UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS – ICEAC
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

FERNANDO DA SILVA

A RELAÇÃO ENTRE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO E O INDICADOR DE BALNEABILIDADE NOS MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL (2005-2015)

RIO GRANDE
2019

FERNANDO DA SILVA

A RELAÇÃO ENTRE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO E O INDICADOR DE BALNEABILIDADE NOS MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL (2005-2015)

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande.

Orientador: Prof. Dr. Gibran da Silva Teixeira

Rio Grande
2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Alzino Ribeiro da Silva e Marli da Silva. Sem o apoio de vocês não teria conseguido aproveitar as oportunidades que apareceram durante a graduação, graças a dedicação e educação que me passaram pude semear sementes mais férteis do que eu sequer poderia imaginar, por isso deixo registrado minha eterna gratidão.

Agradeço especialmente a minha irmã, Bibiana da Silva, por servir de inspiração pessoal e acadêmica, e por sempre me apoiar e incentivar.

Agradeço imensamente aos professores que fizeram parte da minha trajetória, agradeço a cada um de vocês sem exceção. Em especial, agradeço ao meu orientador, Gibran Teixeira, por ter me dado a oportunidade de aprender “sobre os ombros de gigantes”, por ter me incentivado e me mostrado as possibilidades de carreira e profissão.

Agradeço a todos os amigos e colegas que fiz em Rio Grande, em especial aqueles que participaram ativamente do curso de economia, como os membros do Diretório Acadêmico Milton Friedman - DAMF, Grupo de Estudos de Conjuntura Econômica - GECE, AIESEC e outras atividades afins.

Por fim, agradeço imensamente à FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul), pela bolsa de iniciação científica e auxílio financeiro que possibilitou a dedicação e operacionalização deste estudo.

RESUMO

O objetivo desta monografia é verificar a relação entre o investimento em saneamento básico com o indicador de balneabilidade nos municípios do Rio Grande do Sul, no período de 2005-2015. Para este fim, foi estimado um modelo de dados em painel com controle de efeitos aleatórios, tendo como fonte de dados a FEE/RS, FEPAM, IBGE e SNIS. Os resultados evidenciam que os investimentos em saneamento básico têm uma relação negativa com o indicador de balneabilidade. Conclui-se que os resultados encontrados devem subsidiar a formulação de políticas públicas que objetivem a manutenção da qualidade das águas utilizadas para contato primário.

Palavras chave: balneabilidade; saneamento básico; investimento; dados em painel.

ABSTRACT

The purpose of this study is to verify the relationship between investment in basic sanitation and the indicator of bathing waters quality in the cities of Rio Grande do Sul state, in the period 2005 to 2015. For this purpose, a panel data model with random effects control was estimated, using as data source the FEE/RS, FEPAM, IBGE and SNIS. The results show that investments in sanitation have a negative relationship with the indicator of bathing waters. It is concluded that the results found should support the formulation of public policies aimed at maintaining the quality of the waters used for primary contact.

Keywords: bathing waters quality; basic sanitation; investment; panel data.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pontos de monitoramento da FEPAM.....24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis utilizadas no modelo 24
Tabela 2 – Estimações para o indicador de balneabilidade 27
Tabela 3 – Resumo dos resultados do modelo de efeitos aleatórios 29
Tabela 4 – Estatísticas populacionais, socioeconômicas e ambientais dos municípios, 2015 38
Tabela 5 – Estatísticas descritivas das variáveis, dados em painel (2005-2015).....39
Tabela 6 – Resultados do teste de Chow.....40
Tabela 7 – Resultados do teste de Hausman.....40
Tabela 8 – Resultados do teste LM de Breusch and Pagan 40
Tabela 9 – Resultados do teste de Wooldridge.....41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 9
2. REVISÃO DE LITERATURA 13
2.1. Saneamento e balneabilidade 14
2.2. Saneamento e implicações socioeconômicas 16
3. METODOLOGIA 21
3.1. Modelo econométrico com dados em painel 21
3.2. Fonte e natureza dos dados 23
4. RESULTADOS 27
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 30
BIBLIOGRAFIA 32
APÊNDICE 38

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo verificar se as localidades onde há um pior desempenho dos indicadores de balneabilidade estão relacionadas com aqueles lugares que oferecem uma rede de saneamento básico e, mais especificamente, de coleta e tratamento de esgoto, mais deficitárias. Dessa forma, este estudo apresenta a relação dos investimentos em saneamento básico com estes indicadores.

Os estudos que relacionam as condições de balneabilidade com os investimentos em saneamento básico apontam um comportamento negativo entre essas variáveis. Isso significa que a melhoria da infraestrutura de saneamento básico, através de aumento de investimentos no setor, está relacionada com a diminuição da presença de agentes de poluição fecal - como os coliformes fecais - na água, o que reflete efeitos benéficos sobre os indicadores de balneabilidade (CROWTHER; KAY; WYER, 2001; HANLEY; BELL; ALVAREZ-FARIZO, 2002; LIMA, 2017).

No estuário Bilbao, na Espanha, por exemplo, verificou-se que o efeito do plano de investimento em saneamento implementado pela autoridade local para o período 1993 a 2003, com o montante de 430 milhões de euros investidos, foi significativo e diretamente positivo para a melhoria da qualidade da água, o que enquadrou as praias locais nas diretrizes europeias de balneabilidade (GARCÍA-BARCINA; GONZÁLEZ-OREJA; DE LA SOTA, 2006).

As questões ambientais, de forma geral, são cada vez mais relevantes. Levando em consideração a importância destas questões para com a manutenção do bem-estar da população, suas possíveis consequências danosas à saúde humana e à sustentabilidade dos recursos naturais quando de sua má gestão, atualmente, em termos de políticas públicas, esse tema ocupa posição central.

Uma parte desse enfoque relaciona-se ao segmento de recursos hídricos, com vistas à manutenção de condições adequadas das águas de contato primário, comumente usadas para fins recreativos e que representam também uso com finalidades econômicas, como o turismo. Uma das medidas mais comuns utilizadas para entender e balizar diretrizes para este segmento são os indicadores de balneabilidade.

Os indicadores de balneabilidade mensuram a capacidade que um local tem de possibilitar o banho e atividades esportivas em suas águas, ou seja, a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, podem apontar um

desequilíbrio ambiental que pode levar a doenças e epidemias, podendo seus danos ser previamente identificados com o bom uso e divulgação de tais indicadores. Estas enfermidades, por sua vez, tem um grande custo social e econômico (BERG; GUERCIO; ULBRICHT, 2013).

Os efeitos negativos de más condições de balneabilidade são semelhantes aos demais problemas de saneamento básico, tendo como consequência perda de bem-estar por parte dos afetados, podendo levar a problemas de saúde duradouros. Por exemplo, Vyas et al. (2016) relacionam melhorias em condições de saneamento a resultados positivos no desenvolvimento infantil, devido a uma menor exposição dos agentes a condições ambientais de risco para a saúde, principalmente devido a qualidade da água. Ou seja, os serviços de saneamento básico são essenciais à vida, com fortes impactos sobre a saúde da população e o meio ambiente (MENDONÇA; MOTTA, 2005).

A relação da qualidade da água com as doenças vem sendo observada desde a antiguidade. No entanto, foi comprovada cientificamente apenas em 1854, quando foi demonstrado que a epidemia de cólera em Londres ocorreu através de veiculação hídrica (CASTRO; VIEIRA; TORRES, 2002). No Brasil, os óbitos resultantes de doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado corresponderam, em média, a 13.449 mortes por ano (TEIXEIRA et al., 2014).

