

HABITAÇÃO E DOENÇAS SANITÁRIAS: Uma abordagem utilizando um Desenho de Regressão Descontinua

Fabio Nishimura¹²

RESUMO

Em 2001, o Governo Federal Brasileiro, preocupado com o déficit habitacional criou o “Programa de Arrendamento Residencial” (PAR). Porém, atrelado a construção de moradias de qualidade e reduzir o déficit habitacional, também ocorreu a melhora na estrutura de saneamento básico para a população que foi contemplada pelo programa. Diante deste fato, o presente trabalho analisa o efeito do PAR sobre as mortes por doenças sanitárias. Para atingir nosso objetivo, utilizamos o método de Regressão Descontinua, que nos garante estimadores robustos a endogeneidade. Além disso, nossa estratégia empírica é fortalecida por testes de robustez e respostas heterogêneas. Assim, como resultado, verificamos que o PAR consegue reduzir as mortes causada por doenças sanitárias, e esse efeito transborda com o passar do tempo.

Palavras-Chaves: Habitação; Programa de Arrendamento Residencial; Financiamento Habitacional; Doenças Sanitárias; Regressão Descontinua.

ABSTRACT

In 2001, the Brazilian Federal Government, concerned about the housing deficit created the "Residential Lease Program" (PAR). However, coupled with the construction of quality housing and reducing the housing deficit, there was also an improvement in the basic sanitation structure of the population that was contemplated by the program. Faced with this fact, the present study analyzes the effect of RAP on deaths due to sanitary diseases. In order to reach our objective, we use the Regression Discontinuity, which guarantees us robust estimators of endogeneity. In addition, our empirical strategy is strengthened by robustness testing and heterogeneous responses. Thus, as a result, we found that PAR can reduce deaths caused by sanitary diseases, and this effect overflows over time.

Keywords: Housing; Programa de Arrendamento Residencial; Housing Financing; Health Diseases; Regression Discontinuity.

JEL Classification: I00; I1; I18.

Área 12: Economia Social e Demografia Econômica

¹ Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia PPGE/UFMT – e-mail: f_nobuo@yahoo.com.br

² Agradecemos o apoio financeiro e técnico da FGV Social.

1. INTRODUÇÃO

Problemas sanitários sempre estiveram relacionados a falta das condições estruturais das moradias e a falta de ações de planejamento e investimento nos municípios, o que resultou em ambientes e construções habitacionais precários e insalubres. Segundo a Organização das Nações Unidas (2017) 30% da população mundial (2,1 bilhões de pessoas), não possui acesso a água potável e 60% da população mundial (4,5 bilhões de pessoas), não possui acesso a saneamento seguro. No Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017), 16% domicílios não possui conexão com rede de água geral, e 34% dos domicílios não possuem rede de saneamento básico.

Diante deste cenário de insalubridade populacional, decorrente do déficit nas condições sanitárias, é comum a ocorrência de diversas doenças fatais na sociedade, doenças estas ligadas a causas parasitárias e infecciosas (Montgomery e Elimelech (2007); Bartram e Cairncross (2010); Wolf et al. (2019)).

Para evitar tais agravos, estudos apontam que a ampliação da orientação dos cuidados com higiene pessoal, da educação sanitária (Mendonça e Motta, 2009) e atenção aos cuidados institucionais e culturais (Jimenes et al., 2019) são meios para reduzir as fatalidades. Outros trabalhos afirmam que a ampliação das políticas públicas voltadas para a qualidade dos serviços e da infraestrutura de saneamento é o caminho mais factível (McMichael, 2000; Heller (2008); Mara et al. (2010); Ekane et al. (2019)).

Embora ocorram várias opiniões para reduzir o impacto das externalidades relativas a uma má qualidade do saneamento básico, há um ponto de convergência entre os trabalhos, que é a participação dos agentes públicos em elaborar e aplicar planos estratégicos que promovam a erradicação das enfermidades e das fatalidades ligadas a questão sanitária (Prüss et al. (2002)). Ainda, caso não seja tomada as ações necessárias para combater os problemas ocasionados pela falta de saneamento básico, o número de mortes por doenças sanitárias só tende a aumentar. (GLEICK, 2002; LEWIN et al., 2007).

Além dos problemas eminentes e urgentes relativos as mortes quanto a carência sanitária no país, existem os reflexos econômicos deste déficit de saneamento. Os custos financeiros das internações hospitalares e também com os cuidados emergenciais da saúde são maiores do que se fossem realizados investimento em infraestrutura sanitária (HUTTON et al. (2007)).

Assim, preocupado com as consequências de uma má estrutura de saneamento básico, o Governo Federal, institui vários programas e políticas públicas que visam cuidados com saneamento público. A ação e os objetivos de alguns programas e políticas atingem de forma direta o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos entre outros. Mas, outros programas podem também afetar indiretamente a questão do saneamento básico, como é o caso do Programa de Arrendamento Residencial (PAR).

O PAR foi criado em 2001, pelo Governo Federal, através da Lei 10.188 de 12/02/2001, com gestão pelo Ministério das Cidades e operacionalização pela Caixa Econômica Federal. O objetivo central foi reduzir o déficit habitacional, e melhorar a condição das famílias que moravam em condição de submoradias. Os imóveis, contemplados pelo PAR, devem localizar-se em áreas urbanas onde existe ou fossem instalados toda a infraestrutura de saneamento básico necessária a moradia.

Assim, o objetivo do trabalho é verificar o efeito indireto do PAR, ou seja, analisar se o programa consegue reduzir as mortes ligadas a doenças relacionadas pela falta de saneamento básico.

