
ASSOCIAÇÃO CANÔNICA ENTRE OS INDICADORES DE INFRAESTRUTURA DE MORADIA E A INCIDÊNCIA DE DOENÇAS E MORTALIDADE INFANTIL

Canonical association between housing infrastructure indicators and the incidence of diseases and infant mortality

Andressa Lemes Proque

Economista. Doutora em Economia pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisadora do Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES/UFJF). Faculdade de Economia da UFJF. Campus Universitário, Rua José Lourenço Kelmer, s/n – São Pedro, MG, 36036-900. alesproque@gmail.com

Alberto Martuscelli Junior

Economista. Bacharel em Economia pela Faculdade de Economia da UFJF. Faculdade de Economia, Campus Universitário, Rua José Lourenço Kelmer, s/n – São Pedro, MG, 36036-900. a.martuscellij@gmail.com

Weslem Rodrigues Faria

Economista. Doutor em Teoria Econômica pela Universidade de São Paulo (USP). Professor da Faculdade de Economia da UFJF. Pesquisador do LATES/UFJF. Campus Universitário, Rua José Lourenço Kelmer, s/n – São Pedro, MG, 36036-900. weslem_faria@yahoo.com.br

Admir Antonio Betarelli Junior

Economista. Pós-doutor em Economia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor da Faculdade de Economia da UFJF. Pesquisador do LATES/UFJF. Campus Universitário, Rua José Lourenço Kelmer, s/n – São Pedro, MG, 36036-900. abetarelli@gmail.com

Resumo: O objetivo do presente estudo é identificar as correlações entre os indicadores de condições de infraestrutura básica de moradia e os indicadores de saúde pública para os estados brasileiros no ano de 2017. Com a finalidade de verificar as correlações existentes entre tais grupos de variáveis, foi empregado o método da Análise de Correlações Canônicas (ACC). Os resultados mostraram a formação de duas correlações significativas. A primeira indica que as variáveis canônicas são determinadas com coeficientes positivos, pelo percentual da população urbana com abastecimento de água e acesso ao serviço de esgotamento sanitário, e com coeficientes negativos, pelo percentual da população urbana com coleta de resíduos e vulneráveis à pobreza. A segunda mostra que as variáveis mais representativas foram o percentual da população com abastecimento de água, aqueles vulneráveis à pobreza e o percentual de esgoto tratado. As análises também sugerem uma associação de estados brasileiros com déficit em infraestrutura básica de moradia e indicadores de saúde pública, com diferenciação de *scores* baseados na região localizada. Os estados da região Norte e Nordeste apresentaram *scores* inferiores aos estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

Palavras-chave: Saneamento Básico; Saúde Pública; Correlação Canônica.

Abstract: The aim of this paper is to identify correlations between indicators of basic housing infrastructure conditions and public health indicators for Brazilian states in 2017. For the purpose of checking the correlations existing between such groups of variables, the Canonical Correlation Analysis (ACC) method was used. The results showed the formation of two significant correlations. The first indicates that canonical variables are determined with positive coefficients by the percentage of the urban population with water supply and access to the sewage services, and with negative coefficients, by the percentage of the urban population with waste collection and also vulnerable to poverty. The second shows that the most representative variables were the percentage of the population with water supply, those vulnerable to poverty and the percentage of treated sewage. The analyzes also suggest an association of Brazilian states with a deficit in basic housing infrastructure and public health indicators, with differentiation of scores based on the localized region. The states of the North and Northeast regions had lower scores than the states of the South, Southeast and Midwest.

Keywords: Sanitation; Health Service; Canonical Correlation.

1 INTRODUÇÃO

O debate em curso sobre abastecimento de água e manejo de dejetos gerados pelas atividades humanas é uma preocupação para a discussão econômica e ambiental presente desde o surgimento das primeiras cidades. Athaydes, Parolin e Crispim (2020) apontam que as primeiras sociedades urbanas já se mobilizavam para afastar dejetos do perímetro das suas casas com sistemas rudimentares de esgotamento. Os sistemas iniciais focavam em retirar o esgoto da região da cidade e despejar, sem qualquer tratamento, em rios. O avanço científico e tecnológico possibilitou o desenvolvimento de distintas técnicas para lidar com essas questões sanitárias.

O saneamento básico é assegurado pela Constituição Brasileira por meio da Lei nº 11.445/2007, que define como se dará a provisão de serviços e infraestrutura com a finalidade de garantir o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais (BRASIL, 2020). Em 2010, por intermédio da Resolução nº 64/292, a Organização das Nações Unidas (ONU, 2010) assinou o decreto que reconheceu o acesso à água potável e ao saneamento básico como direito humano essencial ao pleno desfrute da vida e de todos os direitos humanos. Em seguida, no ano de 2016, foram estabelecidos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que tratam de metas de desenvolvimento social e econômico, em substituição aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), a serem atingidos até o ano de 2030. O objetivo 6, por exemplo, é “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos” e a primeira de suas metas é “até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável segura para todos” (ONU, 2015). Nos últimos 29 anos, desde a Conferência de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, a Rio-92, esforços vêm sendo feitos no sentido de discutir sobre o desenvolvimento sustentável e sobre questões de melhorias do bem-estar social da população urbana, especialmente sobre o acesso à água e ao saneamento à população.

Segundo dados compilados pelo *Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation* (JMP), da ONU/Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef), em 2010, 2,5 bilhões de pessoas dispunham de condições inadequadas de saneamento ou defecavam a céu aberto e 783 milhões de pessoas não possuíam acesso à água saudável para beber (ONU/UNICEF, 2012). Dados mais recentes, para o ano de 2017, mostram que 2 bilhões de pessoas no mundo ainda não têm instalações de saneamento básico, entre as quais 673 milhões ainda defecam ao ar livre (WOH, 2019). A falta de saneamento está diretamente ligada à transmissão de doenças, tais como cólera, diarreia e hepatite, reduzindo o bem-estar da população e o desenvolvimento social e econômico em virtude de efeitos como ansiedade e oportunidades educacionais perdidas (WOH, 2019).

No Brasil, cerca de 100 milhões de habitantes (47% da população) ainda não possuem acesso à rede de esgoto adequada e 35 milhões (16% da população) não têm acesso à água tratada (SNIS, 2018). Os dados apontam que há um grande distanciamento entre a situação real e aquela esperada de um modelo com saneamento universalizado. Nesse sentido, para cumprir o objetivo 6 dos ODS, o Brasil precisará intensificar os investimentos no setor sanitário conjuntamente com sua cobertura. Em termos de análises para os estados brasileiros, as regiões Norte e Nordeste apresentam os estados com os maiores percentuais de pessoas inscritas no programa da Secretaria Nacional do Cadastro Único sem abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo adequados, conforme o banco de dados compilado pelo Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013). Para essa variável, os estados do Acre (34,12%), Maranhão (27,69%), Pará (26,95%) e Piauí (26,52%) reportaram os maiores percentuais no ano de 2017 em detrimento dos estados do Sudeste, como São Paulo (1,02%) e Rio de Janeiro (1,56%). Dos estados citados anteriormente, Maranhão (10,38%), Pará (6,51%) e Piauí (6,12%) também exibiram altos percentuais de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado.

Em ano mais recente, 2020, o debate público acerca do saneamento no Brasil ganhou destaque com a tramitação do novo marco legal do saneamento básico (Projeto de Lei nº 4.162/2019) no

Senado brasileiro. Tal projeto modifica a configuração vigente de contrato entre as empresas estaduais de água e esgoto com os municípios e estados, facilitando a entrada de empresas privadas no setor. O projeto estabelece o regime de contratos por concessão obtidos por licitação, com estabelecimento de metas e demonstração de viabilidade financeira. As empresas, públicas e privadas, se comprometeriam com a meta de universalização de cobertura de 99% para o fornecimento de água potável e de 90% para coleta e tratamento de esgoto até o ano de 2033 (BRASIL, 2020).