Além das implicações em termos de saúde pública, mesmo seus custos econômicos sendo pouco conhecidos (CETESB, 2017), é possível supor que águas de contato primário poluídas também carregam consigo um agravante na geração de renda, dado que a precariedade das condições para banho destes ambientes leva também à retração na atividade de lazer. Isso se evidencia em localidades que oferecem este tipo de serviço ambiental, por estarem fortemente atreladas ao uso - principalmente durante o verão - para recreação de nativos e/ou turistas

O Brasil vem passando, ao longo das últimas décadas, por um importante processo de desenvolvimento em termos de condições de saneamento básico da população (SAIANI; TONETO JÚNIOR, 2010). A Lei 11.445, de 2007, estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento, o chamado “Marco Regulatório do Saneamento”, fruto da adequação do país aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável[1]. Um destaque que este Marco

[1] Programa das Organização das Nações Unidas lançado em 2000 e pactuado pelos 191 países membros que então faziam parte da organização.

trouxe foi a obrigatoriedade de que todo município brasileiro deveria elaborar seu plano municipal de saneamento básico.

Contudo, os dados mostram que os avanços ainda não são suficientes. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), cerca de metade da população brasileira não tem acesso à coleta e tratamento de esgoto e, do total, apenas 43% eram atendidos por esses serviços (ANA, 2017). Além disso, apenas 1.692, ou 30% dos municípios, haviam realizado seus planos de saneamento básico, enquanto que outros 2.091 (38%) declararam estar com ele em elaboração e os demais 32% não responderam (BRASIL, 2017).

Conforme relatório de 2014, para cada US$ 1 gasto em saneamento, são economizados aproximadamente US$ 4 com saúde pública (WHO, 2014a). Nota-se ainda que, o contato com áreas onde as condições sanitárias básicas são deficitárias é particularmente danoso para as crianças de famílias pobres que estão na primeira infância. Aproximadamente 280 mil crianças morrem todo ano no mundo devido à diarreia, causada principalmente por condições inadequadas de saneamento e higiene (WHO, 2014b).

No Brasil, o órgão responsável por ditar as diretrizes acerca da balneabilidade é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A base legal definida para tal se dá através da Resolução n° 274, de 2000. Segundo esse regulamento, a avaliação das condições sanitárias é conduzida através da detecção de indicadores microbiológicos de poluição fecal. Além disso, essa resolução estabelece critérios, baseados em padrões de contaminação, que visam identificar as condições de balneabilidade de um determinado local.

No Rio Grande do Sul, o “Projeto Balneabilidade” é executado anualmente, desde 1979/1980, no período do verão – entre dezembro e março – pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM). Esse projeto visa o monitoramento das condições bacteriológicas das águas utilizadas para lazer no estado gaúcho e tem por finalidade fornecer informações ao público sobre as condições de balneabilidade nos pontos de monitoramento.

No verão de 2016/2017, foi monitorada a qualidade da água, tanto doce quanto salgada, em 43 cidades: sendo 33 pontos localizados no Litoral Norte, 19 no Litoral Médio, 5 no Litoral Sul, 14 na Região Hidrográfica do Guaíba e 12 na Região Hidrográfica do Uruguai, totalizando 83 pontos de monitoramento no Estado.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, sendo esta introdução o primeiro deles. O segundo capítulo apresenta a evolução da literatura sobre a relação do saneamento com aspectos de balneabilidade, além de implicações socioeconômicas. O terceiro capítulo identifica o modelo econométrico e a base de dados utilizada. No quarto capítulo são apresentados os resultados e interpretações obtidas. Por fim, no quinto capítulo estão dispostas as principais conclusões deste estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Saneamento básico é entendido, conforme a Lei 11.445, de 2007, conhecida como o “Marco Regulatório do Saneamento”, como o conjunto de quatro serviços que compõem o saneamento ambiental: abastecimento de água potável; coleta e tratamento de esgotos; coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos; e drenagem das águas urbanas. Destes, os dois primeiros itens são definidos como mais urgentes.

Embora o abastecimento de água esteja presente na quase totalidade dos municípios brasileiros, índices bem inferiores caracterizam a coleta de esgoto sanitário e tratamento, disponível para apenas 43% da população. Cerca de 27% da população brasileira não possui atendimento, ou seja, não há serviço de coleta nem de tratamento de esgotos. A parcela urbana que não dispõe de tratamento coletivo de esgotos corresponde a 96,7 milhões de pessoas (ANA, 2017), de modo que, no país, o maior desafio continua sendo a falta de tratamento do esgoto.

A World Health Organization (2012) atribui como fator determinante para cerca de 80% das doenças em países em desenvolvimento a má qualidade da água. Dentre os grupos de maior risco, Lopes et al. (2016) destacam o maior perigo para crianças, já que estas, no geral, têm maior contato com as águas e, ao mesmo tempo, maior fragilidade aos problemas relacionados a sua má condição.

A interrelação do saneamento básico com questões de meio-ambiente e saúde é bastante direta. Além disso, por meio de canais indiretos, é capaz de afetar a renda das pessoas e, como consequência, o próprio potencial de crescimento das economias locais. Nas localidades onde a água é aproveitada para fins recreativos, como as praias, sua condição inadequada traz riscos à saúde, de modo que o saneamento básico precário nesses locais gera impactos não só sobre o passivo ambiental, como também custos sobre o sistema de saúde local.

Nesse sentido, dado sua forte correlação com as dimensões de saneamento, é possível supor que más condições de balneabilidade se relacionam com a falta de saneamento básico. Disso, surge uma cadeia de efeitos que envolvem desde riscos de doenças até a possível retração do interesse por áreas de lazer e turismo.

2.1. Saneamento e balneabilidade

O déficit de tratamento dos esgotos é um problema que tem afetado o meio ambiente urbano das cidades brasileiras e a qualidade de seus recursos naturais, como o caso dos mangues para o desenvolvimento dos ecossistemas e das praias para o turismo. Além disso, a falta de saneamento tem implicações imediatas sobre a saúde e a qualidade de vida da população que mora em áreas degradadas do ponto de vista ambiental.

Diversos problemas ambientais estão associados à falta ou precariedade do saneamento, tais como: poluição ou contaminação na captação de água para o abastecimento humano, poluição de rios e lagos, doenças, erosão acelerada, assoreamento, inundações frequentes, com as consequentes perdas humanas e materiais (IBGE, 2011).

As praias, um dos recursos naturais mais procurados pelos turistas em todo o mundo (MIDAGLIA, 2001), a partir de sua oferta para fins recreacional de turismo e de lazer, têm gerado grandes pressões sobre os ecossistemas costeiros. Esse fenômeno é decorrente principalmente da poluição antropogênica, gerada tanto em função das atividades de turismo, quanto pela ocupação habitacional nessas áreas (DEFEO et al., 2009).

Nesse sentido, o aumento do uso das praias como recurso recreacional tem criado a necessidade de estabelecer medidas capazes de avaliar as condições desses espaços públicos. Uma delas é dada pela capacidade de carga, representada pelo número máximo de utilizadores que podem ser acomodados em uma determinada praia sem detrimento da sua qualidade recreacional (SILVA et al., 2012). A capacidade de carga descreve a relação entre o tamanho da população máximo que faz uso de uma determinada região e as mudanças causadas nos recursos naturais, onde assume-se que a partir de um determinado número de pessoas há perda de qualidade recreacional, com a degradação da região imediatamente contígua ao seu entorno (SILVA et al., 2008).

São poucos os locais que utilizam a capacidade de carga como fator de política pública local. Bem mais difundidos são os estudos de contaminação, através de análises de coliformes e termotolerantes em águas de recreação (AGOSTINI; MORAES; BOEIRA, 2013; CALIJURI et al., 2009; CASTRO; VIEIRA; TORRES, 2002; MIQUELANTE; KOLM, 2011; MOROSINE et al., 2004; SILVA; SILVA; VIEIRA, 2014).

Além de auxiliar no controle da qualidade ambiental, estes testes servem também como importante instrumento de monitoramento de riscos à saúde humana.

Dentre esses indicadores, destaca-se a balneabilidade que é definida como a capacidade que um determinado ponto tem em garantir a qualidade sanitária para atividades de contato primário, sendo este um contato direto e persistente, prática habitualmente associada a medidas de recreação, como natação, por exemplo, conforme Berg et al. (2013).

O CONAMA, através da Resolução n° 274, de 2000, define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário e é avaliada nas categorias própria e imprópria. São próprias quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas 5 semanas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros de água. Por outro lado, são classificadas como impróprias quando em mais de 20% excederem esses valores, ou quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2500 Coliformes Termotolerantes ou 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros[2].

