

Qualidade de água e internações por doenças gastrointestinais em cidades litorâneas: um estudo de caso no sul do Brasil

Ewerton da Silva Quartieri¹  | Gibran da Silva Teixeira²  | Vinicius Halmenschlager³ 
| Clauber E. Marchezan Scherer⁴  | Eduardo André Tillmann⁵ 

¹ (PPGE/FURG). E-mail: ewerton.quartieri@gmail.com

² (PPGE/FURG). E-mail: tgibran@hotmail.com

³ (PPGE/FURG). E-mail: vinicius.vh@hotmail.com

⁴ (Câmara de Vereadores-POA/RS). E-mail: clauberscherer@yahoo.com.br

⁵ (PPGE/FURG). E-mail: eduardotillmann@furg.br

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo avaliar a relação entre os índices de balneabilidade e as taxas de internações hospitalares por enteropatias infecciosas para os municípios litorâneos do Rio Grande do Sul. Considerando que é esperada uma relação direta na incidência de enteropatias conforme a piora das condições das águas de contato primário, busca-se testar empiricamente esta relação a partir do método de Regressão com Descontinuidade, usando dados da FEPAM e do Sistema de Informações Hospitalares do DATASUS, para os meses de alta temporada, de novembro de 2004 a dezembro de 2015. Como regra de seleção para definição dos municípios considerados como de piores condições em relação aos demais, foi utilizada a norma nacional dada pelo CONAMA, como limite para os níveis de coliformes termotolerantes, e posteriormente, foram testados também os limites indicados pela OMS. Os resultados se mostraram inconclusivos para o caso utilizando a norma aplicada pelo CONAMA e positivos para as taxas de internações por enteropatias quando usada a indicação da OMS.

PALAVRAS-CHAVE

Balneabilidade, Internações, Regressão com Descontinuidade

Water quality and hospitalizations for gastrointestinal diseases in coastal cities: A case study in Southern Brazil

ABSTRACT

The present study intends to verify the impact of bathing levels on the rate of hospitalizations for infectious enteropathies for the state of Rio Grande do Sul. Considering that it is expected that there will be an increase in the incidence of enteropathies as the condition of the primary contact water worsens, it is sought to empirically test this relation using the Regression with Discontinuity method, using data from FEPAM and the DATASUS, for the high season months, from November 2004 to December 2015. As selection rule between treaties and control, the national standard given by CONAMA will be used as a limit for the levels of thermotolerant coliforms, later testing this relation for the indication of the more rigorous limit given by the WHO. The results were inconclusive for the case using the standard applied by CONAMA, although they showed a positive impact on hospitalization rates due to enteropathies when the WHO indication was used.

KEYWORDS

Balneability, Hospitalization, Regression with Discontinuity

CLASSIFICAÇÃO JEL

I10, I18, H43

1. Introdução

Em muitos países do mundo, em especial os em desenvolvimento, há um debate importante sobre a qualidade da água e a falta de saneamento básico, visto que condições impróprias desse sistema acarretam muitas vezes barreiras permanentes ao desenvolvimento econômico. No Brasil, alguns avanços têm ocorrido no sentido de ampliar a cobertura da rede de saneamento básico, em especial através da Lei 11.445 de 2007, que definiu o Marco Regulatório para o segmento e que promoveu a adequação do país às Metas do Milênio ¹, e mais atualmente, da Lei 14.026 de 2020 a qual propõe novas diretrizes para a prestação de serviços, além da meta de garantir uma cobertura de 99% da população de água tratada e 90% com tratamento e coleta de esgoto até o ano de 2033.

No tocante à qualidade de água, a balneabilidade é um importante indicador da qualidade sanitária para águas de contato primário, associadas às atividades de recreação, e definidas como as águas cujo contato é direto e prolongado, havendo possibilidade de ingestão em quantidades significativas (Brasil, 2005). Devido a sua importância, autores como Berg et al. (2013) ressaltam fatores que impactam na variabilidade das condições de balneabilidade, indicando a relevância de aspectos naturais e antrópicos. Entre os fatores naturais, estariam as chuvas excessivas que alteram o volume de águas no ambiente da costa, e aumentam a densidade de bactérias e corpos estranhos. Já entre os aspectos antrópicos estão os períodos de grande concentração de pessoas nos litorais, o que gera desequilíbrio na gestão de esgoto e lixo, resultando em um problema para condição da água desses locais.

No Brasil, o desenvolvimento urbano e industrial não foi acompanhado pela implementação de infraestruturas de saneamento adequadas, além de ser necessário apenas um tratamento mínimo para o escoamento do esgoto no mar (Strauch; Erzinger, 2021). Esse fator, aliado à dificuldade de monitoramento das águas (Berg et al., 2013; Lopes et al., 2013) aumentam o risco de proliferação de microrganismos patogênicos que podem afetar a saúde das pessoas que entram em contato com a água contaminada ou que consomem alimentos oriundos dessa (Ferreira et al., 2013; Verhoughstraete et al., 2020; Fumian et al., 2023; Sarmiento et al., 2020; Vasquez-Garcia et al., 2022). Entre as possíveis enfermidades estão as doenças gastrointestinais que, segundo a literatura, possuem relação direta com o uso recreativo de águas, mesmo que a taxa de poluição dessas seja apenas marginal (Cabelli et al., 1982; Prüss, 1998; Fewtrell, Kay. 2015; Farrell et al., 2021).

Neste contexto, a presença de coliformes termotolerantes em águas recreativas pode indicar contaminação fecal, o que aumenta o risco de doenças gastrointestinais, infecções urinárias e outras doenças transmitidas pela água (OMS, 2008), acometendo principalmente crianças (Wade et al., 2022). Para evitar a contaminação ou mesmo surtos de doenças, a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003) preconiza uma

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

concentração máxima de 60 coliformes termotolerantes por 100 ml de água para que esta seja considerada como própria para banho.

No âmbito nacional, o órgão responsável por ditar as diretrizes acerca da balneabilidade é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), e o faz a partir da base legal definida através da Resolução nº 274, de 2000. As águas são consideradas próprias para contato quando pelo menos 80% das amostras coletadas nas cinco semanas anteriores apresentarem, no máximo, 1.000 coliformes termotolerantes ou 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros, e são consideradas impróprias quando, neste mesmo período, mais de 20% das amostras indicarem valores maiores do que 1.000 coliformes termotolerantes ou 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros, ou quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes termotolerantes ou 2.000 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Há, portanto, uma disparidade entre os valores sugeridos pela OMS e o padrão nacional, que é mais brando. Esse é o ponto central do presente artigo, que explora a diferença na intenção de identificar a relação entre a qualidade da água recreativa e as internações por doenças gastrointestinais. Mais especificamente, esses diferentes padrões fazem com que haja variação no número de municípios tratados (não balneáveis) e de controle (balneáveis), o que permite explorar, através de um modelo de Regressão com Descontinuidade (RDD) do tipo *Sharp*, a relação do padrão adotado com a taxa de internações por doenças infecciosas do sistema gastrointestinal.

Para tal, são utilizados os dados de internações hospitalares do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e os de balneabilidade das águas de contato primário no Rio Grande do Sul durante os períodos de alta temporada, compreendido entre novembro de 2004 a dezembro de 2015, disponibilizados pela FEPAM² (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler). A ênfase no estado e no período se justifica por eles terem características que favorecem o alcance do objetivo proposto. No Rio Grande do Sul, são coletados menos de 50% do esgoto total produzido, abaixo da média nacional, dos quais apenas 13% possuem tratamento adequado (Pessoa, 2017), enquanto a alta temporada, eleva o contingente populacional, pressionando uma estrutura defasada, e favorecendo a proliferação e a contaminação por coliformes termotolerantes.