Desse modo, o objetivo deste estudo é identificar as correlações entre os indicadores de condições de infraestrutura básica de moradia e os indicadores de saúde pública para os estados brasileiros, de forma a incentivar o debate a respeito da expansão do acesso. A principal contribuição desta pesquisa reside em fomentar a discussão sobre a importância da universalização das condições sanitárias do país na medida em que se investiga a associação entre indicadores de infraestrutura básica de habitação e a incidência de doenças e mortalidade infantil em um período recente da economia brasileira. Os resultados devem ser de grande interesse para os agentes públicos e privados, assim como para os *policymakers* no país.

Para alcançar o objetivo proposto foi utilizada a técnica de estatística multivariada de Análise de Correlação Canônica (ACC), uma vez que é capaz de encontrar a correlação entre grupos de variáveis de natureza distinta e seus pesos. O ano de 2017 foi selecionado por se tratar do período recente e pela escolha da base de dados disponível por estado, o que permite preencher uma lacuna em pesquisas aplicadas à economia brasileira. Já para uma análise municipal e/ou microrregional de políticas públicas em saúde e saneamento o banco de dados se constitui nos anos censitários (1991, 2000 e 2010), não abordando, pois, o período mais recente.

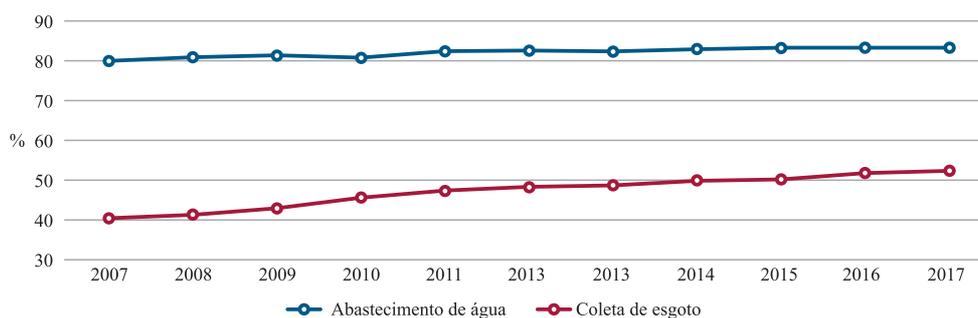
Além dessa breve seção introdutória, este artigo se organiza em mais quatro seções. A segunda descreve algumas abordagens teóricas e empíricas acerca do tema. A terceira apresenta a metodologia e os detalhes sobre a base de dados utilizada. A quarta, por sua vez, discute os principais resultados alcançados. Por fim, a última seção tece as considerações finais e as possíveis extensões da pesquisa.

2 SANEAMENTO BÁSICO, ACESSO À SAÚDE E BEM-ESTAR SOCIAL DA POPULAÇÃO

Ao longo da década de 1970, o Brasil expandiu o acesso ao abastecimento de água dos domicílios de 35% para 55%, enquanto o acesso à rede de coleta de esgoto passou de 15% para 29% (SAIANI; TONETO JÚNIOR, 2010). Mesmo com os avanços no setor na década de 1970, o país manteve investimentos aquém do esperado para corrigir o déficit no atendimento, sobretudo em relação ao esgotamento sanitário (ARAÚJO, 2016). Em 2017, por exemplo, 40,81% dos indivíduos inscritos no Cadastro Único ainda não possuíam esgotamento sanitário adequado no país. Destes, os piores indicadores estavam presentes na região Norte do país, correspondendo aos estados do Amapá (68,89%), Rondônia (68,18%), Acre (66,10%) e Pará (65,81%) (PNUD, 2013).

A recente trajetória da cobertura dos índices de saneamento com base no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) pode ser vista por meio dos dados apresentados no Gráfico 1. A estabilidade dos indicadores no período analisado ocorre em função da falta de investimentos no setor. O Ministério das Cidades estipulou que, para concluir a meta de universalização do saneamento em 2020, seria necessário um aporte de recursos de aproximadamente 0,45% do Produto Interno Bruto (PIB) ao ano (SAIANI; TONETO JÚNIOR, 2010).

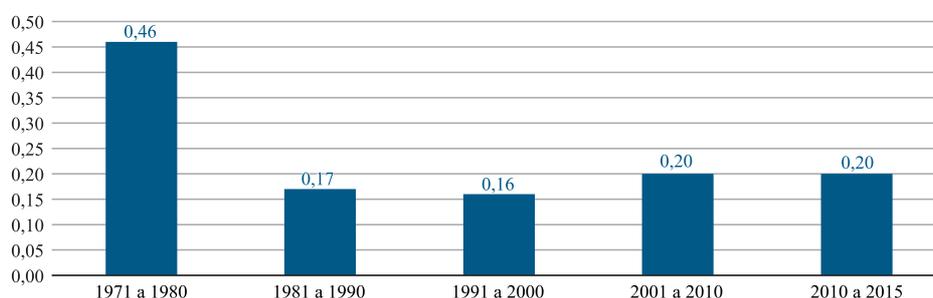
Gráfico 1 – Indicadores (%) de atendimento com rede de água e coleta de esgoto dos municípios participantes do SNIS



Fonte: SNIS (2020).

Contudo, os investimentos em termos percentuais de 2001 a 2015 não chegam à metade do necessário, como reporta o Gráfico 2. Além da falta de investimento, observa-se também que a distribuição de cobertura das redes de água e coleta de esgoto é desigual, quando comparada entre as regiões brasileiras. Em termos percentuais da população, as regiões Norte (com 57,1% de abastecimento de água e 10,5% de esgoto) e Nordeste (com 74,2% de abastecimento de água e 28,0% de esgoto) são aquelas que mais se distanciam da universalização. Por outro lado, a região Sudeste apresenta o maior percentual de domicílios com acesso à água (91,0%) e ao abastecimento de esgoto (79,2%) (SNIS, 2020).

Gráfico 2 – Investimentos em saneamento básico no Brasil (% do PIB)



Fonte: Saiani e Toneto Júnior (2010); SNIS (2020).

Diante desse cenário, 10% da carga global total de doenças corresponde àquelas relacionadas ao baixo nível de cobertura do saneamento e à falta de acesso de água potável (HUTTON et al., 2008). Por exemplo, doenças diarreicas, infecções respiratórias agudas, desnutrição e infecções tropicais, tais como helmintos e esquistossomose, são as principais enfermidades associadas ao déficit de saneamento (MARA et al., 2010). A diarreia foi a doença mais prevalente em ambientes com baixo saneamento. Aproximadamente 1,7 milhão de pessoas morrem anualmente no mundo por conta da doença, sendo 90% crianças de até 5 anos de idade e 88% dos casos relacionados à contaminação da água, saneamento inadequado e falta de higiene (ONU/UNICEF, 2012; MATHERS; LOPEZ; MURRAY, 2006). Ademais, segundo dados do Banco Mundial (WOH, 2019), o saneamento e a higiene adequados, além do acesso à água potável, poderiam prevenir a morte de 297 mil crianças com menos de 5 anos a cada ano.

Vale destacar perante essas análises que a saúde é um componente essencial para a segurança social e o exercício da cidadania. Roemer (1998) afirma que o objetivo da política pública é aumentar a utilidade de todos os indivíduos, que devem ser considerados de maneira equânime.

O acesso aos bens considerados como necessidades básicas (*e.g.* saúde, habitação, vestuário, alimentação, higiene e saneamento, transporte público) seria suficiente para trazer mais qualidade de vida aos indivíduos. Ademais, os efeitos de uma política de bem-estar social afetam igualmente tanto os setores públicos quanto os setores privados no período de longo prazo. O trabalho de Rawls (1971) propôs uma teoria de bem-estar que enfatiza a importância da justiça na determinação dos objetivos da sociedade e, portanto, deve ser assegurado que todos tenham acesso aos chamados *primary goods* (bens necessários para que os indivíduos atinjam outros bens).