Segundo Tunstall (1992), dentre as principais funções dos indicadores de balneabilidade destacam-se:

i) avaliação de condições e tendências das águas;

ii) possibilidade de comparação entre lugares e situações;

iii) avaliação em relação a metas e objetivos;

iv) promover informações de advertência.

Deve-se fazer a ressalva de que a construção de indicadores que avaliam a qualidade ambiental e, principalmente, que consiga isolar especificamente ações de caráter antrópica sobre o meio ambiente, nem sempre é possível. Existem alguns fatores ecológicos que influenciam na variação dos indicadores ambientais que podem dificultar a relação de causalidade das atividades humanas sobre o meio ambiente. Para o caso da balneabilidade, Berg et al. (2013), ressaltam a importância de tentar separar os aspectos naturais dos antrópicos, pois tanto chuvas excessivas que alteram o volume de águas estranhas ao ambiente da costa, quanto períodos de

[2] Em adição a essa regra, a Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005, considera que as águas podem ser destinadas à recreação de contato primário quando a contagem de cianobactérias for de até 50000 células/mL ou 5mm³/L.

grande concentração de pessoas nos litorais, o que gera desequilíbrio na gestão de lixo e esgoto, podem aumentar a densidade de bactérias.

Apesar disso, alguns estudos têm conseguido atribuir diagnósticos precisos. No caso estudado por Caland-Noronha e Moraes (1972) para as praias de Fortaleza/CE, os autores identificam que a maior parte da poluição nociva causada às águas de contato primário na região litoral da cidade advinha de má gestão de esgotos sanitários e industriais. Para Jeffreys (1995), a pressão populacional sobre a necessidade de utilização de recursos hídricos desse tipo tem ligação direta com o impacto das ações humanas sobre a perda de qualidade nas águas balneáveis. Ainda nesse sentido, Ferreira et al. (2013) enfatizam que os canais de poluição das águas de contato primário por fatores antropogênicos se dão principalmente via produtos químicos, destinação incorreta do lixo e lançamento de esgoto não tratado em recursos hídricos.

2.2. Saneamento e implicações socioeconômicas

É bastante razoável supor que uma melhor condição de saúde eleva os níveis de capital humano e, portanto, a produtividade econômica dos indivíduos. Por isso, em última instância, a condição de saúde afeta não somente o bem-estar das pessoas como a própria capacidade de crescimento econômico de um país (LÓPEZ-CASASNOVAS; RIVERA; CURRAIS, 2005).

A importância de identificar as relações entre condições sanitárias e má condição de desenvolvimento, dos afetados por sistemas precários, levou inclusive o governo indiano a criar mecanismos de prêmios para os distritos que conseguissem resolver os problemas relacionados ao saneamento (HAMMER; SPEARS, 2016). O estudo de Bleakley (2007) ressalta a importância da campanha de erradicação da ancilostomose – problema estritamente relacionado a condições sanitárias precárias – na América do Sul, que, como consequência, ocasionou melhoras das condições de desenvolvimento do capital humano na região.

Embora a saúde possa ser considerada como uma forma de capital humano que tenha um efeito benéfico sobre a produtividade, e, por sua vez, sobre a renda, esta também influencia a saúde de forma positiva, pois possibilita o aumento do consumo de bens relacionados à saúde, como alimentação adequada ou medicamentos. Por isso, existe um processo de endogeneidade entre saúde e renda

que dificulta – mas não impossibilita – a mensuração de um efeito causal entre essas variáveis.

Levando isso em conta, estudos como Sala-i-Martin (2005) defendem que essa relação é bicausal, uma vez que um baixo nível de renda causa saúde precária e essa, por sua vez, tende a causar um baixo nível de renda, gerando com isso um círculo vicioso. No Brasil, estudos tem encontrado uma relação causal que vai na direção da condição de saúde para a renda (NORONHA; FIGUEIREDO; ANDRADE, 2010; REIS; CRESPO, 2009; SANTOS; JACINTO; TEJADA, 2012), de modo que é possível dizer que uma melhoria na saúde das pessoas está também relacionada a uma maior capacidade de rendimento.

Por outro lado, a falta de água tratada tem impactos diretos sobre a saúde das pessoas – principalmente crianças e idosos –, sobretudo, em função do aumento da incidência de infecções gastrointestinais. Mesmo quando há água tratada, a carência de serviços de coleta e de tratamento de esgoto, é responsável por outra parte das infecções gastrointestinais e das doenças transmitidas por mosquitos e animais (TRATA BRASIL, 2017).

Dentre as principais doenças relacionadas a utilização de águas impróprias, destacam-se icterícia, gastrenterites, cólera, hepatite e febre tifoide. Doenças menos graves como dermatites, irritação dos olhos, diarreias e salmonela, merecem atenção (BERG; GUERCIO; ULBRICHT, 2013). Em especial, entre as doenças relacionadas com o saneamento ambiental inadequado (DRSAI), destaca-se as de transmissão feco-oral em que as diarreias ocupam o primeiro lugar. Embora venham se reduzindo no país, estas são responsáveis pela maioria das internações por DRSAI. Nota-se ainda que, quando conjugadas com uma saúde debilitada e com a desnutrição, essas doenças são potencializadas, configurando assim uma das principais causas da elevação da mortalidade infantil no Brasil (IBGE, 2011).

Segundo Kronemberger e Júnior (2010), as diarreias - sintoma comum de uma infecção gastrointestinal causada por uma ampla gama de agentes patógenos, incluindo bactérias, vírus e protozoários – responderam por mais de 80% das doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado. No período 2003-2008 foram responsáveis por mais da metade dos gastos com esse tipo de enfermidade no Brasil.

De forma geral, observou-se que os municípios com os maiores índices de atendimento de coleta de esgoto são os que apresentam também menores taxas de internação por diarreia. O custo de uma internação por infecção gastrointestinal no

Sistema Único de Saúde (SUS), foi de cerca de R$ 350,00 por paciente na média nacional, gerando uma despesa da ordem de R$ 121 milhões/ano, apenas para tratamento hospitalar das pessoas infectadas (TRATA BRASIL; CEBDS, 2014).

Conforme observam Teixeira et al. (2014), o número médio de óbitos por doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado entre 2001 e 2009 foi de 13.449 pessoas. Esse valor representa cerca de 1,31% das causas de óbitos ocorridos no período de estudo. Quanto as causas, as diarreias e a doença de Chagas representaram mais de 83% do total e, juntos, levaram a uma despesa total de 2,141 bilhões de reais no período, ou seja, 2,84% do gasto total do SUS com consultas médicas e internações hospitalares.

Em estudo precursor desenvolvido para os Estados Unidos da América, Stevenson (1953) detecta estatisticamente o aumento da incidência de doenças causadas em banhistas com contato em águas que apresentavam condições sanitárias precárias. O autor chama atenção para o fato de que, mesmo em condições apropriadas para contato primário, os banhistas, em geral, apresentam maior incidência de doenças, com aumento da ocorrência de problemas de pele, olhos, nariz, garganta, ouvidos e gastrointestinais, que podem ser ocasionados pelo contato com o ambiente prejudicado pela má condição da água e potencializados no caso de ambientes poluídos.

Diversos estudos mostram que os investimentos em saneamento básico, ao reduzir o custo de acesso à água tratada, leva a reduções importantes na ocorrência de infecções gastrointestinais e óbitos, principalmente entre crianças de até 5 anos (CHECKLEY et al., 2004; GALDO; BRICEÑO, 2005; JALAN; RAVALLION, 2003; PRÜSS et al., 2002; WATSON, 2006). No Brasil, foi significativa a diminuição da mortalidade infantil associada às doenças de veiculação hídrica ao longo das últimas duas décadas. Essa redução foi alcançada com a melhoria da cobertura dos serviços de saneamento e, também, devido ao melhor acesso a serviços de educação e saúde (ALVES; BELLUZZO, 2004; GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; MENDONÇA; MOTTA, 2005; SOARES, 2007).