Além desta introdução, este trabalho está organizado de maneira que a próxima seção apresenta uma revisão de literatura, em que são abordados pontos como a relação entre sanidade, saúde e balneabilidade. Após, são apresentados o método e a base de dados, seguidos de uma seção com os resultados encontrados e discussão com a literatura pertinente. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

²Esta instituição é que mede e informa, com base nos limites determinados pelo CONAMA, os indicadores para acompanhamento da condição das águas para contato primário no Rio Grande do Sul.

2. Revisão de Literatura

As atividades exercidas em águas de contato primário, como natação e mergulho, são importantes meios de promover o bem-estar físico e mental. Estas águas também possuem potencial de promover a conservação do meio ambiente e da biodiversidade, além de estimular a economia local, através do turismo (OMS, 2003). No entanto, a exposição a microrganismos nocivos à saúde e transmitidos pela água pode representar um problema significativo de saúde pública.

Neste sentido, o principal enfoque do presente trabalho gira em torno das questões relacionadas à má qualidade das águas de contato primário, especificamente no impacto dessas nas condições de saúde das populações expostas. Embora águas balneáveis tenham, por definição a função de lazer, a prática de esportes, entre outras amenidades, é difícil mensurar os riscos à saúde associados a essas atividades (Collier et al., 2015).

Em um estudo precursor nos Estados Unidos, Stevenson (1953) detectou estatisticamente o aumento da incidência de problemas de pele, olhos, nariz, garganta, ouvidos e gastrointestinais, em banhistas pelo contato primário com ambientes naturais com condição de sanidade precária. O desenvolvimento da literatura apontou que as doenças causadas pela má gestão dos recursos hídricos e dos sistemas de saneamento vão desde leves alergias até problemas respiratórios e morbidades que afetam o trato digestivo (Berg et al, 2013), além de impactarem principalmente as crianças (Checkley et al., 2004; Pickering et al., 2015), podendo ocasionar deterioração da formação de capital humano ao longo do tempo (Hammers; Spears, 2013; Lawson; Spears, 2016; Vyas et al., 2016).

Neste mesmo contexto, Cabelli et al (1982) ao conduzir um estudo epidemiológico em Nova Iorque, atestam que há uma relação direta entre o uso recreativo de águas de contato primário e doenças gastrointestinais, mesmo que a taxa de poluição seja apenas marginal. Esse fato é corroborado por revisões de literatura, como Fewtrell e Kay (2015), Farrell et al. (2021) e Bourli (2023), justificando a gastroenterite como a doença de maior prevalência entre os usuários de águas de contato primário (Balaraman et al., 1991; Prüss, 1998; Yoder et al., 2008; Cheung et al., 2009). Inclusive, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2008), para cada US\$ 1,00 gasto em saneamento, são economizados aproximadamente US\$ 4,00 com saúde pública, o que justifica os esforços no combate à exposição dos indivíduos a agentes patógenos provenientes tipicamente de más condições de sanidade (Cameron et al., 2013; Clasen et al., 2014).

Autores como Ferreira et al. (2013) e Kauppinen et al., (2017) destacam que entre os principais canais de poluição das águas de contato primário estão os fatores antropogênicos, como o contágio por produtos químicos, a destinação incorreta do lixo e o lançamento de esgoto não tratado em recursos hídricos. Mota (1997) ressalta que a principal causa de poluição na água se dá por uma infraestrutura urbana precária,

incapaz de absorver corretamente as vias de contágio das águas. Pressões antropogênicas sobre a estrutura ambiental ocasionam problemas advindos da manutenção e do manejo do sistema de saneamento, e corrigir esse problema, típico de balneários em alta temporada, garante a contenção de diversos problemas de saúde (Boelee et al., 2019). Além disso, reforça-se o fato de que, durante temporadas de calor, locais que apresentam localidades propícias para a utilização de águas para banho apresentam um maior risco e maior velocidade de contaminação por agentes patógenos provenientes de poluentes, devido não somente a maior pressão populacional sobre o ambiente, mas também pelo maior número de indivíduos expostos (Balarajan et al., 1991; Cheung et al., 2009).

No Brasil, a revisão de literatura realizada por Girardi et al. (2019) chama atenção para necessidade de maior monitoramento da qualidade da água recreacional no país, tanto para melhorar a avaliação do risco à saúde humana, como para indicar as fontes de contaminação e a importância do saneamento ambiental adequado. Neste contexto, o estado do Rio Grande do Sul, foco da presente análise, apresenta um baixo nível de cobertura de coleta de esgoto se comparado a média nacional. Kluge et al. (2014), inclusive, detectaram-se a presença de vírus entéricos, transmitidos por via fecal-oral, na água de escolas públicas no estado.

Os dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento-SNIS, segundo estudo do Departamento de Economia e Estatística-DEE/RS (2022), indicam que no período de 2015 a 2020, 47,2% da população brasileira vivia em domicílios sem acesso ao serviço de coleta de esgoto. Para o mesmo período, no estado do RS, a proporção é de 68,56% da população que residia em domicílios sem acesso ao serviço de coleta de esgoto. Esse elevado percentual acaba gerando externalidades que passam por diversos segmentos, além de impactar diretamente a saúde e bem-estar da população do estado. Assim, na tentativa de contribuir para a compreensão das perdas econômicas e sociais geradas pela falta de cobertura no estado é que o presente estudo visa quantificar o custo associado à falta de saneamento à saúde pública do RS”.

3. Dados e Métodos

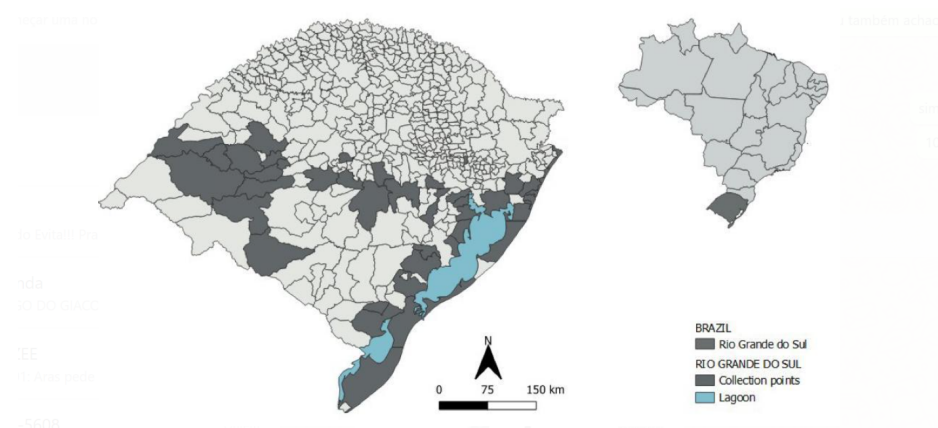
A estratégia de identificação adotada levou em consideração a perspectiva de se avaliar a influência dos índices de balneabilidade sobre a incidência de doenças gastrointestinais, informadas por local de contágio para os municípios selecionados, utilizando para isso o método de *Regression Discontinuity Design* (RDD) Sharp. Através desse método, visa-se identificar o efeito do tratamento (não ser balneável) sobre a incidência desse tipo de comorbidades, em relação aos municípios controles (balneáveis), analisando o período que compreende de novembro de 2004 a dezembro de 2015 – considerando apenas os meses de alta temporada. Os dados relativos a internações por causas de doenças gastrointestinais são provenientes do departamento de informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e as informações referentes às condições de balneabilidade foram retiradas dos registros de coletas da FEPAM como

destacados a seguir.