Vários trabalhos anteriores já buscaram relacionar as políticas públicas com a redução das enfermidades e mortes por questões sanitárias, mas, devido a metodologia aplicada, problemas de endogeneidade podem ocorrer, o que inviabilizaria estatisticamente os resultados. Assim, como forma de contribuição e inovação a área do tema, e em consequência obtermos resultados robustos, aplicamos um Desenho de Regressão Descontínuo. Esse cuidado estratégico nos garante resultados mais precisos e um modelo seguramente significativo.

Como resultado, verificamos que o PAR consegue um efeito indireto na redução das mortes por doenças sanitárias e podemos afirmar que isso ocorre devido um aumento na infraestrutura de saneamento básico, inerente a execução do PAR.

Para aprofundar este resultado, o trabalho está dividido em 5 partes além desta introdução, onde verificamos na seção 2 aspectos gerais do Programa de Arrendamento Residencial; na seção 3 apresentamos os dados utilizados nas estimações; na seção 4 temos a estratégia empírica adotada, ou seja, apresentamos o desenho de Regressão Descontínua, bem como todos os testes de robustez; e ao fim seguem a análise dos resultados e as considerações finais.

2. O “PROGRAMA DE ARRENDAMENTO RESIDENCIAL” – PAR

Em 2001, o Governo Federal Brasileiro, preocupado com o problema de *déficit* habitacional e com os possíveis desdobramentos que ele gera, criou através da Lei 10.188 de 12 de fevereiro, o Programa de Arrendamento Residencial (PAR), e por meio dos órgãos da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e do Ministério da Previdência e Assistência Social. Segundo o Ministério das Cidades (2014), os objetivos do programa incluem: o fomento à oferta de unidades habitacionais e à melhoria das condições do estoque de imóveis existentes, a promoção da melhoria da qualidade de vida das famílias beneficiadas, a intervenção em áreas objeto de Planos Diretores, a criação de novos postos de trabalho diretos e indiretos, o aproveitamento de imóveis públicos ociosos em áreas de interesse habitacional e o atendimento aos idosos e portadores de deficiência física.

Com o passar do tempo o PAR sofreu várias alterações e reedições para a sua adequação em relação ao cenário econômico. Também sofreu alteração quanto a responsabilidade do projeto, passando para tutela do Ministério das Cidades, mas mantendo sua execução sob domínio da Caixa Econômica Federal (CAIXA). Além do Ministério das Cidades e da CAIXA, há o envolvimento dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, os quais buscam identificar os locais para implantação dos projetos; indicam as famílias a serem beneficiadas; promovem ações facilitadoras e redutoras dos custos de implantação dos projetos, tais como, redução de tributos, contribuições e taxas; aportam recursos financeiros, bens ou serviços economicamente mensuráveis, necessários à realização das obras e serviços do empreendimento. Também participam as empresas da construção civil e as empresas do ramo de administração imobiliária, executando atividades técnicas e operacionais de construção e do gerenciamento de contratos de arrendamento dos imóveis e dos condomínios (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014).

O PAR é uma política que visa reduzir os *déficits* habitacionais e tirar as famílias em condições de submoradias e inserir em condições mínimas de bem-estar, por esse fator o programa é aplicado em municípios com mais de 100 mil habitantes, onde os problemas de moradia ocorrem com mais intensidade. Outro recurso que o PAR oferece é o financiamento de recursos para pessoas que têm interesse em construir novos empreendimentos, mesmo estando em etapas diferentes da construção. Assim, imóveis

ainda na planta, em fases intermediárias de construção ou em fase de recuperação/restauração do imóvel, desde que o arrendatário contemple os critérios que o torne elegível ao programa, será beneficiado pela ação.

Como condições para acesso ao recurso, o Ministério das Cidades apresenta o seguinte processo: A proposta de aquisição e produção do empreendimento é apresentada à CAIXA pela empresa construtora proponente; A proponente construtora e o projeto do empreendimento são submetidos às análises técnica e de risco; É efetuada a análise jurídica do vendedor do imóvel, da construtora proponente, bem como da regularidade e legalidade da documentação do empreendimento; A habilitação definitiva da proposta deve respeitar o limite do orçamento do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) para o Programa, por Unidade da Federação; A liberação dos recursos pelas obras executadas na construção ou recuperação é feita em parcelas mensais, creditadas na conta corrente da empresa construtora, condicionadas ao cumprimento do cronograma físico-financeiro da obra; O Poder Público local identifica as famílias a serem beneficiadas; Após a conclusão do empreendimento, as unidades são arrendadas às famílias que atendem aos requisitos de enquadramento no Programa; A CAIXA realiza a seleção dos arrendatários por meio da análise cadastral, da apuração da renda familiar bruta e da margem de renda disponível para comprometimento com as despesas de arrendamento.

O Programa é operado com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), criado exclusivamente para aplicação no PAR, composto com recursos onerosos provenientes de empréstimo junto ao FGTS e recursos não onerosos provenientes dos fundos FAS, FINSO-CIAL, FDS e PROTECH e da rentabilidade das disponibilidades do FAR (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014).

O programa adota a modalidade de "arrendamento mercantil" ou *leasing*, ou seja, segundo Brito (2009), o imóvel é parte do patrimônio do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) e permanece como propriedade fiduciária da Caixa Econômica Federal, que é o principal agente financiador da política pública, gestora do fundo e representante do arrendador até que as unidades habitacionais estejam quitadas. O mecanismo de *leasing* favorece quanto a possíveis processos judiciais em caso de inadimplência. Ainda, o arrendatário tem um período de 15 anos para decidir pela aquisição do imóvel.

3. DADOS

Os dados de mortes por doenças sanitárias foram extraídos do banco de dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), para os 5.570 municípios brasileiros, para o período de 2000 a 2002.

Na classificação internacional de doenças de 2010 (CID-10), não existe um código que represente diretamente as mortes por doenças ligadas a falta de cuidados com saneamento básico. Então para compor a variável endógena, seguimos a composição atribuída por Teixeira et al. (2014)³.