A análise feita por Esrey et al. (1991) com 144 estudos voltados para a mensuração de impactos relacionados a melhores condições de saneamento básico (principalmente esgoto e água tratada) sobre a saúde, observam que, juntos, esses fatores reduzem substancialmente as ocorrências de mortalidade das principais doenças associadas à qualidade da água consumida e às condições de saneamento.

Nesse sentido, Fewtrell et al. (2005), a partir de uma meta análise que avaliou mais de 46 artigos, mostraram que as intervenções relacionadas a melhor qualidade da água e do saneamento, foram especialmente importantes na redução do risco de ocorrências de diarreias.

No Brasil, Mendonça et al. (2005) estimaram, para o ano 2000, que estender os serviços de coleta de esgoto a mais 1% da população reduziria em 216 o número de casos de mortalidade infantil pelas doenças de veiculação hídrica. Já o mesmo incremento marginal nos serviços de água tratada reduziria em 108 os casos de morte analisadas no modelo. Os autores ainda verificaram que o custo unitário médio por morte evitada, no caso da extensão desses serviços de saneamento, seria de R$ 241 mil na coleta de esgoto e R$ 168 mil em tratamento de água. Um aumento da cobertura dos serviços de saneamento equivalente a 1% da população brasileira resultaria em um gasto total de investimento nesses serviços de, respectivamente, R$ 263 milhões e R$ 362 milhões.

A realidade do saneamento básico no Brasil, apesar dos investimentos mais recentes, ainda é insatisfatória, conforme mostram os índices de cobertura. Esses índices (que abrangem a coleta e o tratamento do esgoto) apontam que a coleta de esgoto alcança 61,4% da população urbana brasileira, restando 65,1 milhões de pessoas que não dispõem desse serviço. Nem todo esgoto coletado é conduzido a uma estação de tratamento. A parcela atendida com coleta e tratamento dos esgotos representa 42,6% da população urbana. Dessa forma, 96,7 milhões de brasileiros, ou cerca de metade da população, não têm acesso a tratamento coletivo de esgotos (ANA, 2017).

Deve-se notar ainda, que em função das profundas heterogeneidades regionais do Brasil, há uma distribuição desigual de serviços de infraestrutura, refletida tanto entre municípios quanto dentro das próprias cidades. Assim, é provável que as pessoas mais pobres morem em lugares com condições precárias de saneamento básico e que sejam mais vulneráveis a doenças. Com isso, resulta que essas doenças atingem de formas diferentes regiões do país e, dentro delas, diferentes grupos populacionais.

A situação do Rio Grande do Sul se espelha à condição nacional. Apenas 54% da população urbana do estado é atendida por coleta de esgoto e esse número cai para 26% quando avaliamos a população que é atendida com tratamento de esgoto. Isto é, apenas metade do que é coletado é conduzido para tratamento. Ainda,

65% da população urbana conta com atendimento considerado adequado e o restante da população, cerca de 9 milhões de pessoas, ou não têm atendimento ou este é precário (ANA, 2017).

Pela ótica dos investimentos em saneamento, de acordo com os dados do SNIS de 2016 para o Brasil, observa-se que do total de R$ 11,511 bilhões em investimentos realizados por prestadores de serviços de águas e esgotos – e de acordo com a destinação para abastecimento de água, esgotamento sanitário, despesas capitalizáveis e outros – cerca de 36% foram direcionados para o esgotamento sanitário. A maior parcela desses investimentos é destinada para o abastecimento de água (cerca de R$ 6 bilhões). Ainda cabe destaque que, em relação a 2015, o total de investimentos teve um decréscimo de 5,5%. Para a região Sul do país foram destinados cerca de 15% dos investimentos (BRASIL, 2018).

Estima-se que para universalizar os serviços de esgotamento sanitário, no horizonte de planejamento de 2035, seja necessário um montante de investimentos na ordem de R$ 149,5 bilhões, sendo a região Sul do país o terceiro maior montante estimado. No estado do Rio Grande do Sul o investimento requerido total é de R$ 8,3 bilhões, sendo a maior parcela para a coleta (cerca de R$ 5,5 bilhões) e o restante para o tratamento (ANA, 2017).

3. METODOLOGIA

Para atender aos propósitos desse trabalho, adotou-se uma abordagem econométrica em específico para auxiliar no processo de investigação: avaliação por meio de dados em painel. A subseção que segue procura esclarecer como será a estratégia de utilização dessa técnica e, por fim, destaca-se a fonte e a natureza dos dados.

3.1. Modelo econométrico com dados em painel

Os modelos de dados em painel caracterizam-se por agregar em um mesmo modelo estatístico dados em corte transversal de um conjunto de indivíduos, onde esses variam e o tempo fica constante, com dados de séries de tempo, onde o número de indivíduos permanece constante, mas o tempo varia (GREENE, 2012). Dentre as vantagens do seu emprego estão o maior grau de liberdade nas estimações, a observação de relações dinâmicas entre os indivíduos e o controle do impacto de variáveis omitidas (BALTAGI, 2005; CAMERON; TRIVEDI, 2005; HSIAO, 2014).

As regressões em modelo de dados em painel apresentam-se da seguinte forma:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_k X_{it} + u_{it} \tag{1}$$

onde *i* representa a i-ésima unidade de corte transversal, *t* o t-ésimo período de tempo e *k* o k-ésimo parâmetro a ser estimado.

Nesses modelos, assume-se que as variáveis explicativas são independentes do termo de erro. Quando cada indivíduo *i* possui o mesmo número de dados temporais, o painel é dito balanceado (ou equilibrado), para os demais casos é conhecido como não-balanceado (ou desequilibrado). Deve-se destacar que, nesses modelos, o tratamento dado é essencial para definir qual processo de estimação é o mais apropriado para os dados em questão, caracterizando-se como modelos *Pooled*, de Efeitos Fixos (EF) e Efeitos Aleatórios (EA).

No modelo de EF o intercepto (β_0) pode ser diferente entre os indivíduos quando considerado que cada unidade individualmente possui características especiais (GREENE, 2012). Essa diferenciação é feita através do uso de variáveis *dummies*, no modelo estimado:

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 X_{1it} + \beta_k X_{it} + u_{it} \quad (2)$$

Para o modelo de EA – também conhecido como modelo de componentes dos erros –, o pressuposto é que o intercepto seja uma extração aleatória de uma população maior com valor médio constante, possuindo uma aplicação adequada onde o intercepto de cada unidade do corte transversal não seja correlacionado com os regressores (GREENE, 2012). Assim:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_k X_{it} + \varepsilon_i + u_{it} \quad (3)$$

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_k X_{it} + w_{it} \quad (4)$$

Onde:

$$w_{it} = \varepsilon_i + u_{it} \quad (5)$$

Para determinar qual o modelo utilizar, deve ser feito o teste de Chow com o objetivo de testar as opções entre o modelo *Pooled* (hipótese nula do teste) ou o modelo de efeitos fixos (hipótese alternativa). Assim, caso o modelo de efeitos fixos seja considerado pelo teste de Chow como o mais indicado, o teste de Hausman (1978) é, então, executado.

A hipótese nula do teste de Hausman, que tem uma distribuição de $\boldsymbol{\chi^2}$ assintótica, é que os estimadores de efeitos fixos e de efeitos aleatórios não diferem substancialmente. Se a hipótese nula for rejeitada, pode se concluir que o modelo de efeitos aleatórios não é o indicado e que é preferível utilizar o modelo de efeitos fixos (GREENE, 2012). Assim, a escolha entre EF e EA dependerá da pressuposição sobre a correlação entre o componente de erro individual, ε_i, e os regressores X, dessa forma, se ambos não estiverem correlacionados o EA será mais adequado, caso contrário, EF será mais adequado.