3.1 Base de dados e tratamentos

A coleta de informações e testes dos parâmetros de avaliação da qualidade das águas de contato primário no Rio Grande do Sul é realizada e informadas pela FEPAM. A instituição realiza o procedimento para os meses de alta temporada, embora não exista uma periodicidade específica ao longo do espaço temporal dos dados, podendo variar entre os municípios e até mesmo dentro da mesma temporada. De forma geral, não há informações para meses anteriores a novembro e tampouco para meses após abril, embora na maioria dos casos as coletas vão dos meses de novembro a março e os pontos de coleta podem ser visualizados na Figura 1 a seguir.

Figura 1. Pontos de coleta e análise no Rio Grande do Sul



Fonte: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS.

De modo mais detalhado, os parâmetros utilizados na análise dos índices são: (i) a densidade de Coliformes Termotolerantes e (ii) internações por doenças do aparelho gastrointestinal. No geral, os municípios analisados ao longo do tempo apresentam análise de ambos os parâmetros. A definição da escolha para tratar dos níveis de balneabilidade, visto que o dado não é representado como um índice, mas sim apenas pela informação da contagem dos referidos parâmetros na data de coleta, foi trabalhar com a média simples para o mês analisado, de forma que isso expresse de alguma forma como aquele município se aloca dentro da questão da balneabilidade. É importante ressaltar que o fato de o município ser balneável não exclui risco, visto que em algum momento específico dentro do mesmo período ele pode ter contagens acima do permitido, o que não é fator determinante para o critério exigido pelo CONAMA. Espera-se, dessa forma, que a média dos valores consiga amenizar esse problema.

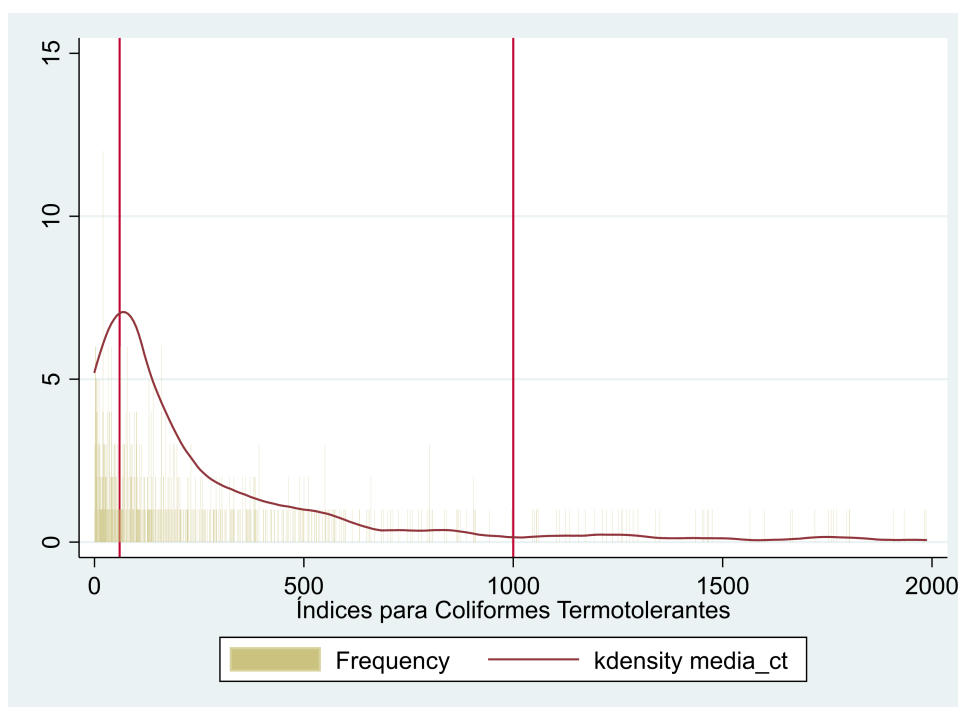
Como destacado, as doenças abordadas são referentes a problemas do aparelho gastrointestinal, conforme as apresentadas por Berg et al. (2013), diarreia e gastroenterites infecciosas. Os dados são do Sistema de Internações Hospitalares (SIH) do Sistema Único de Saúde (SUS), com informações para os municípios de internação, de forma que isso englobe também as populações flutuantes, comuns em períodos de

veraneio. Para suavizar o problema do tamanho dos municípios, a variável para o nível de doenças é trabalhada como uma taxa bruta ponderada pela população residente, conforme indicado pelo próprio DATASUS. Em que consiste na seguinte relação:

$$\text{Taxa de Interações} : \frac{\text{Número total de internações}}{\text{Número total de habitante}} \cdot 1000 \quad (1)$$

A seguir, na Figura 2, demonstra-se a distribuição dos índices médios de balneabilidade para as contagens de coliformes termotolerantes. As duas barras destacadas em vermelho indicam os valores considerados pela OMS (60) e também pelo CONAMA (1000) para indicar se um ponto é ou não balneável.

Figura 2. Distribuição dos Índices e os valores dados pela OMS e CONAMA



Fonte: FEPAM/RS

A seguir, na Tabela 1, apresentam-se as médias das contagens de coliformes termotolerantes bem como a média das internações para doenças infecciosas do aparelho gastrointestinal, para os municípios analisados.

Tabela 1. Estatísticas descritivas dos dados

Variável	Média	Mínimo	Máximo	Observações
Coliformes Termotolerantes	632,0469	0	50000	810
Doenças	26,59848	0	324	1452

Fonte: FEPAM e DATASUS.

De posse dessas informações, o próximo passo é explicitar como funcionará o modelo de regressão com descontinuidade não paramétrica, buscando elucidar a intenção do trabalho de forma mais detalhada, como funciona formalmente e a especifici-

idades do RDD no desenho *Sharp*. Lembrando que a utilização do instrumento de seleção será a média simples mensal dos parâmetros de balneabilidade analisados, enquanto para captar as condições de saúde será usada a taxa de internações para doenças gastrointestinais.

3.2 Método

Em casos como o estudado, em que existe uma regra determinística que define tratados e controles ao longo do ponto de corte ou *cutoff*, a vantagem de se utilizar o *design* de Regressão com Descontinuidade (RDD) é por se tratar de um dos modelos mais críveis entre os quase-experimentos estatísticos (Calónico et al., 2017). Além disso, o método é de fácil interpretação, apresentação, e falseamento, se mostrando uma estratégia adequada de identificação para casos como o abordado neste trabalho.

A principal característica a ser considerada, além do pressuposto de continuidade da variável de interesse, é se a regra de decisão é um parâmetro bem definido ou não, determinando assim a utilização do modelo em formato *Sharp* ou *Fuzzy*. No caso atual, como abordado previamente, a regra de seleção, ou seja, o ponto onde o ponto de coleta deixa ou não de ser balneável, é definido com base legal nas resoluções do CONAMA/OMS, o que indica o formato *Sharp* como o mais indicado. Isso significa que estar no grupo que recebe o tratamento está ligado a um valor exógeno não controlável pelos municípios, como no caso da regra utilizada pelo CONAMA/OMS, definido pela variável de classificação que é o índice observado de balneabilidade para cada município da amostra.