Já Sen (1992) considera o acesso à saúde não apenas como um componente indispensável para o bem-estar social, mas também como elemento essencial para o exercício da liberdade dos indivíduos. A exclusão de indivíduos do acesso às condições básicas de saneamento e saúde e as consequentes implicações em termos da prevalência de doenças, da fome e da mortalidade precoce revelam o aspecto redutor da liberdade dos grupos marginalizados sem acesso aos bens básicos. À medida que o bem-estar aumenta no âmbito dos estratos de famílias e do país, as diferenças entre os grupos de renda diminuem (KAUPPILA, 2011; VENTER, 2011). Por sua vez, Stiglitz, Sen e Fitoussi (2009) definem o bem-estar social como um conceito mais abrangente que a produção econômica. Dessa forma, uma definição multidimensional de bem-estar incluiria bens e serviços que não podem ser expressos em quantidades monetárias, mas que são necessários para garantir a liberdade e o pleno exercício das capacidades dos indivíduos, tais como saúde, educação, moradia digna e direitos políticos.

Os autores Libânio, Chernicharo e Nascimento (2005), por exemplo, identificam o saneamento ambiental como um componente essencial para o bem-estar da população e para a garantia de que os serviços de saúde sejam de fato aplicados. Independente da abundância hídrica da região, os indicadores sociais e de saúde são mais bem retratados pela abrangência dos serviços de água e esgotamento sanitário. Uma pesquisa da OMS realizada em 2012 estimou que, para cada US\$ 1,00 investido em saneamento, haveria uma contrapartida positiva de US\$ 5,50 em custos de saúde mais baixos, mais produtividade e menos mortes prematuras (WOH, 2019).

Em suma, é possível observar uma relação entre saúde e desenvolvimento socioeconômico. Schumpeter (1982) diferencia desenvolvimento e crescimento econômico na medida em que o primeiro conceito é amplo e engloba diversos outros determinantes. Destarte, Sachs (2004) compreende o desenvolvimento como a garantia do pleno exercício dos direitos humanos, sendo eles políticos, civis, econômicos, sociais, culturais e de bem-estar. O trabalho de Fein (1964) faz crítica à abordagem Malthusiana, que pressupõe que o impacto demográfico das melhorias de saúde traria consequências negativas do ponto de vista do desenvolvimento econômico devido à escassez de recursos. Para Fein (1964), os defensores dessa ideia erram ao medir o desenvolvimento econômico em termos de renda *per capita* sem considerar os demais determinantes de qualidade de vida, inclusive a saúde. Outro ponto enfatizado é que, além de reduzir a mortalidade, os investimentos em saúde impactam também na redução da morbidade, o que favorece o desempenho dos trabalhadores e, consequentemente, a produção econômica. O mesmo efeito também pode ser esperado para os indicadores educacionais.

2.1 Revisão empírica

Existem alguns trabalhos empíricos que versam sobre indicadores de infraestrutura básica de moradia e a incidência de doenças. A Tabela 1 reporta os trabalhos elencados. Por exemplo, Teixeira, Gomes e Souza (2011) analisaram os indicadores de saúde e as condições de saneamento nos estados brasileiros com base no banco de dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde 2008 (IDB, 2008) do Ministério da Saúde. Mais especificamente, os autores avaliaram a ampliação da cobertura por serviços de saneamento no período entre 2001 e 2006 e as melhorias nos indicadores de saúde. Para isso, empregaram a análise de regressão linear simples entre os indicadores epidemiológicos *versus* indicadores demográficos, socioeconômicos, de morbidade e fatores de

risco, de recursos, de cobertura por serviços de saúde e de saneamento, além da regressão linear multivariada. Com base nos resultados obtidos, os autores concluíram que a cobertura por sistemas de esgotamento sanitário tem correlação negativa com a taxa de mortalidade infantil.

A pesquisa de Proque (2019) examinou a relação entre os indicadores socioeconômicos e a qualidade da saúde para a população residente nos municípios do estado da Bahia, para o ano de 2010, usando a técnica de análise multivariada de correlação canônica. Para tanto, a autora utilizou os dados para os 417 municípios baianos extraídos da PNUD e do Datasus. Os resultados obtidos apontaram para as inter-relações entre os dois conjuntos de dados, que compõem os indicadores socioeconômicos (taxa de analfabetismo, renda *per capita*, Índice de Gini, expectativa de anos de estudo, taxa de homicídios e taxa de desemprego) e as variáveis que compõem os indicadores de saúde (taxa de mortalidade infantil, taxa de fecundidade, água encanada e expectativa de vida). Com isso, a autora constatou que os indicadores socioeconômicos são importantes nas questões relativas à saúde dos municípios baianos.

Já Kroth e Neduziak (2020) também aplicaram a metodologia de análise de correlação canônica com a finalidade de mensurar a relação entre um conjunto de indicadores de despesas públicas e os indicadores de saúde para os estados brasileiros. O ano de 2010 foi escolhido como referência para o estudo dos diferentes tipos de despesas públicas alinhadas às despesas com saúde, educação, assistência social e saneamento, com tendo a Secretaria do Tesouro Nacional e o Datasus como fonte de dados. As estimativas apontaram que melhores resultados na área da saúde, assim como a eficiência dos gastos e ganhos de economias de escala e escopo, podem ser conquistados com as políticas públicas de saúde articuladas a ações de diferentes áreas. Do mesmo modo, Santos, Lavarda e Dani (2015) investigaram o nível de inter-relação existente entre os indicadores de execução orçamentária e socioeconômicos dos estados brasileiros via análise de correlação canônica. Utilizando os anos de 2000 e 2010, bem como os dados do Censo/IBGE e da Secretaria do Tesouro Nacional, os autores descobriram que variações positivas no indicador da execução orçamentária geral tendem a minimizar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Contudo, isso implica o aumento do PIB *per capita* e a qualidade de vida dos estados.

As doenças tropicais também são uma questão importante para entender o processo de disparidades e o bem-estar social da população. Oliveira e Valla (2001) estudaram a incidência da dengue no município do Rio de Janeiro entre 1986 e 1991 e apontaram a relação entre serviço de saneamento básico deficiente nas favelas e a prevalência de epidemias de dengue. Para tanto, os autores empregaram o Sistema de Informação de Nível Local (Sinal) com informações sobre as condições de vida. A falta de acesso a um saneamento adequado incentivaria práticas inadequadas que favoreceriam a proliferação de focos da dengue. Nessa mesma perspectiva, Mondini e Chiaravalloti Neto (2007) investigaram a associação entre a incidência da dengue e os agrupamentos censitários de diferentes níveis socioeconômicos para a cidade de São José do Rio Preto, no estado de São Paulo, entre os anos 1990 a 2002. Os autores empregaram a técnica de análise de componentes principais (ACP) e utilizaram dados do IBGE e da Secretaria Municipal de Saúde e Higiene de São José do Rio Preto. Não foi encontrada associação em quase todo o período analisado. Apesar da diferença socioeconômica, a cobertura de esgotamento, acesso à água encanada e a serviço de coleta de lixo era superior a 99% para todos os estratos. Os autores sugerem que a alta cobertura de saneamento entre os diferentes grupos pode ser responsável pela ausência de diferença significativa na prevalência da dengue ao longo dos anos.