Para a análise deste trabalho, independentemente do tipo de efeito que terá que ser controlado, a equação que representa a relação de dependências do Indicador de Balneabilidade com os investimentos realizados em saneamento básico, além de outras variáveis socioeconômicas e ambientais, pode ser identificada como:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_k X_{kit} \cdots + w_{it} \quad (6)$$

Onde:

Y_{it} = Média do Indicador de Balneabilidade referente ao município *i* no período *t*;

X_{1it} = Valor dos Investimentos em Saneamento Básico *per capita* referente ao município *i* no período *t*;

X_{kit} = outras características observáveis socioeconômicas e ambientas referente ao município *i* no período *t*;

w_{it} = componente idiossincrático do município *i* no período *t*;

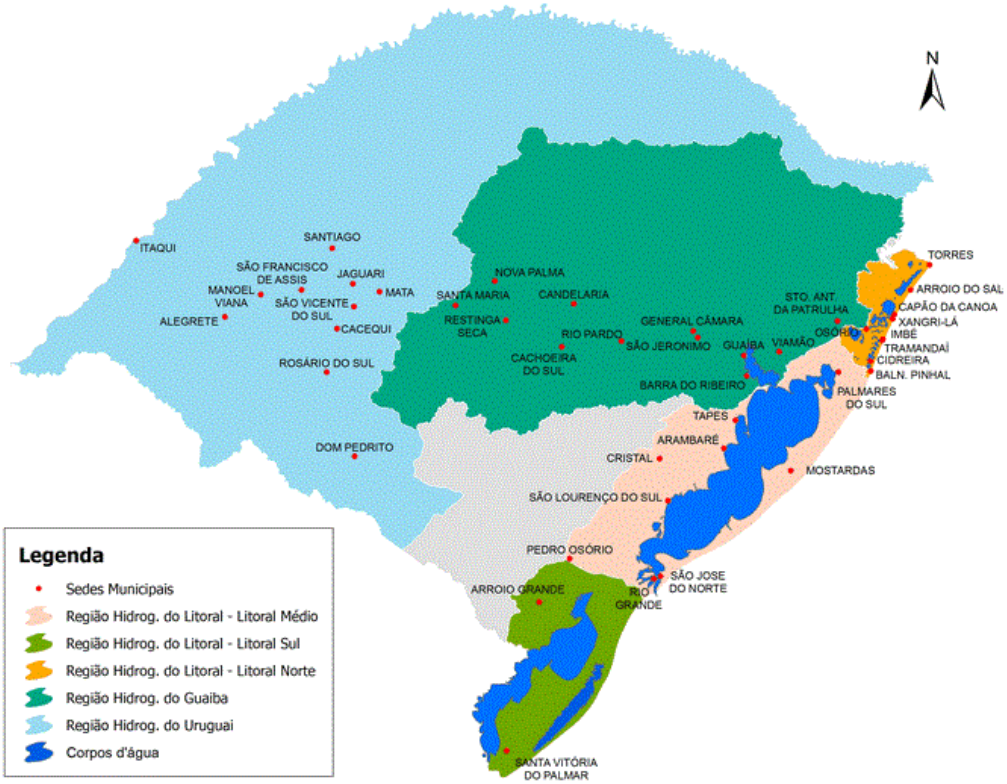
O coeficiente β_1 faz menção a relação entre o valor dos Investimentos em Saneamento Básico *per capita* e o Indicador de Balneabilidade dos municípios avaliados. Já o β_k representa o efeito das K variáveis socioeconômicas e ambientais observáveis que estão relacionadas com o Indicador de Balneabilidade dos municípios.

Foi calculado o logaritmo natural das variáveis para interpretação dos resultados como modelo log-log.

3.2. Fonte e natureza dos dados

A fim de estimar a equação (6), serão utilizadas as seguintes características observáveis dos municípios i=1,...,39, como sendo os municípios com Indicador de Balneabilidade disponibilizado pela FEPAM com observações, no período de t=2005,...,2015. A Figura 1 ilustra os pontos monitoramento da FEPAM no Rio Grande do Sul.

Figura 1 - Pontos de monitoramento da FEPAM



Fonte: FEPAM/RS

A Tabela 1, apresenta as variáveis observáveis utilizadas no modelo, junto com suas respectivas fontes.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas no modelo (continua)

Variável	Nome	Descrição	Fonte
		Variável chave	
logbaln_med	Média do Indicador de Balneabilidade	Logaritmo natural da média da quantidade detectada de Coliformes termotolerantes (quantidade detectada em nmp/100 mL de água) entre todos os j pontos de coleta de amostras para o município i no ano t Forma de cálculo: $$\bar{x} = \frac{\sum x_{jit}}{n}$$ Sendo: $\bar{x} =$ média aritmética do indicador de balneabilidade $\sum x_{jit}$ = soma total dos valores detectados nos j pontos de coleta de amostras da FEPAM para o indicador de balneabilidade no município i no ano t n = número total de termos Nota: para chegar aos valores em unidade anual foi realizado a média aritmética entre os valores diários coletados pela FEPAM para o indicador.de balneabilidade em cada ponto de coleta de amostras.	FEPAM

Tabela 1 – Variáveis utilizadas no modelo (continuação)

Variável	Nome	Descrição	Fonte
Variável de interesse			
loginvestpc	Investimentos em Saneamento Básico *per capita*	Logaritmo natural do valor (R$) dos investimentos totais realizados (FN033) no ano de referência, diretamente ou por meio de contratos celebrados pelo próprio prestador de serviços, pagos com recursos próprios (FN030), onerosos (FN031) e não onerosos (FN032) feitos no(s) sistema(s) de abastecimento de água (FN023), de esgotamento sanitário (FN024) ou em outros investimentos relacionados aos serviços de água e esgotos (FN025), além de Despesas Capitalizáveis (FN018). Variável em termos *per capita.*	SNIS
Variáveis de controle			
logpibpc	PIB *per capita*	Logaritmo natural do Produto Interno Bruto (R$ 1.000) *per capita*	IBGE
logpop	População total	Logaritmo natural da população total (nº de habitantes). Valor da soma das populações urbana e rural de um município, sedes municipais e localidades, no ano de referência. É usada a estimativa realizada anualmente pelo IBGE.	IBGE
logpop_urb	População urbana	Logaritmo natural da população urbana do município (nº de habitantes). É adotada uma estimativa usando a respectiva taxa de urbanização do último Censo ou Contagem de População do IBGE, multiplicada pela população total estimada anualmente pelo IBGE.	IBGE
logenergiapc	Consumo de energia elétrica (MWh) *per capita*	Logaritmo natural do consumo total de Energia Elétrica (MWh) do município em termos *per capita.*	FEE
logag001	População Atendida com Abastecimento de Água	Logaritmo natural do valor da população total atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços (AG001), no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com os serviços acrescida de outras populações atendidas localizadas em áreas não consideradas urbanas. Essas populações podem ser rurais ou mesmo com características urbanas, apesar de estarem localizadas em áreas consideradas rurais pelo IBGE.	SNIS
logag026	População Urbana com Abastecimento de Água	Logaritmo natural do valor da população urbana atendida com abastecimento de água (AG026) pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com os serviços.	SNIS
In049	Índice de Perdas na Distribuição	Forma de cálculo: $\frac{AG006+AG018-AG010-AG024}{AG006+AG018-AG024}$ X 100 Informações envolvidas: AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço Valor em percentual.	SNIS

Tabela 1 – Variáveis utilizadas no modelo (conclusão)

Variável	Nome	Descrição	Fonte
in055	Índice de Atendimento Total de Água	Forma de cálculo: $\frac{AG001}{GE12a}$ X 100 Informações envolvidas: AG001: População total atendida com abastecimento de água G12A: População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE POP_TOT: População total do município do ano de referência Valor em percentual.	SNIS
in085	Índice de Conformidade da Quantidade de Amostras (Coliformes Totais)	Forma de cálculo: $\frac{QDO026}{QD028}$ X 100 Informações envolvidas: QD026: Quantidade de amostras para coliformes totais (analisadas) QD028: Quantidade mínima de amostras para coliformes totais (obrigatórias) Valor em percentual.	SNIS

Fonte: elaboração própria

Por fim, no Apêndice deste trabalho constam os municípios com as correspondentes informações populacionais, socioeconômicas e ambientais, além de serem apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis.

4. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os resultados da regressão estimada utilizando o modelo de efeitos aleatórios para os fatores relacionados ao indicador de balneabilidade. Utilizou-se o software Stata 14.0 para as estimações deste trabalho.

Tabela 2 – Estimações para o indicador de balneabilidade

Variáveis	**Pooled**	**Efeito Aleatório**	**Efeito Fixo**
Variável de interesse			
Investimentos em Saneamento Básico *per capita*	-0,123**	-0,149***	-0,186***
	(0,0570)	(0,0481)	(0,0547)
Variáveis de controle			
PIB *per capita*	-0,411**	-0,308**	-0,316
	(0,186)	(0,152)	(0,194)
População total	2,349***	2,215***	1,192
	(0,713)	(0,771)	(1,969)
População urbana	-1,969***	-1,927***	1,772
	(0,686)	(0,743)	(1,710)
Consumo de energia elétrica (MWh) *per capita*	-0,0814	-0,0572	-0,439
	(0,0659)	(0,0587)	(0,390)
População Atendida com Abastecimento de Água	-1,717***	-0,988*	0,329
	(0,496)	(0,588)	(0,896)
População Urbana com Abastecimento de Água	1,511***	0,996*	0,236
	(0,406)	(0,582)	(0,845)
Índice de Perdas na Distribuição	0,00142	0,00111	0,000605
	(0,00411)	(0,00306)	(0,00234)
Índice de Atendimento Total de Água	0,0166**	0,00364	-0,0174**
	(0,00763)	(0,00713)	(0,00826)
Índice de Conformidade da Quantidade de Amostras	0,00162	0,000821	0,000644
(Coliformes Totais)	(0,00135)	(0,000689)	(0,000764)
Constante	3,108***	2,943**	-27,38**
	(0,890)	(1,220)	(11,92)
Observações	217	217	217
R^2	0,253	0,054	0,087
Municípios		38	38
Teste de Chow	Estatística F = 3,64		p-valor = 0,0000
Teste de Hausman	χ^2 = 8,74		Prob = 0,4612
Teste de Breusch and Pagan	χ^2 = 55,23		Prob = 0,0000
Teste de Wooldridge	Estatística F = 1,475		p-valor = 0,2347

Fonte: Elaboração própria
Nota: Erros padrões robustos entre parênteses; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

O resultado do teste de Chow demonstrou que o modelo de efeitos fixos é mais adequado que o pooled, isto é, rejeitou-se a hipótese nula. Pelo teste de especificação de Hausman, sugere-se que o modelo mais adequado é o de efeitos

aleatórios, falhando em rejeitar a hipótese nula. Ainda, o teste LM de Breusch and Pagan mostrou que a regressão com efeitos aleatórios se mostrou mais apropriada, visto que se rejeitou a hipótese nula. Por fim, o teste de correlação serial de Wooldridge mostrou que não foi detectado problemas de autocorrelação, falhando em rejeitar a hipótese nula. Detalhes dos testes realizados são apresentados no Apêndice deste trabalho.

O modelo estimado mostra que a variável de interesse, ou seja, os Investimentos em Saneamento Básico, foi significativa a 1% e teve o sinal esperado, de acordo com a hipótese deste trabalho. Assim sendo, quando os Investimentos em Saneamento Básico *per capita* aumentam em 1%, a média do Indicador de Balneabilidade diminui em 0,15%, *ceteris paribus*. Apesar de muito baixo, este valor foi o esperado tendo em vista os demais fatores relacionados com o indicador de balneabilidade. O resultado foi semelhante nos modelos *pooled* e de efeitos fixos.

Quanto ao PIB *per capita*, quando este aumenta em 1%, observa-se uma diminuição de 0,31% no Indicador de Balneabilidade, com significância de 5%. Este resultado indica que municípios com níveis de renda *per capita* maiores estão mais propensos a terem melhores condições de balneabilidade, tudo o mais mantido constante.

Por outro lado, quando a População total aumenta em 1% verifica-se um aumento no Indicador de Balneabilidade de 2,21%, sendo este resultado significativo a 1%. Isso demonstra que a capacidade de carga pode ser um importante instrumento em termos de política pública local. Já a População urbana apresentou sinal contrário, havendo diminuição de 1,93% no Indicador de Balneabilidade quando aumenta 1% esse extrato da população, sendo este resultado significativo a 1%, *ceteris paribus*. Podemos inferir que, apesar dos baixos índices de atendimento de esgotamento sanitário, o extrato da população urbana está relativamente mais assistida com saneamento básico, o que traz efeitos positivos sobre as condições de balneabilidade.

O Indicador de Balneabilidade diminui em 0,99% quando a População Atendida com Abastecimento de Água aumenta em 1%, tudo o mais mantido constante. Por outro lado, quando esse aumento é na População Urbana com Abastecimento de Água, há aumento no Indicador de Balneabilidade de 1%. Esses resultados apresentaram significância mais fraca, com apenas 10%, o que poderia explicar o sinal esperado diferente do obtido neste trabalho.

As demais variáveis independentes especificadas no modelo de efeitos aleatórios não foram significativas, sendo elas: Consumo de energia elétrica (MWh), Índice de Perdas na Distribuição, Índice de Atendimento Total de Água e Índice de Conformidade da Quantidade de Amostras (Coliformes Totais).

Os resultados consolidados, assim como análise de sinais esperados e obtidos, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resumo dos resultados do modelo de efeitos aleatórios

Variável	Sinal esperado	Sinal obtido	Coeficiente
Investimentos pelo Prestador de Serviços p.c.	**-**	**-**	**-0,149*** **
PIB p. c.	**-**	**-**	**-0,308** **
População total	**+**	**+**	**2,215*** **
População urbana	**+**	**-**	**-1,927*** **
População Atendida com Abastecimento de Água	**-**	**-**	**-0,988* **
População Urbana com Abastecimento de Água	**-**	**+**	**0,996* **

Fonte: elaboração própria, com auxílio do *software* Stata 14.0

Nota:

a) (+) relação positiva; (-) relação negativa

b) *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho avaliou a relação dos investimentos realizados em saneamento básico com as condições de balneabilidade. Foram considerados na análise os municípios do Estado do Rio Grande do Sul que possuem pontos de monitoramento disponibilizados pela FEPAM, no período de 2005 a 2015, além de variáveis que abrangem características socioeconômicas e ambientais dos municípios. Os resultados das estimações por dados em painel mostram consistência com a literatura existente.

O modelo de efeitos aleatórios apontou a existência de uma relação estatisticamente significativa entre os investimentos em saneamento e o indicador de balneabilidade. Essa relação é inversa, ou seja, quanto maior forem os investimentos *per capita* realizados em saneamento básico nos municípios, menor será a média do indicador de balneabilidade (parâmetro coliformes termotolerantes), conforme encontrado nas estimações. Os resultados mostraram que com o aumento de 1% nos investimentos em saneamento há uma diminuição de 0,15% no indicador de balneabilidade, o que indica melhoria da qualidade das águas utilizadas para contato primário.

O resultado encontrado abre uma discussão em torno do que pode ser feito, em termos de políticas públicas, direcionado para as localidades com condições mais precárias de balneabilidade com vistas a subsidiar as decisões de alocação e gestão de recursos por parte das autoridades públicas, visando a manutenção da qualidade das águas que são utilizadas para contato primário. Da mesma forma, a literatura também mostra que há efeitos positivos sobre a saúde da população decorrente de mais investimentos em saneamento.

Devido a limitações na obtenção e disponibilização de dados confiáveis, os sinais e significância estatística não foram os esperados na totalidade do modelo estimado. Entretanto, ficou clara a relação inversa entre a variável dependente e a variável de interesse nas estimações realizadas, pelos modelos pooled, efeitos fixos e efeitos aleatórios.

Como sugestão para essa linha de pesquisa em trabalhos futuros, indica-se a estimação utilizando o parâmetro *Escherichia coli* de balneabilidade, visando corroborar com os resultados encontrados neste trabalho. Além disso, sugere-se a construção de um banco de dados com mais observações que permita a estimação

de um painel dinâmico. Por fim, cabe uma investigação acerca dos efeitos sobre o turismo dado as condições de balneabilidade das localidades.