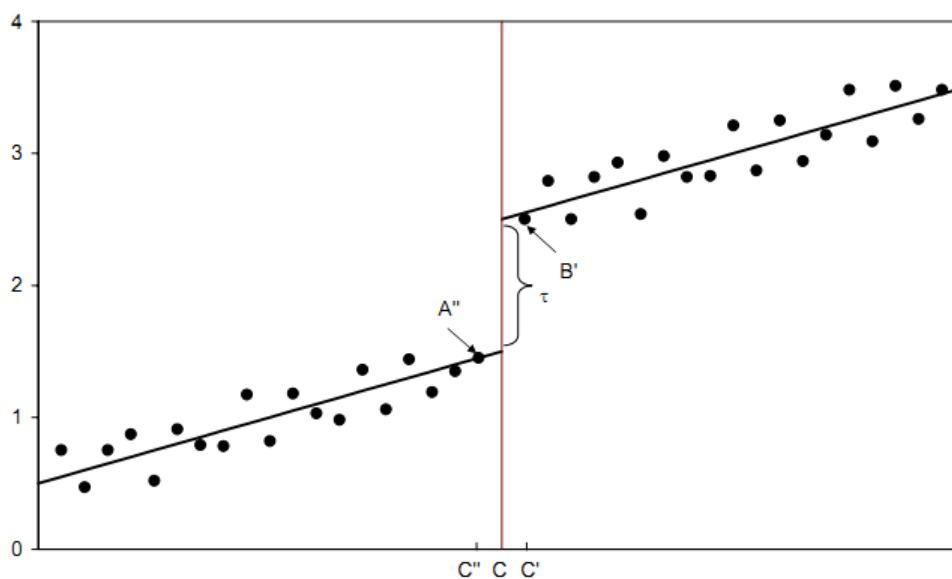
A estratégia de RDD se torna adequada por se tratar justamente de um método quase-experimental (Lee; Lemieux, 2010), o que oferece controle sobre as relações de causalidade a serem testadas no modelo. Processos de quase-experimento são delineamentos que não consideram amostragem aleatorizada para definição dos grupos tanto de tratamento quanto de controle, o que se torna uma imensa barreira para tentativa de auferir relação causal com processos de pré-experimento padrão (Selltiz et al., 1976). Como a aleatorização isso não é possível, o processo de quase-experimento se torna a opção mais válida, logo em seguida, oferecendo uma alternativa de controle dos acontecimentos e das interações entre os grupos (que se perderia em casos de uma abordagem simples de pré-experimento). Dessa forma, os modelos de quase-experimento apresentam alguma validade interna, em contraponto a quase nenhuma validade interna dos modelos simples pré-experimentais.

Para isso, o êxito do RDD depende de duas condições básicas: (i) a variável de classificação não pode ser causada ou influenciada pelo tratamento e; (ii) o ponto de corte precisa ser exógeno, garantindo que a atribuição a receber o tratamento seja garantida através do *score* do indivíduo em relação ao ponto de corte. No caso específico, a posição do município em relação às suas condições de balneabilidade é independente da regra definida tanto pelo CONAMA quanto pela OMS, ou seja, ser ou não balneável independe da vontade do município, visto que se pressupõe exogenia na definição

do parâmetro por parte do agente estadual credenciado, no caso a FEPAM, tornando essa relação incapaz de gerar viés de autosseleção, o que garante a validade interna da abordagem quase-experimental. Tal imprecisão no controle dos indivíduos sobre o ponto de corte garante que a variação do tratamento na vizinhança ao ponto de corte ser tão boa quanto uma aleatorização.

Abaixo é ilustrada a forma de distribuição de uma Regressão com Descontinuidade, em que C representa o ponto de *cutoff*, que para o caso específico é o limite para um município ser balneável conforme a regra aplicada pelo CONAMA/OMS. Esse parâmetro é o que vai delimitar se o município faz parte do grupo de controle (à esquerda de C) ou tratado (à direita de C). De forma prática, os tratados representam os grupos de municípios que sofrem com condições de águas impróprias para o contato primário. Como a intenção é verificar o efeito de ser impróprio nas condições de saúde, espera-se que os municípios no entorno do ponto de corte sejam semelhantes em características observáveis e não observáveis, fazendo com que o efeito seja explicado justamente na descontinuidade observada no ponto C da Figura 3.

Figura 3. Representação genérica do impacto no caso de um quase experimento através de um modelo de Regressão com Descontinuidade (tipo *Sharp*)



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Angrist e Pischke (2009).

Em se tratando do modelo *Sharp* RD, a regra de decisão para o tratamento é determinística, como discutido anteriormente, e o tratamento é uma função descontínua de X_i , não importando a proximidade entre X_i e X_0 , pois o tratamento só muda no momento exato onde ambos os parâmetros se igualam. Em que $D_i = 1[\bar{X}_i \geq \bar{X}]$, em que \bar{X} representa o ponto de corte definido pela regra do CONAMA, densidade de 1000 coliformes termotolerantes por 100 ml de água e, para a OMS a densidade é consideravelmente mais restrita, indicando como limite para esse tipo de parâmetros 60 por 100ml de água, enquanto X é a variável de classificação, considerando que $\{[Y_i(0), Y_i(1), X_i]': i = 1, 2, \dots, n\}$ seja uma amostragem aleatória de $\{[Y_i(0), Y_i(1), X_i]'\}$,

em que $Y_i(0)$ representa o resultado sem tratamento, enquanto $Y_i(1)$ representa o resultado com tratamento. Como tratamos neste caso de uma regra de seleção determinística, i será considerado tratamento se $X_i > \bar{X}$, sendo alocado no grupo de controle se $X_i \leq \bar{X}$. Dessa forma:

$$Y_i = \begin{cases} Y_i(1) & \text{se } X_i > \bar{X} \\ Y_i(0) & \text{se } X_i \leq \bar{X} \end{cases} \quad (2)$$

3.3 Regressão com descontinuidade não-paramétrica

O diferencial da utilização da abordagem não paramétrica, conforme indicado por Cattaneo et al. (2014), parte do ponto de que ao invés de estimar propriamente os parâmetros, a regressão não-paramétrica constrói o estimador através da informação obtida nos dados, o que não assume uma forma funcional determinada. Isso implica que a estratégia não paramétrica estima a própria forma funcional, de forma que se adeque a uma estimação local de uma sub-amostragem dentro de uma certa largura de banda em torno do ponto de *cutoff*. A regressão polinomial local modela funções e ao se ajustar com os dados, o que atenua dispersões.