Tabela 1 – Resumo dos trabalhos aplicados sobre saneamento e saúde

Referência	Nível	Modelagem	Ano da análise	Escopo
Teixeira, Gomes e Souza (2011)	Estados brasileiros	Regressão linear simples e multivariada	2001 e 2006	Avaliar os indicadores de saúde e as condições de saneamento
Proque (2019)	Municípios baianos	ACC	2010	Estudar a relação entre indicadores socioeconômicos e qualidade da saúde
Kroth e Neduziak (2009)	Estados brasileiros	ACC	2010	Mensurar a relação entre os indicadores de despesas públicas e os indicadores de saúde
Santos, Lavarda e Dani (2015)	Estados brasileiros	ACC	2000 e 2010	Identificar o nível de inter-relação entre os indicadores de execução orçamentária e socioeconômicos
Oliveira e Valla (2001)	Rio de Janeiro	Análise descritiva	1986 a 1991	Discutir o processo em torno da situação de saneamento básico de grupos sociais vulneráveis
Mondini e Chiaravalloti Neto (2007)	São José do Rio Preto	ACP	1990 a 2002	Examinar a relação entre o risco de ocorrência de dengue e os níveis socioeconômicos
Saucha, Silva e Amorim (2015)	Pernambuco	Análise descritiva	2012	Caracterizar as localidades hiperendêmicas para esquistossomose quanto às condições de saneamento
Ludwing et al. (1999)	Assis	Análise de correlação	1990 a 1992	Analisar a correlação entre a frequência parasitológica e as condições de saneamento básico
Busato et al. (2014)	Chapecó	Análise descritiva	2008 e 2009	Relacionar a prevalência de parasitoses intestinais em usuários do SUS e as condições de saneamento
Siqueira et al. (2017)	RM Porto Alegre	Análise descritiva	2010 e 2014	Investigar a ocorrência das internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado
Oliveira e Ervilha (2019)	Municípios mineiros	Análise fatorial e análise discriminante	2015	Mensurar indicadores de serviços de saneamento básico e identificar seus determinantes
Pereira e Lima (2021)	Municípios piauienses	Econometria	1991, 2000 e 2010	Averiguar a relação entre o saneamento básico e a taxa de mortalidade infantil

O trabalho de Saucha, Silva e Amorim (2015) explorou as localidades hiperendêmicas de esquistossomose no estado de Pernambuco, em 2012, quanto às condições de saneamento. Os resultados apontaram uma forte relação entre a deficiência sanitária das regiões e o percentual de positividade para a detecção do parasita entre a população. Dentre as localidades com maior percentual de *Schistosoma mansoni*, nenhuma possuía rede de coleta e tratamento de esgoto doméstico e a maioria não possuía água encanada e fossa séptica. A pesquisa de Ludwing et al. (1999), por meio da análise de correlação, examinou a correlação entre as condições de saneamento básico e parasitoses intestinais. Os autores observaram 18.366 exames oriundos dos postos de atendimento sanitário da cidade de Assis, no estado de São Paulo, e identificaram menor prevalência de parasitoses intestinais entre 1990 e 1992 em regiões que expandiram as ligações de água e esgoto. Busato et al. (2014) avaliaram a relação entre as condições de saneamento e a incidência de parasitoses intestinais em usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) na cidade de Chapecó, no estado de Santa Catarina, no período de 2008 e 2009. Como estratégia empírica foi utilizada a análise descritiva. Um dos resultados encontrados diz respeito aos Centros de Saúde da Família (CSFs). Os CSFs com melhores condições sanitárias apresentaram 9,3 vezes menos risco de contaminação por parasita.

Siqueira et al. (2017) investigaram a ocorrência das internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado financiadas pelo SUS entre os residentes da região metropolitana de Porto Alegre, entre 2010 e 2014. Como estratégia metodológica foi empregada a análise descritiva. Os autores observaram que as internações se concentravam em crianças e idosos e que 93,7% delas estavam relacionadas à transmissão feco-oral, com letalidade de 2,2%. O gasto estimado decorrente das internações foi de aproximadamente R\$ 6,1 milhões. Os resultados mostraram ainda que a incidência dessas doenças é um problema relevante para a localidade, mesmo

com a região apresentando altos índices de desenvolvimento. Destarte, Oliveira e Ervilha (2019) mensuraram um indicador de acesso e qualidade do saneamento básico para os municípios mineiros para o ano de 2015, com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) como estrutura de dados. Utilizando a análise multivariada, os autores concluíram que existem desigualdades expressivas entre os municípios das regiões Norte e os vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Recentemente, Pereira e Lima (2021) utilizaram um modelo econométrico e os anos censitários de 1991, 2000 e 2010 para explorar a relação entre o saneamento básico e a taxa de mortalidade infantil nos municípios do Piauí. Os resultados apontaram que maiores níveis de investimentos em infraestrutura de saneamento contribuem para a redução da mortalidade infantil. Como podem ser observados, os trabalhos aplicados exploraram as relações que esta pesquisa pretende tratar e contribuir para a literatura nacional com a análise da relação entre indicadores de infraestrutura básica de moradia e a incidência de doenças nos estados brasileiros. A maioria dos trabalhos supracitados utilizam os dados do Censo/IBGE para as análises. Esta pesquisa se diferencia por empregar dados mais recentes, para o ano de 2017, e utilizar a modelagem de Análise de Correlação Canônica, a fim de estudar os estados brasileiros e a importância do tema saneamento e saúde em termos de políticas públicas.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A Análise de Correlação Canônica (ACC) foi aplicada a fim de compreender a associação entre um conjunto de variáveis que expressam as condições de habitação da população, em relação à qualidade sanitária, e um indicador de vulnerabilidade social e outro de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI). Trata-se, pois, de conjuntos de variáveis de natureza distinta. A ACC é uma técnica de estatística multivariada que determina combinações lineares entre dois grupos de variáveis maximizando a correlação entre eles. Para maiores detalhes da formalização teórica e estruturação, veja a literatura (JOHNSON; WICHERN, 2007; MINGOTI, 2005). Dessa maneira, é possível determinar os pares de combinações lineares $U = a'X$ e $V = b'X$ que possuem a maior correlação possível. Essas correlações são denominadas de correlações canônicas (JOHNSON; WICHERN, 2007; MINGOTI, 2005). Considerando duas combinações lineares X e Y:

$$\begin{cases} U = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \\ V = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \end{cases} \quad (1)$$

De modo que a correlação $\text{Corr}(U, V)$ seja maximizada. Sendo X descrita por uma matriz de dimensão $n \times p$ e Y por uma matriz $n \times q$, tem-se que:

$$C = \text{cov}(X, Y) \quad (2)$$

As matrizes de variância e de covariância do modelo são dadas por:

$$C = \begin{bmatrix} \sum_{XX} & \sum_{XY} \\ \sum_{YX} & \sum_{YY} \end{bmatrix} \quad (3)$$

As covariâncias entre variáveis de diferentes conjuntos, ou melhor, variáveis do vetor X e do vetor Y , estão representadas pelas matrizes Σ_{XY} e Σ_{YX} . Quanto maiores forem e e f , mais complexa se torna a análise das covariâncias entre as variáveis. Isso significa que a interpretação dos elementos se torna difícil. Assim sendo, a ACC resume a associação entre X e Y em um número reduzido de pares canônicos ao invés de pxq correlações. Destarte, são definidas as combinações lineares entre as variáveis de cada conjunto a fim de tornar a interpretação possível (JOHNSON; WICHERN, 2007), de modo que:

$$U = a'X \quad e \quad V = b'Y \quad (4)$$

As variâncias e a covariância de U e V serão definidas por:

$$\text{Var}(U) = a' \text{Cov}(X)a = a' \sum_{xx} a \quad (5)$$

$$\text{Var}(V) = b' \text{Cov}(Y)b = b' \sum_{yy} b \quad (6)$$

$$\text{Cov}(U, V) = a' \text{Cov}(X, Y)b = a' \sum_{xy} b \quad (7)$$

A técnica de análise de correlação canônica determinará os vetores e e f de maneira que a correlação descrita na equação a seguir seja a maior possível, onde ρ^* é a correlação canônica.