Observamos na tabela 1, que se tratando das mortes por questões sanitárias, a média do grupo de controle é maior que a média do grupo de tratados no período de 2000 a 2002. Essa diferença é de 1,1 p.p., demonstrando que municípios que não recebem o programa são acometidos por mais mortes por questões sanitárias.

Outro fator estatístico importante, refulge no fato de que as médias dos grupos de tratados e de controles apresentam diferenças estatísticas entre si, tanto nas variáveis

³ As CIDs-10 utilizadas estão no anexo 1 deste trabalho.

dependentes, como nas independentes, demonstrando que existe necessidade de um método que consiga construir um contrafactual consistente para verificar o efeito causal.

Tabela 1 – Estatística Descritiva

Variável	Controle			Tratado			Diferença	
	Obs.	Média	D.P.	Obs.	Média	D.P.	Diff.	D.P.
<i>Ln Mortes Sanitárias</i>	286	0.202	0.004	598	0.191	0.003	0.011**	0.005
<i>G. Ambulatório</i>	289	3,039	329	603	1,595	144	1,443***	308
<i>G. Hospitalar</i>	289	2,120	456	603	2,619	3,589	-498	6,071
<i>G. Func. Publico</i>	289	4,120	554	603	5,660	683	1,540	1,060

Nota: Elaborado pelo autor, 2019.

O Programa de Arrendamento Residencial, é de responsabilidade do Ministério das Cidades e da Caixa Econômica Federal, neste trabalho o PAR será considerado como uma *dummy*, onde receberá o valor de um (1) caso o município tenha o programa, e zero (0) caso contrário. Os dados e informações estatísticas sobre o PAR foram retirados do site da Caixa Econômica Federal.

A figura 1 aponta a distribuição espacial e a quantidade de municípios contemplados pelo PAR. Observamos uma concentração do programa nos estados a leste do Brasil, principalmente nos estados de Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul. O total de municípios contemplados no ano de 2001 foi de 340 municípios.

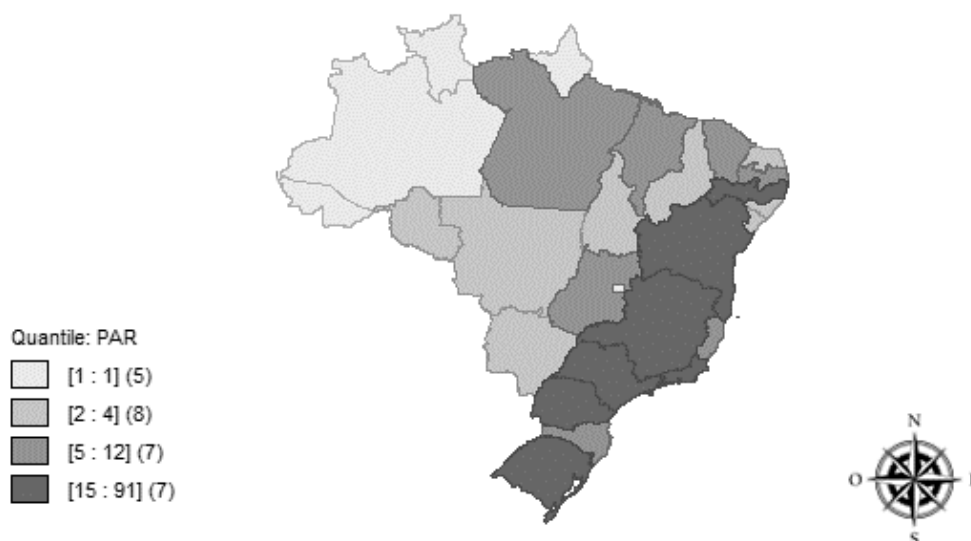
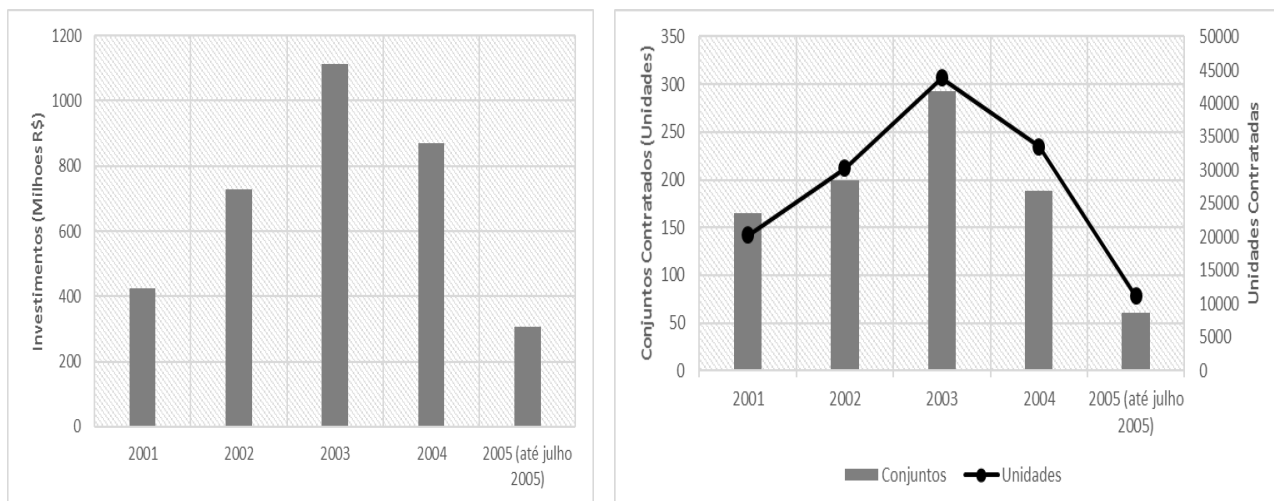


Figura 1: Quantidade de Municípios Contemplados pelo PAR.