Formalmente, considerando que o desenho para o caso em questão é *Sharp*, o efeito médio de tratamento se dá por:

$$\pi = E[Y_i(1) - Y_i(0) | X_i = \bar{X}] \quad (3)$$

O que implica que esse estimando apresenta identificação não-paramétrica sob as condições de continuidade definidas por:

$$\pi = \lim_{x \downarrow \bar{x}} E(Y_i | X_i = \bar{x}) - \lim_{x \uparrow \bar{x}} E(Y_i | X_i = \bar{X}) \quad (4)$$

Seguido disso, adiciona-se um estimador baseado no método de Kernel que apresenta função polinomial em ambos os lados do *cutoff*. Sendo assim, a regressão ajustada para unidades tratadas e unidades controles fica:

$$\hat{\pi}_p(h_n) = e'_0 \hat{\beta}_{+,p}(h_n) - e'_0 \hat{\beta}_{-,p}(h_n) \quad (5)$$

Em que,

$$\hat{\beta}_{+,p}(h_n) = \arg \min_{\beta \in \mathbb{R}^{p+1}} \sum_{i=1}^n I(X_i \geq \bar{x}) \{Y_i - r_p(X_i - \bar{x})' \beta\}^2 K_{h_n}(X_i - \bar{x}) \quad (6)$$

$$\hat{\beta}_{-,p}(h_n) = \arg \min_{\beta \in \mathbb{R}^{p+1}} \sum_{i=1}^n I(X_i < \bar{x}) \{Y_i - r_p(X_i - \bar{x})' \beta\}^2 K_{h_n}(X_i - \bar{x}) \quad (7)$$

Assim, $r_p(x) = (1, x, \dots, x^p)'$, $1_0 = (1, 0, \dots, 0) \in \mathbb{R}^{p+1}$ é o vetor de primeira unidade, $K_h(u) = K(u/h)h$ com $K(\cdot)$ uma função kernel, h_n é uma sequência positiva de largura de banda e $1(\cdot)$ denota a função indicador.

Na regressão não paramétrica, a principal hipótese para validação do modelo é que os estimadores polinomiais locais satisfaçam as seguintes condições:

$$\beta_{+,p}(h_n) \rightarrow_p \beta_{+,p} \quad \text{e} \quad \beta_{-,p}(h_n) \rightarrow_p \beta_{-,p} \quad (8)$$

Com,

$$\beta_{+,p} = \left(\mu_+, \mu_+^{(1)}, \frac{\mu_+^{(2)}}{2}, \dots, \frac{\mu_+^{(p)}}{p!} \right)' \quad (9)$$

$$\beta_{-,p} = \left(\mu_-, \mu_-^{(1)}, \frac{\mu_-^{(2)}}{2}, \dots, \frac{\mu_-^{(p)}}{p!} \right)' \quad (10)$$

$$\mu_+^{(S)} = \lim_{x \downarrow \bar{x}} \frac{\partial^S}{\partial x^S} \mu_+(x) \quad (11)$$

$$\mu_+(x) = E\{Y(1)|X_i = x\} \quad (12)$$

$$\mu_-^{(S)} = \lim_{x \downarrow \bar{x}} \frac{\partial^S}{\partial x^S} \mu_-(x) \quad (13)$$

$$\mu_-(x) = E\{Y(0)|X_i = x\} \quad (14)$$

Em que, $S = 1, 2, \dots, p$.

Isso posto, o modelo garante que o conjunto de estimadores de π sejam válidos e consistentes. Para o caso em específico, o que se busca testar é o efeito médio de tratamento, representado pela quebra em torno do ponto de seleção, através da estratégia de regressão não-paramétrica com um desenho *Sharp*. Em outras palavras, ao utilizar-se de uma sub-amostragem no entorno do *cutoff*, usando a regressão polinomial local, demanda-se testar de que forma o nível de doenças gastrointestinais se comporta conforme a alocação dos municípios no que tange a sua condição de balneabilidade.

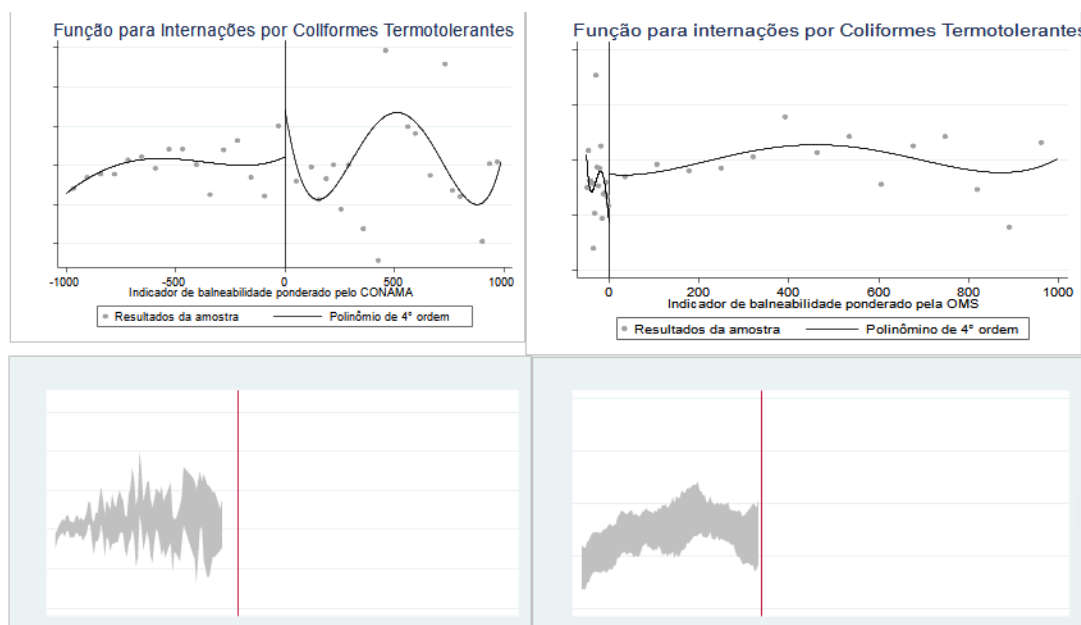
4. Resultados

4.1 Análise gráfica

Nessa seção realiza-se a análise gráfica da variável de resultado em relação à variável usada como instrumento de forma a tornar mais visível o “salto” dado pela descontinuidade nos pontos destacados pelas legislações, levando em consideração o design *Sharp*. A caracterização do RDD se dá pela total atribuição da formação dos grupos em relação ao ponto de corte, ou seja, observações à direita do *cutoff* recebem o efeito de tratamento, enquanto observações à esquerda do *cutoff* representam o grupo de controle. Isso implica que no design *Sharp*, a probabilidade de receber tratamento varia de 0 para 1 de acordo com um critério exogenamente definido, como no caso dados pelo CONAMA e pela OMS.

Assim, tem-se o caso em que a determinação da variável de seleção é atribuída pela regra do CONAMA e pela OMS. Na Figura 4, estão os resultados para os dois casos. A direita do ponto de corte estão as unidades que estão com índices acima do tolerável dado pelo CONAMA (os tratados), neste caso, são não balneáveis; a esquerda está o grupo com índices abaixo do tolerável (os controles), unidades da amostra que são balneáveis e isso se repete para a regra da OMS. Para o caso do CONAMA, a Figura demonstra que há um salto positivo no limiar do critério de seleção, indicando que há uma relação de impacto no sentido de aumentar a taxa de internações por coliformes termotolerantes devido ao município apresentar condições acima do aconselhável quanto à qualidade das suas águas de contato primário. Porém, após o limiar, o ajuste do polinômio mostra que este efeito não é tão bem definido.

Figura 4. Internações e os limites de balneabilidade (CONAMA E OMS)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados retirados da FEPAM e SIH/DATASUS.