$$\rho_{U,V}^* = \text{Corr}(U, V) = \frac{a' \sum_{xy} b}{\sqrt{a' \sum_{xx} a} \sqrt{b' \sum_{yy} b}} \quad (8)$$

Em que: $\max_{a,b} \text{Cov}(U_i, V_i) = \rho_i^*$ é obtido pelas combinações lineares, ou melhor, o primeiro par de variáveis canônicas, como:

$$U_1 = e'_1 \sum_{xx}^{-1} X \quad e \quad V_1 = f'_1 \sum_{yy}^{-1} Y \quad (9)$$

De maneira geral, $\min(q, p)$ existirá pares de variáveis canônicas independentes que satisfaçam a igualdade e que irão expressar a variância total dos dois grupos. Ademais, o k -ésimo par de variáveis canônicas é definido como sendo o par contendo as combinações lineares U_k e V_k , em que $k = 1, 2, \dots, p$, sendo dado por:

$$U_k = e'_k \sum_{xx}^{-1} X \quad e \quad V_k = f'_k \sum_{yy}^{-1} Y \quad (10)$$

que maximizam a equação: $\text{Cov}(U_k, V_k) = \rho_k^*$ entre as combinações lineares não correlacionadas com as precedentes $k = 1, 2, \dots, k - 1$ variáveis canônicas. Tem-se que $\rho_1^* \geq \rho_2^* \geq \dots \geq \rho_p^*$ como

valores próprios da matriz $\Sigma_{XX}^{-\frac{1}{2}} \Sigma_{XY} \Sigma_{YY}^{-1} \Sigma_{YX} \Sigma_{XX}^{-\frac{1}{2}}$ e e_1, e_2, \dots, e_p são os $p \times 1$ valores associados. Os valores $\rho_1^* \geq \rho_2^* \geq \dots \geq \rho_p^*$ são também os p valores próprios da matriz $\Sigma_{YY}^{-\frac{1}{2}} \Sigma_{YX} \Sigma_{XX}^{-1} \Sigma_{XY} \Sigma_{YY}^{-\frac{1}{2}}$ com os $q \times 1$ valores correspondentes f_1, f_2, \dots, f_p . Cada vetor f_i é proporcional à matriz $\Sigma_{YY}^{-1} \Sigma_{YX} \Sigma_{XX}^{-\frac{1}{2}} e_i$ e, portanto, a correlação entre U_k e V_k é definida por:

$$\text{Cov}(U_k, V_k) = \rho_k^* = \sqrt{\rho_k^*} \tag{11}$$

3.1 Base de dados

A base de dados utilizada na pesquisa foi extraída do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para a coleta das informações sobre condições de habitação. Foram empregados indicadores de acesso ao esgotamento sanitário, ao tratamento de água e à coleta de lixo para as variáveis de saneamento (em % da população). Já as informações de vulnerabilidade socioeconômica foram obtidas do Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013)¹. Contudo, tais variáveis se referem à Pesquisa por Amostra Nacional de Domicílios 2017 (PNAD). Quanto aos dados de incidência das DRSAs (doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado), foi utilizado o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN, 2017), todos disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus) do Ministério da Saúde.

As DRSAs são agrupadas nas categorias doenças de transmissão feco-oral, doenças transmitidas por inseto vetor, doenças transmitidas por meio de contato com a água, doenças relacionadas com a higiene e doenças associadas a geo-helminhos e teníases. Para este estudo, não foi incluída nenhuma variável de doença das categorias relacionadas com a higiene e doenças associadas à geo-helminhos e teníases, uma vez que não são notificadas pelo Sinan (COSTA et al., 2010; LANDAU; MOURA, 2016). A descrição das categorias para a análise de correlação canônica do grupo das variáveis de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado se encontra no Quadro 1.

Quadro 1 – Incidência de doenças

Indicadores	Descrição
Doenças de transmissão feco-oral	<ul style="list-style-type: none"> • Febre Tifoide • Hepatite A
Doenças transmitidas por inseto vetor	<ul style="list-style-type: none"> • Zika Vírus • Chikungunya • Malária • Leishmaniose Visceral • Doença de Chagas • Dengue
Doenças transmitidas via contato com a água	<ul style="list-style-type: none"> • Leptospirose • Esquistossomose

Fonte: Costa et al. (2010).

A descrição do conjunto de indicadores socioeconômicos e de saúde para a análise de correlação canônica se encontra na Tabela 2. Tal tabela também reporta as estatísticas descritivas das variáveis. Para o universo da pesquisa, foram selecionados dados por estado brasileiro para o ano

1 A nova versão do Atlas compila as informações da PNAD 2012-2017, bem como de outros bancos de dados, como o Datasus.

de 2017. Essa escolha se deve pela restrição da base de dados por municípios e/ou microrregiões e, também, por preencher uma lacuna existente em pesquisas aplicadas à economia brasileira que tratam de políticas públicas em saúde e saneamento para um período mais recente.

Tabela 2 – Grupos de indicadores selecionados, 2017

Sigla	Descrição	Fonte	Média	D-P	Mínimo	Máximo
a. Indicadores socioeconômicos						
%AGU	% da população urbana residente em domicílios ligados à rede de abastecimento de água	SNIS	85,71	15,90	40,44	99,69
%ES1	% da população urbana residente em domicílios ligados à rede de esgotamento sanitário	SNIS	39,64	25,42	5,95	91,92
%ES2	% de esgoto tratado	SNIS	82,23	18,78	32,42	100,00
%CO2	% da população urbana atendida por serviços regulares de coleta de resíduos domiciliares	SNIS	78,38	12,75	46,86	100,00
%VUL	% de vulneráveis à pobreza	Atlas	30,47	14,09	7,71	52,59
b. Indicadores de saúde						
MOR	Taxa de mortalidade infantil	Atlas	13,20	2,48	9,93	19,61
ZIK	Zika Vírus	Datasus	1.210,52	1.312,04	60,00	4.882,00
CHI	Chikungunya	Datasus	9.172,67	26.668,90	363,00	140.406,00
MAL	Malária	Datasus	11,52	20,97	0,00	103,00
LEP	Leptospirose	Datasus	111,81	147,13	0,00	550,00
LEI	Leishmaniose Visceral	Datasus	147,67	226,77	0,00	796,00
FEB	Febre Tifoide	Datasus	3,15	8,15	0,00	35,00
ESQ	Esquistossomose	Datasus	161,44	386,66	0,00	1.941,00
CHA	Doença de Chagas	Datasus	11,11	52,62	0,00	274,00
DEN	Dengue	Datasus	9.009,19	13.837,48	183,00	64.068,00
HEP	Hepatite A	Datasus	70,26	191,24	4,00	1.010,00

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil e Datasus.