Nota: Adaptado dos dados de Nishimura et al., 2018.

A figura 2 (a) apresenta o volume de recursos alocados nos municípios para execução do programa, sendo o valor total investido no período de 2001 a 2005, da ordem de 3,5 bilhões de reais, observa-se que no ano de 2003 os recursos atingiram sua disponibilização máxima, chegando a casa dos 1,113 bilhões de reais.



(a)

(b)

Figura 2: (a) Quantidade de Recursos Alocados para o PAR e (b) Unidades Contratadas no Brasil.

Nota: Dados da Caixa Econômica Federal, Bonates (2008) e Nishimura et al. (2018).

Na mesma figura 2, agora na letra (b) observamos que o programa contemplou 139.109 unidades habitacionais no período de 2001 a 2005, atingindo o seu máximo em 2003.

Além das variáveis mortes por questões sanitárias e a *dummy* de tratamento (PAR), também utilizamos as covariáveis relacionadas com Gastos Público, sendo gastos ambulatoriais, gastos hospitalares e gastos com pessoal da saúde. Essas variáveis foram inseridas em nosso modelo com o propósito de atingir melhor precisão nos estimadores e garantir resultados estaticamente mais robustos conforme Imbens e Lemieux (2008). Todas as variáveis foram coletadas do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), para os anos de 2000 a 2002, para os 5.570 municípios brasileiros.

Assim, na busca de resultados causais da relação entre o PAR e as mortes por doenças sanitárias, utilizamos os dados e empregamos a estratégia empírica demonstrada no capítulo a seguir.

4. ESTRATÉGIA EMPÍRICA

O trabalho objetiva analisar o efeito da do Financiamento Habitacional sobre o as mortes por doenças sanitárias, que neste caso utilizaremos o programa “PAR”. Assim, como estratégia empírica, utilizamos o desenho de Regressão Descontínua (RD)⁴, que tem como marco teórico o trabalho de Thistlewaite e Campbell (1960). Nós usamos essa estratégia empírica por possuímos um ponto de salto de probabilidade em que chamamos de ponto de corte (*cutoff*) e que faz parte dos critérios a adesão do município ao programa. Esse *cutoff* é exatamente em municípios com mais de 100.000 habitantes.

Segundo Rocha e Belluzzo (2010) o pressuposto de descontinuidade formaliza a ideia de que indivíduos um pouco acima e abaixo do *cutoff* precisam ser “comparáveis”, exigindo que eles tenham uma média similar dos resultados possíveis, ao receber e quando não recebem tratamento. Desta forma, nosso trabalho utiliza inicialmente o seguinte modelo:

$$Y_{ip} = \beta_0 + \beta_1 PAR_{ip} + \beta_2 T_{ip} + \varepsilon_{ip} \quad (1)$$

⁴ Nosso trabalho segue a mesma estratégia de Regressão Descontínua adotada por Angrist e Pischke (2008), Fujiwara (2015), Smith (2016) e Toro et al. (2015).

Onde Y_{ip} é variável de interesse do modelo, no indivíduo i para o ano p ; PAR é o Programa de Arrendamento Residencial que leva valor igual a 1 caso o município do indivíduo recebe o programa e 0, caso contrário, no município do indivíduo i para o ano p , o T_{ip} é o valor que indica se o município está acima ou abaixo do *cutoff* citado anteriormente, no município i para o ano p e por fim ε_{ip} é um termo de erro.

Para confrontar resultados e dar robustez ao nosso modelo e assim garantir resultados estatisticamente significante, também estimamos o modelo 2, onde utiliza-se variáveis de controle seguindo a estratégia de Gelman e Imbens (2014). Assim temos:

$$Y_{ip} = \beta_0 + \beta_1 PAR_{ip} + \beta_2 T_{ip} + \theta X_{ip} + \varepsilon_{ip} \quad (2)$$

Onde X_{ip} é um vetor de variáveis de controles relacionados a impactos sobre as mortes por doenças sanitárias.

Para realizar tais regressões locais é necessário que seja introduzida uma janela (*Bandwidth*) ótima que determinará o tamanho da distância do ponto de corte ao nível de observações da amostra. Para tal, utilizamos a metodologia de Calonico; Cattaneo e Farrel (2016).

4.1. Teste de Manipulação do *Cutoff* pelos Municípios⁵

Antes de aplicarmos a estratégia empírica deste estudo e chegarmos aos resultados, analisemos o critério imposto pelo programa, onde os municípios contemplados devem ter mais do que 100.000 habitantes. Esta imposição numérica gera margem para discussão sobre a questão da contagem da população dos municípios, o que também foi levantado no trabalho de Monastério (2013). Gestores municipais interessados em receber o PAR, podem de certa forma tentar "manipular" as informações populacionais e serem contemplados com o programa. Para testar essa hipótese, utilizamos a estratégia apresentada em Cattaneo, Jansson e Ma (2017) (daqui em diante CJM) denominado "*Manipulation Test*" onde é baseado na densidade da descontinuidade. Assim, segundo CJM, para implementar um teste de manipulação, o pesquisador precisa estimar a densidade de unidades perto do ponto de corte e realizar um teste de hipótese sobre a densidade da descontinuidade.

