Spearman, já que quando aplicado o teste de Shapiro, o p-valor resultou em um valor menor que 0,05, indicando não haver distribuição normal. Inicialmente, foi feita a correlação entre a proporção de casos com a renda *per capita* (IBGE, 2012), o produto interno bruto *per capita* (RAIS, 2016) e a porcentagem da população urbana residente em domicílios ligados à rede de abastecimento de água (SNIS, 2017), com as demais informações e indicadores levantados não sendo usadas nessa correlação, pois transmitiam o mesmo nível de relação que as citadas acima. Logo, ao avaliar a correlação entre os indicadores citados (**Tabela 4**), observou-se uma correlação moderada positiva significativa entre a renda *per capita*, e o produto interno bruto *per capita*, pois ambos apresentaram o p-valor abaixo de 0,05; já para a % da população urbana residente em domicílios ligados à rede de abastecimento de água, o p-valor ficou acima de 0,05, indicando que a correlação entre eles não é significativa.

Tabela 4: Resultados da correlação Spearman para todos os municípios da Paraíba

	Correlação	Valor-p
Renda	0,334195	3,22E-07
PIB	0,283209	1,76E-05
Abastecimento	-0,01831	0,785683

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Também foi analisado a correlação em cada um dos 4 *clusters* separadamente, e fora possível observar significância entre a correlação das variáveis apenas nos *clusters* 1 e 3, onde houve uma correlação positiva para a renda no *cluster* 1 e para o PIB no *cluster* 3 (**Tabela 5**), porém, esses dois *clusters* contém 175 dos 223 municípios da Paraíba.

Tabela 5: Resultados da correlação Spearman para os *clusters* do método ligação completa

Cluster 01			Cluster 02		
	Correlação	Valor-p		Correlação	Valor-p
Renda	0,262104	0,002306	Renda	0,080519	0,650779
PIB	0,147988	0,089141	PIB	0,035911	0,840209
Abastecimento	-0,1041	0,233066	Abastecimento	0,014073	0,937037
Cluster 03			Cluster 04		
	Correlação	Valor-p		Correlação	Valor-p
Renda	0,212668	0,176319	Renda	0,174009	0,551878
PIB	0,369134	0,016141	PIB	-0,12775	0,663392
Abastecimento	-0,13868	0,381108	Abastecimento	0,358072	0,208729

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A situação do saneamento reflete em imediato nos indicadores de saúde e nos efeitos da economia, como a falta de água tratada e a carência de serviços de coleta e de tratamento de esgoto, sendo responsáveis por parte das infecções gastrointestinais e das doenças transmitidas por mosquitos e animais, entre outras doenças (Trata Brasil, 2012). Núñez-Delgado (2020), afirma que os meios e compartimentos dos ambientes físico e antrópico podem ser fontes de possível contaminação por COVID-19. A pesquisa de Ahmed *et al.*, (2020); e Wang *et al.*, (2020) detectaram a presença do vírus SARS-CoV-2 em amostras de fezes provenientes de pacientes contaminados, apontando presença do agente causador da COVID-19 em esgotos domésticos. Embora não haja evidências da transmissão via fecal-oral do SARS-CoV-2, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 2020) destaca que são cabíveis os devidos esclarecimentos acerca dos cuidados inerentes ao manejo de esgotos domésticos.

Os índices de acesso da população aos adequados serviços de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário são intrinsecamente correlatos à saúde pública, notadamente às doenças de veiculação hídrica, que podem ser transmitidas por uma diversidade de microrganismos patogênicos como bactérias, protozoários, algas, fungos, helmintos e, também, os vírus. (WHO, 2005; Von Sperling, 2014; Siqueira *et al.*, 2017 e Arruda *et al.*, 2019).

De acordo com o levantamento mais recente disponibilizado pelo SNIS (2020) com dados relativos a 2018, estima-se que na média nacional 16,38% da população brasileira não possui acesso a sistemas públicos de abastecimento de água. Quanto ao percentual da população sem acesso a sistemas públicos de coleta de esgotos domésticos, incluindo ou não seu tratamento, a média nacional é de 46,85%. Dessa forma, alguns dos fatores que podem estar associados às incidências de casos de COVID-19 ou às taxas de mortalidade dessa doença são as condições de saneamento, especificamente ao acesso da população aos adequados serviços de abastecimento de água, apontando para a necessidade que essas possíveis rotas de transmissão do novo coronavírus, devem ser melhor alcançadas e contingenciadas, para assim serem consideradas nas políticas públicas de combate à pandemia.