BIBLIOGRAFIA

AGOSTINI, V. O.; MORAES, L. P. DE; BOEIRA, J. M. Avaliação da qualidade de água de sangradouros do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil e a sua relação com a fauna bentônica de praias arenosas. **Revista Biociências**, v. 19, n. 2, 2013.

ALVES, D.; BELLUZZO, W. Infant mortality and child health in Brazil. **Economics & Human Biology**, v. 2, 2004.

ANA. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2017.

BALTAGI, B. H. **Econometric analysis of panel data**. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.

BERG, C. H.; GUERCIO, M. J.; ULBRICHT, V. R. Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, v. 2, n. 3, 2013.

BLEAKLEY, H. Disease and Development: Evidence from Hookworm Eradication in the American South. **The Quarterly Journal of Economics**, 2007.

BRASIL. **Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil**. Brasília, DF: SNSA/MCIDADES, 2017.

BRASIL. **Diagnostico dos Serviços de Água e Esgoto - 2016**. Brasília, DF: SNSA/MCIDADES, 2018.

CALAND-NORONHA, M. DA C.; MORAIS, J. O. DE. Aspectos da poluição marinha em frente ao município de Fortaleza. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 12, n. 2, 1972.

CALIJURI, M. L. et al. Estudo de indicadores de saúde ambiental e de saneamento em cidade do Norte do Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 14, n. 1, 2009.

CAMERON, A. COLIN.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics: Methods and Applications**. New York: Cambridge University Press, 2005.

CASTRO, H. M. P. DE; VIEIRA, R. H. S. DOS F.; TORRES, R. C. DE O. Balneabilidade e doenças de veiculação hídrica: situação das praias de Fortaleza, estado do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 35, 2002.

CETESB. **Relatório de qualidade das praias no estado de São Paulo 2016**. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2017.

CHECKLEY, W. et al. Effect of water and sanitation on childhood health in a poor Peruvian peri-urban community. **The Lancet**, v. 363, 2004.

CROWTHER, J.; KAY, D.; WYER, M. D. Relationships between microbial water quality and environmental conditions in coastal recreational waters: the fylde coast, UK. **Water Research**, v. 35, n. 17, p. 4029–4038, 2001.

DEFEO, O. et al. Threats to sandy beach ecosystems: A review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 81, 2009.

ESREY, S. A. et al. Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 69, n. 5, 1991.

FERREIRA, K. C. D.; ANDRADE, M. V.; COSTA, A. G. A influência do lançamento de efluentes de galerias pluvias na balneabilidade da Praia do Futuro em Fortaleza-CE. **Conex. Ci. e Tecnol**, v. 7, n. 3, 2013.

FEWTRELL, L. et al. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 5, 2005.

GALDO, V.; BRICEÑO, B. An impact evaluation of a potable water and sewerage expansion in Quito: is water enough? **Inter-American Development Bank**, 2005.

GAMPER-RABINDRAN, S.; KHAN, S.; TIMMINS, C. The impact of piped water provision on infant mortality in Brazil: A quantile panel data approach. **Journal of Development Economics**, v. 92, 2010.

GARCÍA-BARCINA, J. M.; GONZÁLEZ-OREJA, J. A.; DE LA SOTA, A. Assessing the improvement of the Bilbao estuary water quality in response to pollution abatement measures. **Water Research**, v. 40, 2006.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 7th ed ed. Boston: Prentice Hall, 2012.

HAMMER, J.; SPEARS, D. Village sanitation and child health: Effects and external validity in a randomized field experiment in rural India. **Journal of Health Economics**, v. 48, 2016.

HANLEY, N.; BELL, D.; ALVAREZ-FARIZO, B. Valuing the Benefits of Coastal Water Quality Improvements Using Contingent and Real Behaviour. **Environmental and Resource Economics**, v. 24, p. 14, 2002.

HAUSMAN, J. A. Specification Tests in Econometrics. **Econometrica**, v. 46, n. 6, 1978.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

IBGE. **Atlas de saneamento 2011**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

JALAN, J.; RAVALLION, M. Does piped water reduce diarrhea for children in rural India? **Journal of Econometrics**, v. 112, 2003.

JEFFREYS, K. Rescuing the oceans. In Bailey, R. (Ed.). **The true state of the planet**, 1995.

KRONEMBERGER, D. M. P.; JÚNIOR, J. C. Análise dos impactos na saúde e no Sistema Único de Saúde decorrentes de agravos relacionados ao esgotamento sanitário inadequado nos municípios brasileiros com mais de 300.000 habitantes. **Instituto Trata Brasil**, 2010.

LIMA, E. N. Saneamento básico na zona costeira do estado do Rio Grande do Sul: impactos sobre a balneabilidade. **Universidade Federal do Rio Grande - FURG**, p. 45, 2017.

LOPES, F. W. A. et al. A water quality index for recreation in Brazilian freshwaters. **Journal of Water and Health**, v. 14, n. 2, 2016.

LÓPEZ-CASASNOVAS, G.; RIVERA, B.; CURRAIS, L. The role of health on economic growth: An Introduction. In: LÓPEZ-CASASNOVAS, G.; RIVERA, B.; CURRAIS, L. (eds.): **Health and Economic growth: findings and policy implications**, 2005.

MACINKO, J.; GUANAIS, F. C.; SOUZA, M. DE F. M. DE. Evaluation of the impact of the Family Health Program on infant mortality in Brazil, 1990-2002. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 60, n. 1, 2006.

MENDONÇA, M. J. C. DE; MOTTA, R. S. DA. Saúde e Saneamento no Brasil. Texto para discussão 1081. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, 2005.

MIDAGLIA, C. L. V. Turismo e Meio Ambiente no Litoral Paulista: Dinâmica da Balneabilidade das Praias. In: LEMOS, A. I. G. (ed.). **Turismo: Impactos Sócio-Ambientais**, 2001.

MIQUELANTE, F. A.; KOLM, H. E. Indicadores microbiológicos de poluição fecal na desembocadura da Gamboa Olho D'Água, Paraná: Subsídio para o monitoramento da balneabilidade no Brasil. **Publ. UEPG Biol. Health Sci**, v. 17, n. 1, 2011.

MOROSINE, F. et al. Qualidade das águas e fatores de poluição em prais na região da Grande João Pessoa-Paraíba-Brasil. 2004.

NORONHA, K.; FIGUEIREDO, L. DE; ANDRADE, M. V. Health and economic growth among the states of Brazil from 1991 to 2000. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 27, n. 2, 2010.

PRÜSS, A. et al. Estimating the Burden of Disease from Water, Sanitation, and Hygiene at a Global Level. **Environmental Health Perspectives**, v. 110, n. 5, 2002.

REIS, M.; CRESPO, A. O impacto da renda domiciliar sobre a saúde infantil no Brasil. Texto para discussão 1397. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, 2009.

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, 2010.

SALA-I-MARTIN, X. On the Health-Poverty Trap. In: LÓPEZ-CASASNOVAS, G.; RIVERA, B.; CURRAIS, L. (eds.): **Health and Economic growth: findings and policy implications**, 2005.

SANTOS, A. M. A. DOS; JACINTO, P. DE A.; TEJADA, C. A. O. Causalidade entre renda e saúde: uma análise através da abordagem de dados em painel com os estados do Brasil. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 42, n. 2, 2012.

SILVA, P. R. F. G. DA; SILVA, G. C.; VIEIRA, R. H. S. DOS F. Avaliação da qualidade da água das praias do litoral oeste de Fortaleza, Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 47, n. 1, 2014.

SILVA, I. R. et al. Nível de Antropização X nível de uso das praias de Porto Seguro/BA: Subsídios para uma avaliação da capacidade de suporte. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 1, 2008.

SILVA, I. R. et al. Qualidade recreacional e capacidade de carga das praias do litoral norte do estado da Bahia, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 12, n. 2, 2012.

SOARES, R. R. Health and the evolution of welfare across Brazilian municipalities. **Journal of Development Economics**, v. 84, 2007.