Segundo demonstra CJM⁶, assume-se que X_1, X_2, \dots, X_n é uma amostra aleatória de tamanho n da variável aleatória X com função de distribuição acumulada (*f.d.a.*) e função de densidade de probabilidade (*f.d.p.*) dada por $F(x)$ e $f(x)$, respectivamente. A variável aleatória X_i denota a pontuação, índice ou variável de análise da unidade i na amostra. Cada unidade é atribuída ao controle ou tratamento, dependendo se o índice observado exceder um corte conhecido denotado por \bar{x} , ou seja, a atribuição de grupo ou "tratamento" é dada por:

$$\begin{aligned} &\text{Unidade } i \text{ atribuída ao grupo de controle se } X_i < \bar{x} \\ &\text{Unidade } i \text{ atribuída ao grupo de tratamento se } X_i \geq \bar{x} \end{aligned}$$

Onde o ponto de corte \bar{x} é conhecido e, é claro, assumimos observações suficientes para cada grupo que estão disponíveis. Um teste de manipulação neste contexto é um teste

⁵ Extraído do trabalho de Nishimura et al. (2018).

⁶ Teste formal extraído de Cattaneo, Jansson e Ma (2017)

de hipóteses sobre a continuidade da densidade $f(\cdot)$ no ponto de corte \bar{x} . Formalmente, estamos interessados no seguinte problema:

$$(1) \quad H_0: \lim_{x \uparrow \bar{x}} f(x) = \lim_{x \downarrow \bar{x}} f(x) \text{ vs } H_1: \lim_{x \uparrow \bar{x}} f(x) \neq \lim_{x \downarrow \bar{x}} f(x)$$

Para construir uma estatística para este teste de hipóteses, seguimos CJM e estimamos a densidade $f(x)$ usando um estimador de densidade polinomial local com base no *f.d.a.* da amostra observada. Este estimador tem várias propriedades interessantes, incluindo o fato de que não requer *pré-binning* dos dados. Importante, esse estimador também permite incorporar restrições no *f.d.a.* e derivadas de ordem superior da densidade, levando a novos testes de manipulação com propriedades mais poderosas nas aplicações.

A classe de estatísticas do Teste de Manipulação implementadas assume a seguinte forma:

$$T_p(h) = \frac{\hat{f}_{+,p}(h) - \hat{f}_{-,p}(h)}{\hat{V}_p(h)}, \hat{V}_p^2 = \hat{K}[\hat{f}_{+,p}(h) - \hat{f}_{-,p}(h)], \quad (2)$$

Onde, $T_p(h) \sim N(0, 1)$ sob suposições apropriadas, e a notação $\hat{V}[\cdot]$ é designado por algum estimador consistente da quantidade de população $V[\cdot]$. O parâmetro h é a largura (s) de banda usada (s) para localizar os procedimentos de estimativa e inferência perto do ponto de corte \bar{x} . As estatísticas podem ser construídas de várias maneiras diferentes, em particular, dada uma escolha de largura de banda, dois ingredientes principais são usados para construir a estatística de teste $T_p(h)$ onde são: (i) os estimadores de densidade polinomial local $f_+(h)$ e $f_-(h)$, e (ii) o erro padrão correspondente ao estimador $+, p -, p V_p(h)$.

Esses estimadores também dependem da escolha da ordem polinomial p , da escolha da função *kernel* $K(\cdot)$ e das restrições impostas no modelo, entre outras possibilidades. As fórmulas de erro padrão $V_p(h)$ podem ser baseadas em um plug-in assintótico ou uma abordagem *jackknife*, e sua forma específica dependerá de restrições adicionais ao modelo.

Um ingrediente crucial é, naturalmente, a escolha da largura de banda h , que determina quais as observações próximas ao ponto de corte \bar{x} que são usadas para estimação e inferência. Essa escolha pode ser especificada pelo usuário ou estimada usando os dados disponíveis. A estimação permite, quando possível, opções de largura de banda diferentes de cada lado do ponto de corte \bar{x} . Uma largura de banda comum em ambos os lados do ponto de corte é sempre possível.

4.2. Respostas Heterogêneas e Testes de Robustez

Para certificarmos que nossos estimadores estão estatisticamente significantes, aplicamos dois grupos de testes denominados, respostas heterogêneas e testes de robustez.

O primeiro teste de respostas heterogêneas, serão estimadas levando em consideração agrupamentos específicos para confirmar o resultado principal de nosso trabalho, onde haverá uma amostra composta de municípios em que houveram alteração na infraestrutura de saneamento.

Para o teste de robustez, analisamos o efeito do programa antes de seu início, neste caso em 2000. Em outro momento, criamos *cutoffs* falsos do programa sendo de 95.000 e 105.000 habitantes. Testamos também como a variável dependente reage com as

covariáveis do modelo. Assim, nestes testes de robustez citados até agora, somente haverá validade estatística, caso nenhum resultado apresente significância.

Por fim, aplicamos mais dois testes onde mudamos a função *Kernel* das estimações (*Uniforme e Epanechnikov*), e como resultado espere-se que mantenham a significância estatística e sigam o mesmo efeito do resultado encontrado na Tabela 2.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O trabalho busca analisar o efeito que o PAR promove sobre as mortes por doenças ligadas a falta de saneamento básico, e para realizar tal análise, primeiramente verifica-se a hipótese onde ocorra algum tipo de manipulação sobre o *cutoff*, pois caso ocorra a nossa estratégia deve ser revista, e outros cuidados metodológicos devem ser considerados. Como resultado deste teste, observa-se na Tabela 1, que não houve significância estatística (*Manipulation Test* $p > |t| = 0,9519$), com isso não podemos rejeitar a hipótese de que não houve manipulação do *cutoff*, nos credenciando estatisticamente a dar continuidade em nossa estratégia empírica e concluir nossos resultados.

Outro ponto importante em nossa estratégia empírica, é verificar se existe alguma descontinuidade em nosso *cutoff*, para isso a figura 3-a, ilustra a resposta a esta situação. É notório verificar que exatamente no *cutoff* há uma descontinuidade, o que indica uma alteração súbita entre municípios tratados e não tratados, ou seja, há um salto entre os que estão acima e abaixo do ponto de corte, desta forma, conclui-se que há indícios de que o PAR promove efeitos particulares entre as observações que estão bem perto do *cutoff*.