Já no caso da regra dada pela OMS, ainda conforme a Figura 4, a descontinuidade além de apresentar um salto positivo nas internações, também possui um melhor ajuste na trajetória, indicando de forma mais clara o impacto de uma regra hipotética mais rigorosa. Isso, portanto, reforça a importância de um nível de tolerância ainda menor, indo ao encontro das críticas ao limite aplicado no território nacional, conforme indica Berg et al. (2013). A próxima subseção, a seguir, apresenta os resultados das regressões, buscando testar se há respaldo nos modelos estimados às indicações gráficas.

4.2 Resultados da regressão com descontinuidade

A análise gráfica, de maneira padrão, indica os resultados para o polinômio de quarta ordem, porém, serão testados polinômios de diferentes ordens para uma checagem de robustez, partindo do pressuposto de verificação da sensibilidade da variável de interesse a mudanças no *score* dos municípios quanto a variável de seleção. As regressões são realizadas utilizando o método de seleção de banda ótima proposto por Calonico et al (2014).

A Tabela 2, abaixo, indica a regressão para os parâmetros testados em relação à regra do CONAMA e da OMS, com o uso de quatro polinômios e três métodos não paramétricos de regressão descontínua.

Tabela 2. Resultados da RDD utilizando a norma nacional e a da OMS.

Método	Ordem			
	p(1)	p(2)	p(3)	p(4)
Coliformes Termotolerantes Regra CONAMA				
Convencional	-0.0959 (0.263)	-0.375 (0.452)	-0.631 (0.530)	-0.763 (0.847)
Correção viés	-0.0562 (0.263)	-0.412 (0.452)	-0.715 (0.530)	-0.849 (0.847)
Robusto	-0.0562 (0.333)	-0.412 (0.490)	-0.715 (0.568)	-0.849 (0.878)
Coliformes Termotolerantes Regra OMS				
Convencional	0.0730 (0.0721)	0.220** (0.105)	0.262* (0.150)	0.371* (0.210)
Correção viés	0.207*** (0.0721)	0.250** (0.105)	0.397*** (0.150)	0.257 (0.210)
Robusto	0.207** (0.102)	0.250* (0.149)	0.397** (0.192)	0.257 (0.272)
Observações	757			

Erros padrões robustos entre parênteses. *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da FEPAM e do DATASUS.

Os resultados estimados para a regra do CONAMA não se mostraram significativos, o que torna os resultados inconclusivos. Já para regra da OMS, todos os graus polinomiais apresentaram significância estatística, excetuando-se apenas os casos pelo método convencional, no polinômio de primeira ordem, e por correção de viés e robusto, para o polinômio de quarta ordem. O efeito médio de tratamento, conforme indicado pelos coeficientes de regressão, apresenta diferentes graus de impacto de acordo com o método e grau polinomial utilizado. A análise se dará considerando apenas os resultados estatisticamente significativos. Por isso, observa-se que no método convencional o aumento na taxa de internações se dá, no polinômio de grau

quatro, num montante de 37,10%. O resultado converge também nos métodos analisados por correção de viés e robusto, ambos no polinômio de grau três, apresentam um impacto de 39,70% na taxa de internações.

Os resultados obtidos estão em linha com as visões de Stevenson (1953), Cabelli et al. (1982), Fewtrell e Kay (2015), e Farrell et al. (2021) que argumentam que mesmo uma poluição marginal da água para contato primário apresenta um maior risco de doenças transmitidas pela água. Além disso, sugere que o padrão de qualidade da água estabelecido pelo CONAMA pode ser muito permissivo, uma vez que a análise das taxas de internações por doenças intestinais relacionadas à balneabilidade questiona a eficácia da lei, que visa proteger os banhistas de patógenos que podem causar doenças. Em termos preliminares, ao adotar as diretrizes da OMS, que consideram condições mais seguras para a balneabilidade, os resultados mostraram uma associação positiva e significativa com a presença de coliformes termotolerantes em muitos casos.

Em suma, tanto a análise gráfica quanto o resultado das regressões descontínuas mostram que o sentido do efeito é positivo sobre a taxa de doenças apenas se utilizarmos os limites definidos pela regra da OMS para os índices toleráveis de Coliformes Termotolerantes, apresentando também significância estatística em quase todos os níveis de polinômios. Isso implica que, ao se mudar a definição do instrumento que determina se a unidade é ou não tratada, ou não balneável, há uma possibilidade maior de exposição aos problemas consequentes de águas de contato primário em más condições, indo ao encontro de Berg et al (2013), o qual alertam para o fato de a regulamentação do CONAMA ser muito branda, o que põe em risco a saúde dos banhistas no Brasil.

Assim, os resultados encontrados salientam a relação entre a qualidade da água e a saúde pública. É fundamental para o Rio Grande do Sul, e para o Brasil como um todo, atentar-se para a importância do saneamento básico que, segundo Girardi et al. (2019), é o principal responsável pela contaminação de ambientes aquáticos. A falta de saneamento torna a água um potencial vetor na transmissão de doenças, tanto em função de atividades recreativas, como pelo consumo de água e de comida contaminada (Ferreira et al., 2013; Verhoughstraete et al., 2020; Fumian et al., 2023; Sarmiento et al., 2020; Vasquez-Garcia et al., 2022). Há, portanto, amplos impactos positivos do investimento em saneamento no desenvolvimento social, econômico e ambiental, além de promover outros objetivos do desenvolvimento sustentável (Diep et al., 2021). Neste sentido, a próxima subseção apresenta uma tentativa de estimar uma parte dos custos na saúde gerados pela falta de balneabilidade para o estado do Rio Grande do Sul.

4.3 Simulação dos custos diretos da não balneabilidade

Uma vez que é possível identificar a influência das condições de balneabilidade na taxa de internações por enteropatia, dado os limites de Coliformes Termotolerantes

definidos pela OMS, um próximo passo é identificar os custos diretos das internações decorrentes da ausência de definir esta regra como critério para a balneabilidade. Para tal, serão utilizados como referência os resultados do polinômio de terceira ordem, encontrado pelos métodos com correção de viés e robusto, de uma taxa mensal de internações na alta temporada de 0,397 por mil pessoas (Tabela 2).

Diante desse resultado, dado os 17 municípios costeiros marinhos do Rio Grande do Sul, que juntos possuem cerca de 582.260 habitantes (IBGE, 2023) e considerando as estimativas de Zuanazzi e Bartels (2016), as quais apontam que nos meses de dezembro a março (temporada) o número de habitantes podem atingir um patamar de crescimento médio de 215% por mês no litoral norte gaúcho. Além do mais, considerando os apontamentos indicados por Gonçalves, Garcia e Oliveira (2011), de que no litoral sul, mais especificamente no município de Rio Grande, o crescimento da população no litoral seria da ordem de 130%, e supondo que os demais municípios do litoral sul tenham uma elevação de 65%, metade do estimado para o município de Rio Grande, em função de serem menos expressivas em termos de infraestrutura e com maior dificuldade de acesso, tem-se uma população estimada, diretamente vinculada ao litoral durante a temporada, de aproximadamente 3,835 milhões de pessoas durante os quatro meses da temporada, conforme destacado na Tabela 3.