Com isso, depreende-se que, no contexto dos dados analisados pela presente pesquisa, fica exposto que não existe uma interferência direta entre as condições de saneamento do município e a contaminação de COVID-19 entre os habitantes, já que não houve correlação significativa entre a incidência da doença e as condições de saneamento.

Embora estudos recentes confirmem a presença de material genético de SARS-CoV-2 em esgotos domésticos (Larosa *et al.*, 2020; Medema *et al.*, 2020), ainda não há a evidência que a carga viral contida nessas águas residuárias lançadas em corpos receptores tenha viabilidade de infecção devido à ingestão da água potável nesse processo (Amirian, 2020).

Como o SARS-CoV-2 aparenta ter uma baixa dose infecciosa (Lee *et al.*, 2020), mesmo baixas cargas virais eventualmente presentes nos esgotos domésticos podem representar grande

preocupação concernente à transmissibilidade fecal-oral desse vírus. Dessa forma, comunidades nas quais não há sistema de abastecimento de água potável podem estar ainda mais vulneráveis à COVID-19, visto que em muitos desses casos, a água bruta provinda do manancial potencialmente contaminada não sofre adequado processo de desinfecção antes de seu consumo.

A pesquisa de Aquino (2020) comprova a existência de uma relação inversa entre acesso a abastecimento de água e esgotamento sanitário e proporção de casos confirmados da referida doença. No referido estudo não foi possível verificar essa relação direta, porém, ressalta-se a importância da efetivação de políticas públicas que propiciem a universalização do saneamento.

Já a correlação positiva entre os dados socioeconômicos e a proporção de casos, indica que à medida que essa proporção é maior, as condições socioeconômicas também são, o que é uma indicação que os locais onde a densidade populacional e atividades comerciais são maiores apresentam maiores taxas de transmissão do vírus. Já que as desigualdades das estruturas socioeconômicas são patentes e notórias, neste sentido, cabe acrescentar que municípios com maior dinâmica econômica e maior peso demográfico acabam concentrando maior atenção das políticas públicas e maiores recursos e acabam, também, drenando a renda gerada nos demais municípios por conta de seu comércio mais intenso e diversificado (Barbosa,2015).

4. CONCLUSÕES

Evidenciou-se que, de acordo com as análises estatísticas realizadas, não foi possível verificar uma correlação entre o acesso ao saneamento básico e o COVID-19. No entanto, a falta de informação e a falta de assistência dos municípios pode prejudicar os cuidados de prevenção no avanço da pandemia, como é o caso dos atos higiênicos.

De acordo com as análises estatísticas realizadas, não houve distribuição aparente tanto de incidência como das demais variáveis entre as regiões intermedirias do estado. De acordo com as análises estatísticas realizadas; a incidência se mostrou normalmente maior onde o PIB e a renda *per capita* eram maiores; mostrando uma possível relação entre a maior concentração de casos onde os aglomerados urbanos e comércio são maiores.

Vale ressaltar, que a maioria dos casos de COVID-19 nas cidades socialmente e economicamente carentes, não tendo a autonomia de tratar os casos devido as precárias condições econômicas, são remanejados para cidades maiores, circunvizinhas capazes de atendê-los. Desta forma, impulsiona um superávit no número de hospitalizados nessas cidades receptoras. Visto que a COVID-19 se espalhou por todo o mundo, provocando a super lotação dos hospitais e milhares de mortes diariamente, desta maneira é ressaltada a importância de medidas adotadas para evitar a propagação de doenças difíceis de se controlar. Assim, ao aprender com os desafios enfrentados durante a COVID-19, pode-se construir um sistema de saúde mais preparado e resiliente, capaz de responder de maneira eficaz a futuras pandemias e proteger a saúde da população

Também se observa através dos dados obtidos, uma nítida fragilidade econômica e de atendimento dos serviços de saneamento básico, sendo necessário investimentos em políticas de desenvolvimento socioeconômico. Melhorar as condições de saneamento básico é crucial na prevenção da disseminação de doenças como a COVID-19, já que, reduz a exposição a patógenos causadores de doenças. Embora a COVID-19 se espalhe principalmente por via respiratória, a melhoria do saneamento ajuda a controlar outras doenças infecciosas que podem sobrecarregar os sistemas de saúde durante uma pandemia. Portanto, investir em saneamento básico é uma estratégia essencial para fortalecer a resiliência das comunidades contra pandemias, promover a saúde pública e melhorar a qualidade de vida de forma geral.