Na figura 3-b, temos a existência de um salto no ponto de corte, relativo ao PAR e as mortes por doenças sanitárias. Este salto nos traduz que municípios que estão localizados perto do ponto de corte, e em particular acima dele, reduzem as mortes por questões sanitárias e são principalmente influenciadas pelo PAR, visto que as demais características são iguais se comparadas a outros municípios baixo do *cutoff* e que não recebem o programa.

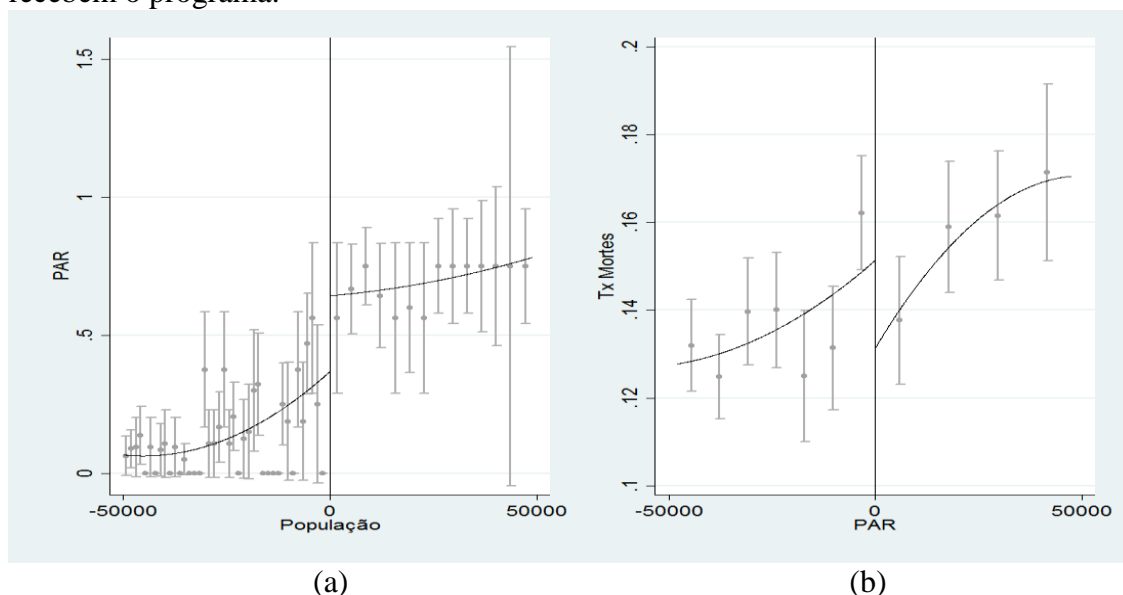


Figura 3 – Descontinuidade: Programa (a) e Mortes por Doenças Sanitárias (b).
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2019.

Aprofundando o efeito inicial detectado na Figura 3, passasse a Tabela 2 onde apresentam-se as regressões que comprovam o efeito estatisticamente negativo do programa sobre as mortes por doenças sanitárias. Nas colunas 1 e 2 foram realizadas as regressões considerando uma especificação linear e com *bandwidth* distintos. Nas colunas 5 e 6 as especificações foram quadráticas e também com *bandwidth* distintos, vale ressaltar que na Tabela 2, não foram utilizados controles, que serão vistos mais a frente. Desta forma, os resultados apontaram que existem uma redução das mortes para aqueles municípios que possuem o PAR, e a magnitude desse efeito pode chegar entre 3,6% a 4,3%, já no início do programa, porém não se fazem estatisticamente significativos, o que é comum em situações de variáveis ligadas a saúde, pois elas necessitam de um tempo de maturação para ocorrer o efeito da ação implantada. Mas, quando regredidos os valores para um ano após o início do programa, encontra-se magnitudes entre 7,5% a 8,8%, estatisticamente significantes, que o programa realmente reduz as mortes.

Tabela 2 – Efeito do programa PAR sobre as Mortes por Doenças Sanitárias – Sem Controles.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PAR_t	-0,036 (0,034)	-0,037 (0,028)	-0,011 (0,036)	-0,043 (0,038)	-0,045 (0,037)	-0,016 (0,043)
PAR_{t+1}	-0,078** (0,036)	-0,075** (0,037)	-	-0,086** (0,043)	-0,088* (0,047)	-
Especificação	Linear	Linear	Linear	Quad.	Quad.	Quad.
<i>Bandwidth</i>	msecomb2	msetwo	msetwo	msecomb2	msetwo	msetwo
<i>Manipulation</i>	0,9519					
<i>Test p> t </i>						
N. Obs.	1.135	1.135	2.663	2.673	2.673	2.663

Nota: Var. Dependente: Ln Mortes por Doenças Sanitárias. Todas as especificações usam *Kernel* Triangular. O PAR estima a descontinuidade de municípios logo acima de 100.000 habitantes. MSETWO – *two different MSE-optimal bandwidth* selectors e MSECOMB2 referem-se aos seletores de *bandwidth* ótimo de Calonico; Cattaneo e Farrel (2016). As colunas 3 e 6 refere-se a um teste placebo de um ano antes do início do PAR. Erro-Padrão robusto em parênteses. *** p<0.01, ** p<0.05 e * p<0.1.

A Tabela 3 possui as mesmas características estruturais da Tabela 2, porém agora há uma mudança de especificação no modelo, pois ocorre a inclusão das variáveis de controle. Como resultado, também se confirma a redução das mortes em municípios tratados e essa redução é da ordem de 9,1% a 11%, estatisticamente significativa, em um ano após a implantação do referido programa, e constantes nas colunas 1, 2, 4 e 5.