Tabela 3. Custo estimado da falta de balneabilidade

Municípios	Litoral	População	Pop. Litoral	Nº de internações	Custo (R\$)
Torres	Norte	41,751	89,765	35	31,936.00
A. Sal	Norte	11,057	23,773	9	8,458.00
T. Areia	Norte	10,286	22,115	9	7,868.00
C. Canoa	Norte	63,594	136,727	53	48,644.00
Xangri-lá	Norte	16,463	35,395	14	12,593.00
Osório	Norte	47,400	101,910	40	36,257.00
Imbé	Norte	26,824	57,672	22	20,518.00
Tramandaí	Norte	54,387	116,932	46	41,601.00
Cidreira	Norte	17,071	36,703	14	13,058.00
B. Pinhal	Norte	14,955	32,153	13	11,439.00
P. do Sul	Sul	12,844	8,349	3	2,970.00
Mostardas	Sul	12,090	7,859	3	2,796.00
Tavares	Sul	5,212	3,388	1	1,205.00
S. J. Norte	Sul	25,443	16,538	6	5,884.00
Rio Grande	Sul	191,900	249,470	97	88,755.00
S.V. Palmar	Sul	30,983	20,139	8	7,165.00
Total mensal	-	-	958,886	374	341,146.00
Temporada	-	-	3,835,544	1,496	1,364,585.00

Fonte: Resultados com base no IBGE (2023), Zuanazzi e Bartels (2016) e Gonçalves, Garcia e Oliveira (2011).

Além disso, com base em Siqueira et. al. (2017), tem-se que a despesa por internação de doenças gastrointestinais infecciosas é de R\$ 912,24³. De tal forma que o custo direto da ausência de um limite mais rígido nos Coliformes Termotolerantes, conforme definido pela regra da OMS, é de aproximadamente R\$ 1.364.585,88 por temporada, isso somente para as internações hospitalares em decorrência de doenças

³Valor atualizado pelo IPCA acumulado para junho de 2023.

gastrointestinais. Isto é, não abrange os custos associados com níveis mais brandos da doença, ou mesmo os custos com medicações e dos atendimentos ambulatoriais, sem mencionar também os custos com capital humano advindo de algum óbito ou doenças crônicas geradas pelo contato com águas contaminadas.

Assim, apesar das limitações associadas a impossibilidade de mensuração dos custos indiretos e também das estimativas associadas ao volume de visitantes nos demais municípios do litoral do sul do RS, a aplicação destaca um custo que poderia ser evitado caso houvesse um investimento contínuo em saneamento básico nos municípios litorâneos do Rio Grande do Sul ou uma tolerância menor de coliformes termotolerantes para definição dos índices de balneabilidade dada pela FEPAM/RS e essa situação pode ser mensurada para os demais estados brasileiros, algo que serve como *benchmarking* para os demais estados da federação, fomentando assim discussões sobre a importância do investimento em saneamento básico no Brasil.

5. Considerações Finais

Este estudo buscou identificar o impacto dos índices de balneabilidade sobre as condições de saúde nos municípios selecionados no Rio Grande do Sul, considerando os períodos de alta temporada de novembro de 2004 até dezembro de 2015, tendo por base os indicadores de qualidade das águas para contato primário avaliados e informados pela FEPAM. Verificou-se a relação entre as taxas de internação por doenças de ordem gastrointestinais, sabidamente maior ocorrência entre os problemas enfrentados por banhistas e qualidade da água definida pelos índices de balneabilidade. Foram realizadas regressões com descontinuidade, levando em conta a legislação vigente no Brasil e, também, levando em consideração aos índices definidos pela OMS como regra de seleção entre controles (balneáveis) e tratamentos (não-balneáveis).

Os resultados apontaram que, pela análise dos limites definidos pelo CONAMA, não houve uma relação causal significativa entre os níveis de balneabilidade e internações por doenças gastrointestinais. No entanto, quando avaliados nos limites definidos pela OMS, encontrou-se relação positiva, indicando que quando os índices estão maiores do que os definidos pela instituição há um aumento de internações. Esse resultado torna-se relevante visto que se agrega aos demais na preocupação da literatura quanto à ineficácia das normas propostas pelo CONAMA, o que implicaria em maior exposição ao risco por parte dos banhistas em águas recreacionais no contato primário devido à vigência da legislação atual, além de não indicar o problema maior que é a falta de saneamento básico no litoral do Rio Grande do Sul.

Diante disso, o presente estudo intenciona ser um primeiro passo no sentido de uma melhor investigação do impacto de águas de contato primário sobre a saúde da população que procura lazer em meses de alta temporada no estado do Rio Grande do Sul. É de suma importância trazer para o debate não apenas a avaliação dos efeitos das consequências negativas do contato com águas para banho contaminadas, mas

também da validade e eficácia da norma nacional para o tema, visto que existem críticas ao modelo adotado pelo CONAMA dada a possibilidade de abrandamento da regra e suas implicações para a saúde da população, além de destacar a importância do saneamento básico nos municípios litorâneos.

Referências

- Balarajan, R., Soni Raleigh, V., Yuen, P., Wheeler, D., Machin, D., e Cartwright, R. (1991). Health risks associated with bathing in sea water. *BMJ (Clinical research ed.)*, 303(6815):1444–1445.
- Berg, C. H., Guercio, M. J., e Ulbricht, V. R. (2013). Indicadores de balneabilidade: A situação brasileira e as recomendações da world health organization. *Int. J. Knowl. Eng. Manag*, 2(3):83–101.
- Boelee, E., Geerling, G., van der Zaan, B., Blauw, A., e Vethaak, A. D. (2019). Water and health: From environmental pressures to integrated responses. *Acta Tropica*.
- Brasil (2001). Resolução conama nº 274, de 29 de novembro de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Seção 1.
- Brasil (2005)). Resolução conama nº 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente.
- Bravim, A. D., Bravim, J. S., Sant'Anna, R. O., Barroso, G. F., e Silveira, I. M. O. (2004). Avaliação da balneabilidade da praia da curva da jurema (vitória-es). Texto para discussão, UFES.
- Cabelli, V. J., Dufour, A. P., McCabe, L. J., e Levin, M. A. (1982). Swimming-associated gastroenteritis and water quality. *American Journal of Epidemiology*, 115.
- Calonico, S., Cattaneo, M. D., e Titiunik, R. (2014). Robust nonparametric confidence intervals for regression-discontinuity designs. *Econometrica*, 82(6):2295–2326.
- Cameron, A. C., Shah, M., e Olivia, S. (2013). Impact evaluation of a large-scale rural sanitation project in indonesia. Working Paper 6360, World Bank Policy Research.
- CETESB (2003). Relatório de balneabilidade das praias paulistas. Texto para discussão, Estado de São Paulo.
- Checkley, W., Gilman, R. H., Black, R. E., Epstein, L. D., Cabrera, L., Sterling, C. R., e Moulton, L. H. (2004). Effect of water and sanitation on childhood health in a poor peruvian peri-urban community. *The Lancet*, 363(9403).
- Cheung, W., Chang, K., e Hung, R. (2009). Variations in microbial indicator densities in beach waters and health-related assessment of bathing water quality. *Epidemiology and Infection*, 106(2):329–344.