REFERÊNCIAS

- ABES, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Nota técnica:** o novo coronavírus e os sistemas de esgotamento sanitário no Brasil. 2020. Disponível em: <http://abes-sp.org.br/noticias/19-noticias-abes/9007-nota-tecnica-o-novo-coronavirus-e-os-sistemas-e-esgotamento-sanitario-no-brasil>. Acesso em: 22 mai. 2021.
- ACENG, Jane Ruth. Meeting the UN Sustainable Development Goal for Sanitation and Hygiene in the Era of COVID-19. **Sustainability**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 104-106, 1 jun. 2020. Mary Ann Liebert Inc. <http://dx.doi.org/10.1089/sus.2020.29186.jra>.
- AHMED, Warish *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**, [S.L.], v. 728, p. 138764, ago. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138764>
- AMIRIAN, E. Susan. Potential fecal transmission of SARS-CoV-2: current evidence and implications for public health. **International Journal of Infectious Diseases**, [S.L.], v. 95, p. 363-370, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2020.04.057>.
- AQUINO, Davi Santiago. Influência do acesso a saneamento básico na incidência e na mortalidade por COVID-19. **Revista Thema**, [S.L.], v. 18, p. 319-331, 8 out. 2020. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.v18.especial.2020.319-331.1798>.
- ARRUDA, Regina Oliveira Moraes *et al.* OCORRÊNCIA DE CASOS DE DOENÇAS DIARREICAS AGUDAS E SUA RELAÇÃO COM OS ASPECTOS SANITÁRIOS NA REGIÃO DO ALTO TIETE, SÃO PAULO. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, [S.L.], v. 15, n. 34, p. 53-61, 27 dez. 2019. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlandia. <http://dx.doi.org/10.14393/hygeia153449903>.
- BARBOSA, Tayla Nayara *et al.* OS LIMITES DO DESENVOLVIMENTO LOCAL: ESTUDOS SOBRE PEQUENOS MUNICÍPIOS DO INTERIOR DE SÃO PAULO. **Revista Florestan: dos alunos de graduação em Ciências Sociais da UFSCar, São Carlos**, v. 1, n. 1, p. 31-46, maio 2015.
- BASSO, Marcia Terazzi. **Análise fatorial e uma aplicação em perfil de compras de pequenos varejistas**. 2016. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Estatística, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- CASANOVA, Lisa *et al.* Survival of surrogate coronaviruses in water. **Water Research**, [S.L.], v. 43, n. 7, p. 1893-1898, abr. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2009.02.002>.
- CHEN, Jarvis T.; KRIEGER, Nancy. Revealing the Unequal Burden of COVID-19 by Income, Race/Ethnicity, and Household Crowding: us county versus zip code analyses. **Journal Of Public Health Management and Practice**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 43-56, 9 set. 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/phh.0000000000001263>.
- DONDE, Oscar Omondi *et al.* COVID-19 pandemic: water, sanitation and hygiene (wash) as a critical control measure remains a major challenge in low-income countries. **Water Research**, [S.L.], v. 191, p. 116793, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2020.116793>.

DONI, Marcelo Viana. **Análise de cluster**: métodos hierárquicos e de particionamento. 2004. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2004.

GRAVLEE, Clarence C. Systemic racism, chronic health inequities, and COVID-19: a syndemic in the making? **American Journal of Human Biology**, [S.L.], v. 32, n. 5, p. 1-8, 4 ago. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ajhb.23482>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama município último censo**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>. Acesso em: 15 mar. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/cultura-recreacao-e-esporte/9662-censo-demografico-2010.html>. Acesso em: 20 mar. 2021.

JOSEPH, Nicholas P. *et al.* Racial and Ethnic Disparities in Disease Severity on Admission Chest Radiographs among Patients Admitted with Confirmed Coronavirus Disease 2019: a retrospective cohort study. **Radiology**, [S.L.], v. 297, n. 3, p. 303-312, dez. 2020. Radiological Society of North America (RSNA). <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020202602>.

KAKOL, Monika *et al.* Susceptibility of Southwestern American Indian Tribes to Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). **The Journal of Rural Health**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 197-199, jun. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jrh.12451>.