Tabela 3 – Efeito do programa PAR sobre as Mortes por Doenças Sanitárias – Com Controles.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PAR_t	-0,034 (0,030)	-0,037 (0,034)	-0,008 (0,036)	-0,039 (0,042)	-0,019 (0,045)	-0,004 (0,064)
PAR_{t+1}	-0,095** (0,040)	-0,091** (0,047)	-	-0,103** (0,046)	-0,110** (0,054)	-

Especificação	Linear	Linear	Linear	Quad.	Quad.	Quad.
<i>Bandwidth</i>	msecomb2	msetwo	msetwo	msecomb2	msetwo	msetwo
<i>Manipulation</i>	0,9519					
<i>Test p> t </i>						
N. Obs.	1.135	1.135	2.663	2.673	2.673	2.663

Nota: Ln Mortes por Doenças Sanitárias. Todas as especificações usam *Kernel* Triangular. O PAR estima a descontinuidade de municípios logo acima de 100.000 habitantes. MSETWO – *two different MSE-optimal bandwidth selectors* e MSECOMB2 referem-se aos seletores de *bandwidth* ótimo de Calonico; Cattaneo e Farrel (2016). As colunas 3 e 6 refere-se a um teste placebo de um ano antes do início do PAR. Erro-Padrão robusto em parênteses. *** p<0.01, ** p<0.05 e * p<0.1.

A Tabela 4 nos retorna os resultados de respostas heterogêneas. Nela observa-se que o programa conseguiu reduzir as mortes por doenças sanitárias, devido ao complemento obrigatório que o programa promove, que a melhoria na infraestrutura de saneamento básico, e que é observado através das regressões. Isso garante que lugares contemplados pelo programa, melhoram a condições estruturais de saneamento e conseguem impactar nas mortes por doenças sanitárias.

Tabela 04 – Efeito do programa PAR sobre Infraestrutura de Saneamento.

	(1)	(2)	(3)	(4)
PAR_t	0,642* (0,346)	0,719** (0,370)	0,880** (0,425)	0,934** (0,431)
PAR_{t+1}	0,821** (0,402)	0,824** (0,418)	0,969** (0,472)	1,014* (0,509)
Especificação	Linear	Linear	Quad	Quad
<i>Bandwidth</i>	msecomb2	msetwo	msecomb2	msetwo
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim
Obs.	4.793	4.965	4.775	4.947

Nota: Ln Mortes por Doenças Sanitárias. Todas as especificações usam *Kernel* Triangular. O PAR estima a descontinuidade de municípios logo acima de 100.000 habitantes. MSETWO – *two different MSE-optimal bandwidth selectors* e MSECOMB2 referem-se aos seletores de *bandwidth* ótimo de Calonico; Cattaneo e Farrel (2016). Erro-Padrão robusto em parênteses. *** p<0.01, ** p<0.05 e * p<0.1.

Passemos a partir deste ponto a verificar a robustez de nosso modelo, o que garantirá que nossos resultados estão estatisticamente não visados e com isso garantindo que nossa estratégia empírica está correta.

Retornando as Tabelas 2 e 3, observa-se nas colunas 3 e 6 que os resultados não apresentaram significância estatística, o que era esperado, visto que esses resultados advêm de efeitos em anos anteriores ao início do PAR, garantindo assim que possíveis fatores anteriores não influenciam nos resultados encontrados. Ainda nas Tabelas 2 e 3, é possível confirmar que, mesmo alterando sua especificação, quanto seu *bandwidth*, os resultados mantêm seu efeito, o de redução.

A próxima tabela a ser analisada é a Tabela 5, nela temos os resultados das regressões quando alteramos o *cutoff* especificado no programa, que é de 100.000 habitantes, para isso foi alterado para outros dois *cutoff* falsos um de 105.000 e outro de 95.000 habitantes, como resultado esperasse que não apresentem significância estatística. Assim, para o *cutoff* de 105.000 habitantes, é passível verificação de que não existe

resultado estatisticamente significativo, o que também é observado para o *cutoff* de 95.000 habitantes.

Tabela 05 – Teste de Robustez: Efeito do programa PAR sobre as Mortes por Doenças Sanitárias – Alteração de *Cutoff*

	(1)	(2)	(3)	(4)
Painel A: Alteração de <i>cutoff</i> para 105.000 habitantes				
PAR_t	-0,076 (0,095)	-0,042 (0,088)	-0,052 (0,065)	-0,052 (0,065)
PAR_{t+1}	-0,061 (0,042)	-0,058 (0,042)	-0,047 (0,051)	-0,047 (0,051)
Painel B: Alteração de <i>cutoff</i> para 95.000 habitantes				
PAR_t	-0,105 (0,271)	-0,098 (0,280)	-0,173 (0,181)	-0,153 (0,196)
PAR_{t+1}	-0,188 (0,159)	-0,206 (0,171)	-0,342 (1,063)	-0,423 (1,078)
Especificação	Linear	Linear	Quad	Quad
Bandwidth	msecomb2	msetwo	msecomb2	msetwo
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim

Nota: Ln Mortes por Doenças Sanitárias. Todas as especificações usam Kernel Triangular. MSETWO – *two different MSE-optima l bandwidth selectors* e MSECMB2 referem-se aos seletores de *bandwidth* ótimo de Calonico; Cattaneo e Farrel (2016). Erro-Padrão robusto em parênteses. *** p<0.01, ** p<0.05 e * p<0.1.

A Tabela 06 verifica a hipótese de que as covariáveis utilizadas em nosso modelo possuem qualquer efeito estatístico em nosso modelo, o que deve ser refutado. Como resultado, observa-se que nem para Gastos Ambulatoriais, Gastos Hospitalares e Gastos com Funcionários Públicos, obteve-se qualquer relação estatisticamente significativa.