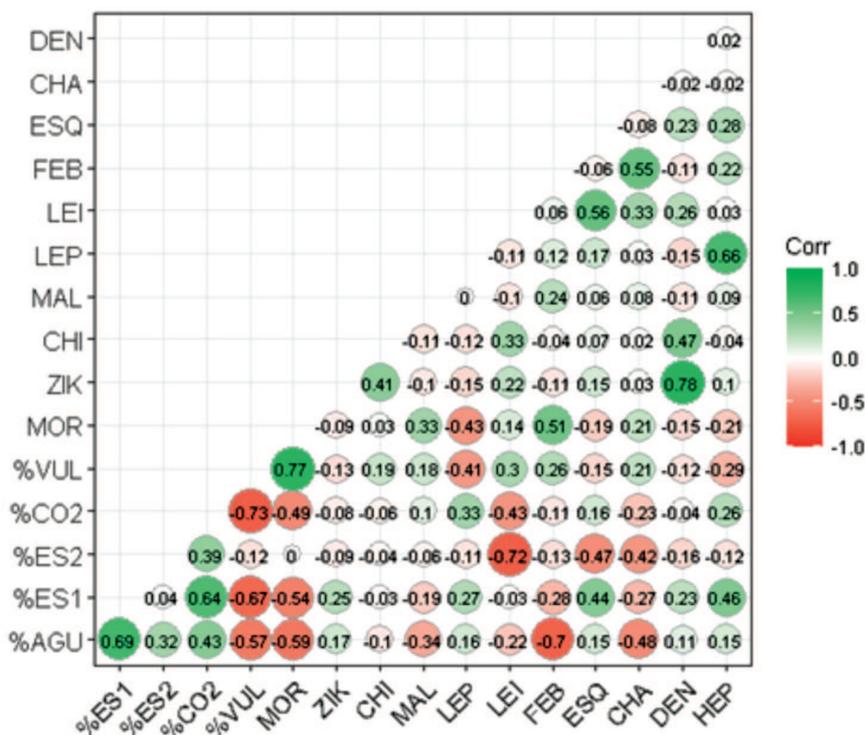
Nota: D-P (desvio-padrão).

Em relação ao cenário socioeconômico, foram considerados como indicadores: percentual da população urbana residente em domicílios ligados à rede de abastecimento de água e de esgotamento sanitário; percentual de esgoto tratado; percentual da população urbana atendida por serviços regulares de coleta de resíduos domiciliares; e percentual de vulneráveis à pobreza. Esse conjunto de indicadores reproduz, em alguma medida, as condições de infraestrutura básica de moradia para os estados brasileiros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O artigo teve como objetivo investigar a relação entre os indicadores de condições de infraestrutura básica de moradia e os indicadores de saúde pública para os estados brasileiros no ano de 2017. Para tanto, foi empregada a Análise de Correlação Canônica (ACC). Inicialmente, explorou-se a matriz de correlações, conforme a Figura 1. Tal figura reporta à representação visual da matriz de correlação dos indicadores utilizados para o ano de 2017, em que os círculos verdes indicam correlação positiva entre os indicadores e os círculos vermelhos indicam correlação negativa. Pode-se observar que os indicadores sanitários de abastecimento de água (%AGU), acesso a esgotamento sanitário (%ES1), tratamento de esgoto (%ES2) e coleta de lixo (%C02) possuem relação inversa como a % de vulneráveis à pobreza (%VUL), a mortalidade infantil (MOR) e a incidência de doenças como febre tifoide (FEB), doença de Chagas (CHA) e leishmaniose (LEI).

Figura 1 – Matriz de correlação dos indicadores selecionados, 2017



Fonte: resultados da pesquisa.

A técnica empregada produz uma combinação linear para cada um dos grupos de variáveis e a associação dos grupos é determinada a partir da correlação entre eles. Foram utilizadas cinco variáveis para a composição dos indicadores socioeconômicos e onze variáveis para a composição dos indicadores de saúde, conforme descrito anteriormente na Tabela 2. A ACC produz um número de pares de variáveis canônicas igual ao número de variáveis existentes do conjunto com menos variáveis. Sendo assim, foram gerados cinco pares de variáveis canônicas. A Tabela 3 mostra os testes de significância das correlações para o primeiro par de variáveis canônicas.

Para cada par de variáveis canônicas geradas é produzido um coeficiente de correlação canônica, respectivamente λ_1 , λ_2 , e λ_3 . A correlação do primeiro par de variáveis canônicas foi considerada estatisticamente significativa ao nível de 5% para os testes Lambda de Wilks, Traço de Pillai e Traço de Roy e ao nível de 10% para o teste Traço de Hotelling. O segundo par de variáveis canônicas foi significativo ao nível de 10% para os testes de Lambda de Wilks e Traço de Pillai. Os demais coeficientes de correlação não foram estatisticamente significantes ao nível de 10%. Portanto, a análise realizada considera apenas a correlação entre os dois primeiros pares de variáveis canônicas.

Tabela 3 – Testes de significância das correlações canônicas

Indicador	Lambda de Wilks	Traço de Pillai	Traço de Hotelling	Traço de Roy
Estatística	0,01	2,88	8,49	0,78
P-Valor	0,03	0,01	0,100	0,00

Fonte: resultados da pesquisa.

A Tabela 4 expressa os coeficientes das variáveis associadas a cada combinação linear dos grupos de indicadores socioeconômicos e indicadores de saúde, os chamados pesos canônicos. A análise dos pesos canônicos permite verificar quais variáveis mais influenciam na explicação da variável canônica. A primeira combinação linear das variáveis socioeconômicas U_1 expressa 41,63% da variabilidade total da matriz de covariância intragrupo. Essa combinação é determi-

nada, principalmente, pelo percentual da população urbana com abastecimento de água (%AGU) e pelo percentual da população urbana com acesso ao serviço de esgotamento sanitário (%ES1), com coeficientes positivos, e pelo percentual da coleta de resíduos (%CO2) e percentual de vulneráveis à pobreza (%VUL), com coeficientes negativos. Um estado que tivesse altos índices de cobertura de abastecimento de água e possuísse baixo percentual de coleta de lixo e de vulneráveis à pobreza teria um alto *score* na primeira variável canônica do grupo de variáveis de saúde (V_1), uma vez que a correlação entre os grupos foi de 0,88.

Por sua vez, a variável canônica V_1 expressa 17,64% da variância total explicada e é definida, principalmente, pela taxa de mortalidade infantil (MOR), incidência de malária (MAL) e incidência de febre tifoide (FEB), com coeficientes negativos. Já esquistossomose (ESQ), doença de Chagas (CHA) e hepatite (HEP) tiveram coeficientes positivos. Assim, um estado com alto percentual de acesso ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário e baixo percentual de vulneráveis à pobreza, coleta seletiva e tratamento de esgoto tenderia a ter menor mortalidade infantil, baixa incidência de malária e febre tifoide e alta incidência de esquistossomose, doença de Chagas e hepatite.

A Figura 2 expressa a relação dos estados brasileiros com os *scores* do primeiro par de variáveis canônicas (U_1 e V_1) para ambos os grupos de variáveis (socioeconômicas e de saúde). Pelo gráfico de dispersão é possível observar que os estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentam altos *scores* para o primeiro par de variáveis canônicas, com os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul ocupando as oito primeiras posições. Esses estados foram os que reportaram maiores percentuais de acesso à infraestrutura básica de saneamento conjuntamente com uma menor incidência de doenças relacionadas ao saneamento e à mortalidade infantil. Já os estados da região Norte e Nordeste são os que tiveram os menores *scores* para o primeiro par de variáveis canônicas, com os estados a seguir: Pará, Amapá, Amazonas, Ceará e Maranhão, ocupando as cinco observações inferiores à esquerda do gráfico.