LAROSA, Giuseppina *et al.* First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy. **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 736, p. 139652, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139652>.

LEE, Ping-Ing *et al.* Emerging threats from zoonotic coronaviruses—from SARS and MERS to 2019-nCoV. **Journal of Microbiology, Immunology and Infection**, [S.L.], v. 53, n. 3, p. 365-367, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmii.2020.02.001>.

LIMA, Claudio Márcio Amaral de Oliveira *et al.* Information about the new coronavirus disease (COVID-19). **Radiologia Brasileira**, [S.L.], v. 53, n. 2, p. 5-6, abr. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2020.53.2e1>.

MEDEMA, Gertjan *et al.* Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage. **Environmental Science & Technology Letters**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-9, 30 mar. 2020. Cold Spring Harbor Laboratory. <http://dx.doi.org/10.1101/2020.03.29.20045880>.

MORE. **Mecanismo online para referências**, versão 2.0. Florianópolis: UFSC: Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 10 jun 2024.

NÚÑEZ-DELGADO, Avelino. What do we know about the SARS-CoV-2 coronavirus in the environment? **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 727, p. 138647, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138647>.

OPAS/OMS; Organização Pan-Americana da Saúde, Organização Mundial da Saúde. **Histórico da Pandemia de COVID-19**. Brasília, 2020. Disponível em <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso: 24 mai. 2021.

OPAS/OMS; Organização Pan-Americana da Saúde. **Perguntas frequentes:** vacinas contra a COVID-19. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/vacinas-contracovid-19/perguntas-frequentes-vacinas-contracovid-19>.

PEREIRA, Martha Priscila Bezerra; SALES, Andréa Leandra Porto; JÚNIOR, Xisto Serafim de Santana de Souza. Avanço da Covid-19 No Estado da Paraíba e perfil dos pacientes que foram a óbito nos primeiros quarenta e cinco dias de casos registrados. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. Edição Especial: Covid-19 p.231-242, 2020.

PURNAMA, Sang Gede; SUSANNA, Dewi. Hygiene and Sanitation Challenge for COVID-19 Prevention in Indonesia. **Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional (National Public Health Journal)**; Special Issue 1: p. 6-13, 2020.

RAIS, Relação Anual de Informações Sociais. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil: Produto Interno Bruto per capita RAIS**. Pnud Brasil, Ipea e FJP; 2016. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso: 14 mai. 2021.

SECRETARIA DA SAÚDE; Governo da Paraíba. **COVID-19 na Paraíba**. João Pessoa/PB, 2021 Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus>. Acesso em: 13 set. 2023.

SIQUEIRA, Mariana Santiago; *et al.* **Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v.26, n.4, p.795-806, 2017.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Ministério do Desenvolvimento Regional Secretaria Nacional de Saneamento. Brasília, dezembro de 2020.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica: SNIS Água e Esgotos**. Ministério do Desenvolvimento Regional Secretaria Nacional de Saneamento. Brasília, 2017. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 24 mar. 2021.

TRATA BRASIL, Instituto. **Manual do Saneamento Básico:** entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica. [s.l.]: Instituto Trata Brasil, 2012.

VICINI, Lorena. **Análise Multivariada:** da teórica a prática. Monografia – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-graduação em Estatística e Modelagem Quantitativa, RS, 2015.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

WAGNER, Mario Bernardes. **Medindo a ocorrência de doença:** prevalência ou incidência? *Jornal de Pediatria: Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro. Vol. 74, n. 2 (abr. 1998), p. 157-62, 1998.

WANG, Dawei *et al.* Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus–Infected Pneumonia in Wuhan, China. **Jama**, [S.L.], v. 323, n. 11, p. 1061, 17 mar. 2020. American Medical Association (AMA). <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2020.1585>.

WEBER, David J.; *et al.* **Emerging infectious diseases:** focus on infection control issues for novel

coronaviruses (Severe Acute Respiratory Syndrome-CoV and Middle East Respiratory Syndrome-CoV), hemorrhagic fever viruses (Lassa and Ebola), and highly pathogenic avian influenza viruses, A(H5N1) and A(H7N9). *American Journal of Infection Control*, v.44, n.5, p.91- 100, 2016.

WHO, World Health Organization. **The treatment of diarrhoea**: a manual for physicians and other senior health workers. Geneva: WHO, 2005. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2005/9241593180.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021.



Informações sobre a Licença

Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

License Information

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which allows for unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, as long as the original work is properly cited.