STEVENSON, A. H. Studies of Bathing Water Quality and Health. **American Journal of Public Health**, v. 43, 1953.

TEIXEIRA, J. C. et al. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 19, n. 1, 2014.

TRATA BRASIL. Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil. **Instituto Trata Brasil**, 2017.

TRATA BRASIL; CEBDS. Benefícios econômicos da expansão do saneamento. **Instituto Trata Brasil / Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável**, 2014.

TUNSTALL, D. Developing environmental indicators: Definitions, framework and issues. In: **Workshop on global environmental indicators**, 1992.

VYAS, S. et al. Disease externalities and net nutrition: Evidence from changes in sanitation and child height in Cambodia, 2005–2010. **Economics and Human Biology**, v. 23, 2016.

WATSON, T. Public health investments and the infant mortality gap: Evidence from federal sanitation interventions on U.S. Indian reservations. **Journal of Public Economics**, v. 90, 2006.

WHO. **Fatores sobre água e saneamento**. Rio de Janeiro: World Health Organization, 2012.

WHO. **Investing in water and sanitation: increasing acces, reducing inequalities**. Geneva: World Health Organization, 2014a.

WHO. **Preventing diarrhoea through better water, sanitaiton and hygiene: exposures and impacts in low- and middle-income countries**. Geneva: World Health Organization, 2014b.

APÊNDICE

Tabela 4 – Estatísticas populacionais, socioeconômicas e ambientais dos municípios, 2015

Município	**População total (nº hab.)**	**PIB *per capita* (R$)**	**Nº pontos de monitoramento/FEPAM**
Alegrete	78.499	23.186,08	1
Arambaré	3.762	34.572,64	1
Arroio do Sal	8.785	20.945,32	2
Arroio Grande	18.949	26.849,43	1
Balneário Pinhal	12.305	15.166,38	2
Cacequi	13.685	22.700,12	1
Cachoeira do Sul	85.712	24.775,19	1
Candelária	31.476	21.191,76	1
Capão da Canoa	47.148	25.441,14	7
Cidreira	14.301	16.874,20	4
Cristal	7.750	21.236,18	1
Dom Pedrito	39.886	29.603,75	1
General Câmara	8.673	15.983,79	1
Imbé	19.993	20.913,69	4
Itaqui	39.088	29.698,41	1
Manoel Viana	7.359	28.725,29	1
Mata	5.159	18.214,25	1
Mostardas	12.720	22.264,59	1
Nova Palma	6.588	31.743,11	1
Osório	43.897	28.552,08	3
Palmares do Sul	11.413	35.681,73	1
Pedro Osório	8.011	15.457,57	1
Pelotas	342.873	21.557,99	8
Restinga Seca	16.334	23.362,75	1
Rio Grande	207.860	34.986,57	8
Rio Pardo	38.934	21.258,35	1
Rosário do Sul	40.773	20.445,09	1
Santa Maria	276.108	23.026,71	1
Santa Vitória do Palmar	31.436	26.548,37	3
Santiago	50.635	21.476,37	1
São Francisco de Assis	19.495	19.069,42	2
São Jerônimo	23.527	22.742,50	1
São José do Norte	26.977	13.033,93	2
São Lourenço do Sul	44.541	21.183,51	4
São Vicente do Sul	8.787	26.182,88	1
Tapes	17.354	18.715,08	4
Torres	37.107	26.359,11	7
Tramandaí	46.369	18.897,61	4
Xangri-lá	14.197	30.019,99	3

Fonte: FEPAM e IBGE

Tabela 5 – Estatísticas descritivas das variáveis, dados em painel (2005-2015)

Variável	**Média**	**Desvio padrão**	**Valor mínimo**	**Valor Máximo**	**Observações**
Média do Indicador de Balneabilidade	465,20	774,78	4,50	8.429,14	234
Investimentos em Saneamento Básico *per capita* (R$)	24,90	57,20	0,00	634,88	418
PIB *per capita* (R$ 1.000)	14,87	6,54	4,25	40,37	429
População total (nº hab.)	44.155	69.457	3.660	346.452	429
População urbana (nº hab.)	38.972	65.963	2.525	322.784	429
Consumo de energia elétrica *per capita* (MWh)	2,04	0,94	0,00	4,41	234
População Atendida com Abastecimento de Água (nº hab.)	39.512	68.216	1.914	354.131	418
População Urbana com Abastecimento de Água (nº hab.)	38.830	66.588	1.914	345.811	418
Índice de Perdas na Distribuição (%)	30,58	21,04	-194,55	84,27	409
Índice de Atendimento Total de Água (%)	74,95	19,87	15,34	100,00	418
Índice de Conformidade da Quantidade de Amostras - Coliformes Totais (%)	111,75	112,22	0,00	2.304,00	416

Fonte: elaboração própria, com dados da FEE, FEPAM, IBGE e SNIS e auxílio do *software* Stata 14.0

Tabela 6 – Resultados do teste de Chow

Variáveis	**Coeficiente**	**Erro padrão**	**t-valor**	**p-valor**
loginvestpc	-0,18596	0,07069	-2,63	0,009
logpibpc	-0,31571	0,34640	-0,91	0,363
logpop	1,19159	3,26168	0,37	0,715
logpop_urb	1,77169	3,27420	0,54	0,589
logenergiapc	-0,43911	0,49748	-0,88	0,379
logag001	0,32934	0,93652	0,35	0,726
logag026	0,23581	0,77556	0,30	0,761
in049	0,00060	0,00380	0,16	0,874
in055	-0,01742	0,01235	-1,41	0,160
in085	0,00064	0,00204	0,32	0,753
Constante	-27,3844	15,50255	-1,77	0,079
Estatística F = 3,64				p-valor = 0,000

Fonte: elaboração própria, com auxílio do *software* Stata 14.0

Tabela 7 – Resultados do teste de Hausman

	Coeficientes			
	(b) Efeito fixo	(B) Efeito aleatório	(b-B) Diferença	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
loginvestpc	-0,1859689	0,1493158	-0,0366531	0,0326493
logpibpc	-0,3157198	0,3079123	-0,0078075	0,2509146
logpop	1,1915950	2,2154040	-1,0238090	3,1068620
logpop_urb	1,7716900	-1,9270550	3,6987450	3,1483210
logenergiapc	-0,4391139	-0,5721800	-0,3818959	0,4866157
logag001	0,3293406	-0,9880921	1,3174330	0,4892635
logag026	0,2358163	0,9962806	-0,7604643	0,3400433
in049	0,0006051	0,0011092	-0,0005041	0,0015518
in055	0,0174246	0,0036419	-0,0210664	0,0078481
in085	0,0006438	0,0008214	-0,0001776	0,0005743
χ^2 = 8,74				Prob = 0,4612

Fonte: elaboração própria, com auxílio do *software* Stata 14.0

Tabela 8 – Resultados do teste LM de Breusch and Pagan

	Var	**sd = sqrt(Var)**
logbaln_med	1,661366	1,28894
e	0,883407	0,93989
u	0,434525	0,65918
χ^2 = 55,23		Prob = 0,0000

Fonte: elaboração própria, com auxílio do *software* Stata 14.0

Tabela 9 – Resultados do teste de Wooldridge

D. logbaln_med	Coeficiente	Erro padrão robusto	t-valor	p-valor
loginvestpc				
D1.	-0,1169	0,050897	-2,30	0,028
logpibpc				
D1.	-0,3020	0,504404	-0,60	0,553
logpop				
D1.	12,1683	5,905926	2,06	0,048
logpop_urb				
D1.	-3,4299	6,128947	-0,56	0,580
logenergiapc				
D1.	-0,1004	0,332333	-0,30	0,764
logag001				
D1.	-0,0410	0,947695	-0,04	0,966
logag026				
D1.	0,7096	0,879475	0,81	0,426
in049				
D1.	0,0034	0,001722	1,98	0,056
in055				
D1.	-0,0080	0,010391	-0,77	0,447
in085				
D1.	-0,0003	0,001463	-0,25	0,805
Estatística F = 1,475				p-valor = 0,2347

Fonte: elaboração própria, com auxílio do *software* Stata 14.0