- Clasen, T., Boisson, S., Routray, P., Torondel, B., Bell, M., Cumming, O., e Ray, S. (2014). Effectiveness of a rural sanitation programme on diarrhoea, soil-transmitted helminth infection, and child malnutrition in odisha, india: a cluster-randomised trial. *The Lancet Global Health*, 2(11):645–653.
- Collier, S. A., Wade, T. J., Sams, E. A., Hlavsa, M. C., Dufour, A. P., e Beach, M. J. (2015). Swimming in the usa: beachgoer characteristics and health outcomes at us marine and freshwater beaches. *Journal of Water Health*, 13(2):531–543.
- Diep, L., Martins, F. P., Campos, L. C., Hofmann, P., Tomei, J., Lakhanpaul, M., e Parikh, P. (2021). Linkages between sanitation in the sustainable development goals: A case study of brazil. *Sustainable Development*, 29(2):339–352.
- Farrell, M. L., Joyce, A., Duane, S., Fitzhenry, K., Hooban, B., Burke, L. P., e Morris, D. (2021). Evaluating the potential for exposure to organisms of public health concern in naturally occurring bathing waters in europe: A scoping review. *Water Research*, 206(1).
- Ferreira, K. C. D., Andrade, M. V., e Costa, A. G. (2013). A influência do lançamento de efluentes de galerias pluviais na balneabilidade da praia do futuro em fortaleza – ce. *Conex. Ci e Tecnol.*, 7(3):9–17.
- Fewtrell, L. e Kay, D. (2015). Recreational water and infection: A review of recent findings. *Journal of Water and Health*, 2:85–94.
- Fumian, T. M., Malta, F. C., Sarmiento, S. K., Fernande, S. B., Negri, C. M., Beletti, S. A. A., Machado, M. H., Guimarães, M. A. A. M., Assis, R. M. S., Baduy, G. A., Fialho, A. M., e Burlandy, F. M. (2023). Acute gastroenteritis outbreak associated with multiple and rare norovirus genotypes after storm events in santa catarina, brazil. *Journal of Medical Virology*, 95(11).
- Girardi, V., Demoliner, M., Gularte, J. S., e Spilki, F. R. (2019). "don't put your head under water": enteric viruses in brazilian recreational waters. *New microbes and new infections*, 29.
- Gonçalves, D. C., Garcia, R. R., e Oliveira, C. L. (2011). Avaliação da expansão do balneário cassino e da acessibilidade aos serviços de saúde, educação e segurança. In: *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Página 8764, Curitiba, PR, Brasil. INPE.
- Hammer, J. e Spears, D. (2013). Village sanitation and child health: Effects and external validity in a randomized field experiment in rural india. *Journal of Health Economics*, 48:135–148.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2023). Portal dos municípios brasileiros. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>.

- Kauppinen, A., Al-Hello, H., Zacheus, O., Kilponen, J., Maunula, L., Huusko, S., e Rimhanen-Finne, R. (2017). Increase in outbreaks of gastroenteritis linked to bathing water in finland in summer 2014. *Eurosurveillance*, 22(8).
- Kluge, M., Fleck, J. D., Soliman, M. C., Luz, R. B., Fabres, R. B., Comerlato, J., Silva, J. V. S., Staggemeier, R., Vecchia, A. D., Capalonga, R., Oliveira, A. B., Henze, A., Rigotto, C., e Spilki, F. R. (2014). Human adenovirus (hadv), human enterovirus (hev) and genogroup a rotavirus (garv) in tap water in southern brazil. *Journal of Water and Health*, 12(3):526–532.
- Kueh, C. S. W., Tam, T. Y., Lee, T., Wong, S. L., Lloyd, O. L., Yu, I. T. S., e Bassett, D. C. J. (1995). Epidemiological study of swimming-associated illnesses relating to bathing-beach water quality. *Water Science and Technology*, 31(5-6):1–4.
- Lawson, N. e Spears, D. (2016). What doesn't kill you makes you poorer: adult wages and the early-life disease environment in india. *Econ. Hum. Biol.*, 21.
- Lee, D. e Lemieux, T. (2010). Regression discontinuity designs in economics. *Journal of Economic Literature*, 48:281–355.
- Lopes, F. W. A., Magalhães Jr, A. P., e Sperling, E. V. (2013). Balneabilidade em Águas doces no brasil: riscos a saúde, limitações metodológicas e operacionais. *Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 9(16):28–47.
- Mota, S. (1997). *Introdução à engenharia ambiental*. ABES, 1 edition.
- Organização Mundial da Saúde (2003). *Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1: coastal and fresh waters*. World Health Organization.
- Organização Mundial da Saúde (2008). Progress on drinking water and sanitation: special focus on sanitation.
- Pessoa, M. L. O. (2017). *Saneamento no RS. In: Atlas FEE*. FEE, Porto Alegre. Disponível em: <http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/saneamento/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2019.
- Pickering, A. J., Djebbari, H., Lopez, C., Coulibaly, M., e Alzua, M. L. (2015). Effect of a community-led sanitation intervention on child diarrhoea and child growth in rural mali: a cluster-randomised controlled trial. *Lancet Global Health*, 3(11).
- Prüss, A. (1998). Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *International Journal of Epidemiology*, 27.
- Sarmiento, S. K., Guerra, C. R., Malta, F. C., Coutinho, R., Miagostovich, M. P., e Fumian, T. M. (2020). Human norovirus detection in bivalve shellfish in brazil and evaluation of viral infectivity using pma treatment. *Marine Pollution Bulletin*, 157.
- Selltiz, C., Wrightsman, L. S., e Cook, S. W. (1976). *Research methods in social relations*. Holt, Rinehart & Winston, New York, 3 edition.

- Siqueira, M. S., Rosa, R. S., Bordin, R., e Nagem, R. C. (2017). Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de porto alegre, rio grande do sul, 2010-2014. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 26(4):795–806.
- Stevenson, A. H. (1953). Studies of bathing water quality and health. *Am J Public Health*, (43):529–538.
- Strauch, S. M. e Erzinger, G. S. (2021)). *Anthropogenic Pollution of Coastal Ecosystems in Brazil*, Página 181–203.
- Teixeira, G. S. e Balbinotto Neto, G. (2016). Seguro-desemprego brasileiro e salário de reinserção: uma análise via regressão com descontinuidade e propensity score matching. *Nova Economia (UFMG. impresso)*, 26:943–980.
- Vasquez-Garcia, A., Mejia-Ballesteros, J. E., Godoy, S. H. S., Barbieri, E., Souza, R. L. M., e Fernandes, A. M. (2022). Norovirus gii and astrovirus in shellfish from a mangrove region in cananéia, brazil: molecular detection and characterization. *Brazilian Journal of Microbiology*, 53(1):317–326.
- Verhougstraete, M. P., Pogreba-Brown, K., Reynolds, K. A., Lamparelli, C. C., Sato, M. I. Z., Wade, T. J., e Eisenberg, J. N. S. (2020). A critical analysis of recreational water guidelines developed from temperate climate data and applied to the tropics. *Water Research*, 170.
- Vyas, S., Kov, P., Smets, S., e Spears, D. (2016). Disease externalities and net nutrition: evidence from changes in sanitation and child height in cambodia, 2005–2010. *Econ Hum Biol.*, 23:235–245.
- Wade, T. J., Arnold, B. F., Schiff, K., Colford Jr, J. M., Weisberg, S. B., Griffith, J. F., e Dufour, A. P. (2022). Health risks to children from exposure to fecally-contaminated recreational water. *PLoS ONE*, 17(4).
- Yoder, J. S., Hlavsa, M. C., Craun, G. F., Hill, V., Roberts, V., Yu, P. A., e Beach, M. J. (2008). Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water use and other aquatic facility-associated health events–united states, 2005–2006. *MMWR Surveill Summ*, 57(9):1–29.
- Zuanazzi, P. T. e Bartels, M. (2016). Estimativas para a população flutuante do litoral norte do rs.

 Este artigo está licenciado com uma *CC BY 4.0 license*.