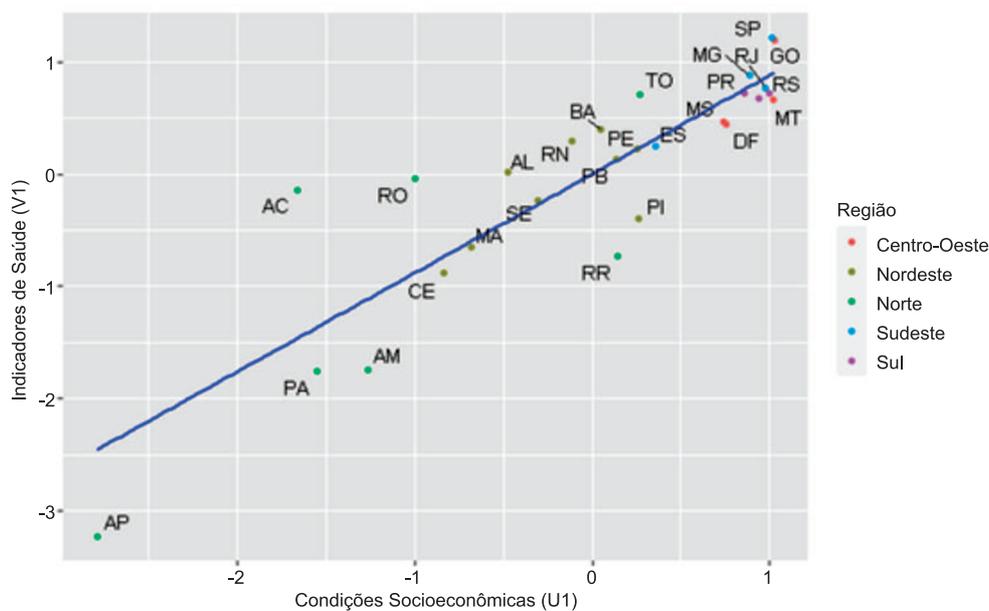
Já para o segundo par de variáveis canônicas (U_2 e V_2), que teve correlação de 0,83, foi observada uma inversão de sinais no percentual de coleta de resíduos (%CO2) e no percentual de vulneráveis à pobreza (%VUL), para a variável canônica U_2 , e da mortalidade infantil (MOR), malária (MAL) e leishmaniose (LEI). U_2 obteve 22,97% da variância total explicada. As variáveis mais representativas foram o percentual da população com abastecimento de água (%AGU), o percentual de vulneráveis à pobreza (%VUL) e o percentual de esgoto tratado (%ES2), com as duas primeiras com coeficiente positivo e a última com coeficiente negativo. Já no segundo grupo, que teve 13,94% da variância total explicada (ver Tabela 4), foi observado coeficiente positivo para a mortalidade infantil (MOR) e coeficiente negativo para febre tifoide (FEB), com as demais variáveis tendo coeficientes de baixo valor. Dessa maneira, um estado com alto percentual de acesso ao abastecimento de água, mas sendo vulnerável à pobreza e tendo baixo tratamento de esgoto, tenderia a ter uma maior mortalidade infantil.

Tabela 4 – Testes de significância das correlações canônicas

Grupo 1: Variáveis Socioeconômicas				
Sigla	Variáveis		Combinações Lineares	
			U ₁	U ₂
%AGU	% da população urbana residente em domicílios ligados à rede de abastecimento de água	x ₁	0,047	0,018
%ES1	% da população urbana residente em domicílios ligados à rede de esgotamento sanitário	x ₂	0,002	0,009
%ES2	% de esgoto tratado	x ₃	-0,009	-0,052
%CO2	% da população urbana atendida por serviços regulares de coleta de resíduos domiciliares	x ₄	-0,023	0,006
%VUL	% de vulneráveis à pobreza	x ₅	-0,038	0,040
Variância total explicada acumulada (%)			41,63	22,97
Grupo 2: Variáveis de Saúde				
Sigla	Variáveis		Combinações Lineares	
			V ₁	V ₂
MOR	Taxa de mortalidade infantil	y ₁	-0,145	0,105
ZIK	Zika Vírus	y ₂	0,000	0,000
CHI	Chikungunya	y ₃	0,000	0,000
MAL	Malária	y ₄	-0,011	0,002
LEP	Leptospirose	y ₅	0,000	0,001
LEI	Leishmaniose Visceral	y ₆	-0,001	0,003
FEB	Febre Tifoide	y ₇	-0,063	-0,049
ESQ	Esquistossomose	y ₈	0,001	0,001
CHA	Doença de Chagas	y ₉	0,001	0,006
DEN	Dengue	y ₁₀	0,000	0,000
HEP	Hepatite A	y ₁₁	0,001	0,001
Variância total explicada acumulada (%)			17,64	13,94

Fonte: resultados da pesquisa.

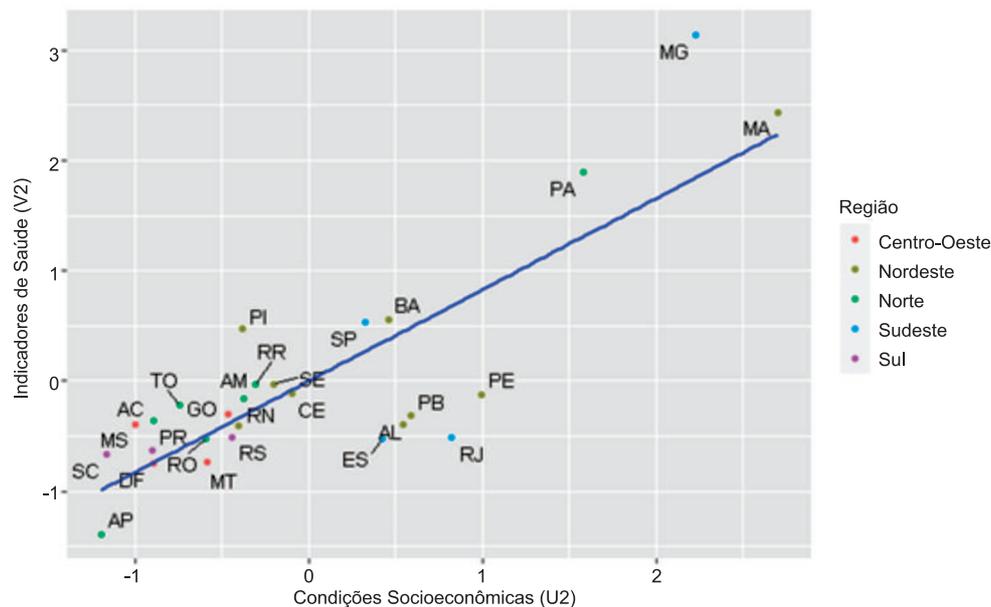
Figura 2 – Dispersão dos scores estaduais das variáveis canônicas U₁ e V₁



Fonte: resultados da pesquisa.

É possível observar na Figura 3 a relação dos estados brasileiros de acordo com os *scores* do segundo par de variáveis canônicas (U_2 e V_2) para ambos os grupos de variáveis (socioeconômicas e de saúde). Minas Gerais, Maranhão e Pará são os estados com maiores *scores*. Já Amapá, Distrito Federal e Santa Catarina aparecem na região inferior à esquerda do gráfico de dispersão. Diferente do gráfico do primeiro par de variáveis canônicas (Figura 2), não é possível identificar nenhuma relação clara entre os *scores* e a região do estado.

Figura 3 – Dispersão dos scores estaduais das variáveis canônicas U_2 e V_2



Fonte: resultados da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo teve o intuito de identificar a correlação existente entre o conjunto de variáveis de natureza socioeconômica e sanitária e o conjunto de variáveis de saúde pública para os estados brasileiros. A base de dados utilizada para o ano de 2017 foi extraída do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento e do Datasus. No que concerne ao primeiro grupo de indicadores, utilizaram-se os seguintes dados: o percentual da população urbana residente em domicílios ligados à rede de abastecimento de água e de esgotamento sanitário; o percentual de esgoto tratado; o percentual da população urbana atendida por serviços regulares de coleta de resíduos domiciliares; e o percentual de vulneráveis à pobreza. No que tange aos indicadores de saúde, foram considerados a taxa de mortalidade infantil, zika vírus, chikungunya, malária, leptospirose, leishmaniose visceral, febre tifoide, esquistossomose, doença de Chagas, dengue e a hepatite A.

Para conduzir a pesquisa, foi empregado o método de Análise de Correlação Canônica com o objetivo de verificar como as características de cobertura do saneamento básico se relacionam com os indicadores de saúde. As teorias de desenvolvimento econômico e os trabalhos empíricos anteriores a este estudo apontam que um maior aporte de recursos para a infraestrutura de saneamento resulta em melhorias na qualidade de vida e bem-estar populacional, sendo parte do planejamento estratégico de qualquer país.

Os resultados da técnica de análise multivariada foram duas correlações canônicas estatisticamente significativas. O primeiro par de variáveis canônicas indicou que estados que possuíam altos índices de abastecimento de água, acesso ao serviço de esgotamento e baixo índice de vulnerabi-

lidade à pobreza tendiam a apresentar menor incidência de malária e febre tifoide e uma menor taxa de mortalidade infantil. O segundo par de variáveis canônicas revelou que os estados com menores índices de esgoto tratado e maior percentual de vulneráveis à pobreza, abastecimento de água, acesso ao serviço de esgotamento e acesso ao serviço de coleta de resíduos tendiam a apresentar maior incidência de mortalidade infantil e doença de Chagas e menor incidência de febre tifoide. Para a segunda correlação canônica, nenhum dos coeficientes dos indicadores de saúde teve peso negativo.

Este trabalho pretende contribuir para o aprofundamento do entendimento da associação entre as condições sanitárias de habitação e a qualidade de vida e bem-estar social da população. Ao utilizar o método de Análise de Correlação Canônica, este estudo permite uma compreensão agregada da correlação entre indicadores de natureza socioeconômica e de natureza de saúde pública. Tal compreensão busca fomentar a discussão acerca desse tema, que é essencial para a garantia dos direitos humanos da população conforme garantido pela Constituição Federal (BRASIL, 1988), e auxiliar na tomada de decisão acerca do volume de investimentos e estratégias para combater o déficit sanitário no Brasil. Ao final deste trabalho, recomendam-se avanços na relação entre os indicadores estudados, como checar a representação política, os gastos do governo na área de saúde, a inclusão de novas variáveis, como a esperança de vida ao nascer e a renda *per capita*, dentre outros.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. C. **Estrutura tarifária e investimento em saneamento básico no Brasil**. 2016. Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/15324/1/2016_FlaviaCamargodeAraujo_tcc.pdf>.
- ATHAYDES, T. V. S.; PAROLIN, M.; CRISPIM, J. Q. Análise histórica sobre práticas de saneamento básico no mundo. 2020, Alta Paulista: **XVI Fórum Ambiental**, Alta Paulista, 2020. Disponível em: <<https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/5421/form3049191469.pdf>>.
- BRASIL. 2020. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Dispõe sobre as diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília: Presidência da República, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**, 5 de outubro de 1988. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 23 jan. 2021.
- BUSATO, M. A. et al. Relação de parasitoses intestinais com as condições de saneamento básico. **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 13, n. 2, p. 357-363, 2014.
- COSTA, A. M. et al. **Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado**. Brasília: Ministério da saúde, Fundação Nacional de Saúde, 2010.
- FEIN, R. **Health programs and economic development**. 1964. Washington, D. C.: Brookings Institution, 1964, 271-285p.
- HUTTON, G. et al. **Economic impacts of sanitation in Southeast Asia**. Jakarta: World Bank, Water and Sanitation Program, 2008.

- IDB. **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008. 349p. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/livroidb/2ed/indicadores.pdf>>.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 6th. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2007.
- KAUPPILA, J. **Ten stylized facts about household spending on transport**. International Transport Forum, n. 1, OECD, 2011.
- KROTH, D. C.; NEDUZIAK, L. C. R. As relações entre despesas públicas e indicadores de saúde: uma análise de correlação canônica para os estados brasileiros. **Revista de Economia**, v. 41, n. 74, p. 51-84, 2020.
- LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 219-228, 2005.
- LUDWIG, K. M. et al. Correlação entre condições de saneamento básico e parasitoses intestinais na população de Assis, Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, n. 5, p. 547-555, 1999.
- MARA, D. et al. Sanitation and health. **PLoS Medicine**, v. 7, n. 11, e1000363, 2010.
- MATHERS, C. D.; LOPEZ, A. D.; MURRAY, C. J. L. **The burden of disease and mortality by condition**: data, methods, and results for 2001. Global Burden of Disease and Risk Factors. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank, cap. 3, p. 45-93, 2006.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- MONDINI, A.; CHIARAVALLOTI NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 6, p. 923-930, 2007.
- LANDAU, E. C.; MOURA, L. **Varição geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010**: domicílios urbanos e rurais. Brasília, DF: Embrapa, 2016.
- OLIVEIRA, J. B.; ERVILHA, G. T. Serviços de saneamento básico em Minas Gerais e seus determinantes locacionais, demográficos e socioeconômicos. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 13, n. 2, p. 243-267, 2019.
- OLIVEIRA, R. M.; VALLA, V. V. As condições e as experiências de vida de grupos populares no Rio de Janeiro: repensando a mobilização popular no controle do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. 77-88, 2001.
- ONU. **Resolução A/RES/64/292**. 2010. O direito humano à água e saneamento. Disponível em: <https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf>.
- ONU. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development. General Assembly, 2015. Disponível em: <https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E>.

ONU/UNICEF. **Joint Monitoring Programme Progress on Drinking Water and Sanitation**. 2012. Disponível em: <https://www.unwater.org/publication_categories/whounicef-joint-monitoring-programme-for-water-supply-sanitation-hygiene-jmp/>.

PEREIRA, V. S.; LIMA, E. S. Relação entre saneamento básico e taxa de mortalidade infantil: evidências empíricas para os municípios do Piauí, nos anos censitários (1991, 2000 e 2010). **Revista Econômica do Nordeste**, v. 59, n. 1, p. 93-106, 2021.

PNUD; IPEA; FJP. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/en/>>. Acesso em: 3 abr. 2021.

PROQUE, A. L. O efeito dos indicadores socioeconômicos sobre o status de saúde nos municípios baianos. **Conjuntura & Planejamento**, n. 197, p. 59-77, 2019.

RAWLS, J. **A theory of justice**. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 1971

ROEMER, J. E. **Theories of distributive justice**. Harvard University Press, Paperback Edition, 1998.

SACHS, I. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado**. Sciences Po University Press, 2004.

SAIANI, C. C. S.; TONETO JÚNIOR, R. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). **Economia e Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 79-106, 2010.

SANTOS, P. S. A.; LAVARDA, C. E. F.; DANI, A. C. Inter-relação entre indicadores socioeconômicos e orçamentários: o caso dos estados brasileiros. **Revista de Ciências Contábeis**, v. 6, n. 12, p. 1-16, 2015.

SAUCHA, C. V. V.; SILVA, J. A. M.; AMORIM, L. B. Condições de saneamento básico em áreas hiperendêmicas para esquistossomose no estado de Pernambuco em 2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 3, p. 497-506, 2015.

SCHUMPETER, J. A. **A Teoria do Desenvolvimento Econômico: uma investigação sobre lucro, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. Rio de Janeiro: Editora Nova Cultural, 1982.

SEN, A. **Inequality reexamined**. Oxford University Press, 1992.

SIQUEIRA, M. S. 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. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, n. 4, p. 795-806, 2017.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre saneamento**. 2020. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **24º diagnóstico dos serviços de água e esgoto**. 2018. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Brasília: SNS/MDR. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf>.

STIGLITZ, J. E.; SEN, A.; FITOUSSI, J-P. **Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress**. 2009. Disponível em: <https://www.cps.fgv.br/ibrecps/nw/rapport_anglais_1-18.pdf>.

TEIXEIRA, J. C.; GOMES, M. H. R.; SOUZA, J. A. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros – estudo comparativo entre 2001 e 2006. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 197-204, 2011.

VENTER, C. Transport expenditure and affordability: the cost of being mobile. **Development Southern Africa**, v. 28, n. 1, p. 121-140, 2011.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Sanitation**. 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>>. Acesso em: 10 abr. 2021.