Tabela 06 – Teste de Robustez: Efeito do programa PAR sobre as Mortes por Doenças Sanitárias – Teste das Covariáveis

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Gastos Ambulatório</i>	0,00012 (0,00027)	0,00011 (0,00027)	0,00018 (0,00025)	0,00018 (0,00025)
<i>Gastos Hospitalar</i>	-415,57 (389)	-412,41 (389)	-216,67 (614,57)	-165,64 (600,44)
<i>Gast. Func. Públicos</i>	-5,900 (3,600)	-6,000 (3,600)	-8,700 (5,400)	-3,900 (3,000)
Especificação	Linear	Linear	Quad	Quad

Bandwidth	msecomb2	msetwo	msecomb2	msetwo
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim

Nota: Todas as especificações usam *Kernel* Triangular. MSETWO – *two different MSE-optimal bandwidth selectors* e MSECOMB2 referem-se aos seletores de *bandwidth* ótimo de Calonico; Cattaneo e Farrel (2016). Erro-Padrão robusto em parênteses. *** p<0.01, ** p<0.05 e * p<0.1.

Para concluir nossos testes de Robustez, alteramos a função *kernel* de nossas estimações, sendo para *Epanechnikov* (Tabela 7) e Uniforme (Tabela 8). Na Tabela 7, os resultados acompanharam os efeitos encontrados na Tabela 3, o que era esperado, diagnosticando que mesmo alterando a função *kernel*, o modelo e seus resultados gerados são robustos.

Tabela 7 – Teste de Robustez: Efeito do programa PAR sobre as Mortes por Doenças Sanitárias – alteração de Função *Kernel* – *Epanechnikov*.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PAR_t	-0,032 (0,032)	-0,043 (0,033)	-0,011 (0,031)	-0,056 (0,042)	-0,048 (0,048)	0,014 (0,060)
PAR_{t+1}	-0,095** (0,041)	-0,095** (0,047)	-	-0,093** (0,042)	-0,097** (0,051)	-
Especificação	Linear	Linear	Linear	Quad.	Quad.	Quad.
<i>Bandwidth</i>	msecomb2	msetwo	msetwo	msecomb2	msetwo	msetwo
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
N. Obs.	1.135	1.135	2.663	2.673	2.673	2.663

Nota: Ln Mortes por Doenças Sanitárias. Todas as especificações usam *Kernel* Epanechnikov. O PAR estima a descontinuidade de municípios logo acima de 100.000 habitantes. MSETWO – *two different MSE-optimal bandwidth selectors* e MSECOMB2 referem-se aos seletores de *bandwidth* ótimo de Calonico; Cattaneo e Farrel (2016). As colunas 3 e 6 refere-se a um teste placebo de um ano antes do início do PAR. Erro-Padrão robusto em parênteses. *** p<0.01, ** p<0.05 e * p<0.1.

A Tabela 8, como foi ressaltado anteriormente, alterou a função *kernel*, agora para Uniforme e manteve os seus resultados estatisticamente significantes. Eles ainda demonstram que o PAR reduz as mortes relacionadas as questões sanitárias.

Tabela 8 – Teste de Robustez: Efeito do programa PAR sobre as Mortes por Doenças Sanitárias – alteração de Função *Kernel* – Uniforme.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PAR_t	-0,040 (0,029)	-0,054 (0,036)	-0,014 (0,040)	-0,068 (0,048)	-0,075 (0,048)	-0,010 (0,043)
PAR_{t+1}	-0,088** (0,046)	-0,088** (0,046)	-	-0,073* (0,047)	-0,79* (0,045)	-
Especificação	Linear	Linear	Linear	Quad.	Quad.	Quad.
<i>Bandwidth</i>	msecomb2	msetwo	msetwo	msecomb2	msetwo	msetwo
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
N. Obs.	1.135	1.135	2.663	2.673	2.673	2.663

Nota: Ln Mortes por Doenças Sanitárias. Todas as especificações usam *Kernel* Uniforme. O PAR estima a descontinuidade de municípios logo acima de 100.000 habitantes. MSETWO – *two different MSE-optimal*

l bandwidth selectors e MSECMB2 referem-se aos seletores de *bandwidth* ótimo de Calonico; Cattaneo e Farrel (2016). As colunas 3 e 6 refere-se a um teste placebo de um ano antes do início do PAR. Erro-Padrão robusto em parênteses. *** p<0.01, ** p<0.05 e * p<0.1.

Resumindo, os resultados apontam para uma redução das mortes ligadas a doenças sanitárias, em municípios que são tratados, ou seja, são participante do PAR, o que pode ser confirmado pela estratégia empírica robusta utilizada, garantindo resultado estatisticamente confiáveis.

Desta maneira, aplicar políticas públicas e verificar que seu amplo espectro de impacto é positivo para a sociedade, torna-o passível de ampliação e consolidação em outras regiões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisou o efeito do Programa de Arrendamento Residencial (PAR) sobre as mortes relacionadas a doenças sanitárias. A conjuntura global nos mostra que a má condição e o déficit habitacional, promovem uma radical deterioração da condição da vida humana. Um ambiente insalubre é condição *sine qua non* para gerar doenças que resultam em epidemias, chegando a mortes.

Diante desta condição pandêmica, o governo federal deve ser o ator responsável pelo controle e gestão da qualidade de vida de sua população, e mediante isto, deve propor e executar ações e programas que consigam atingir tais condições de melhora na condição de vida da sociedade.

Em algumas situações os programas podem ter resultados mais amplos do que os especificados em seus objetivos, como foi o caso do PAR, onde observamos uma redução das mortes por doenças sanitárias, visto que melhoraram a infraestrutura de saneamento básico para os moradores das regiões contempladas pelo programa.

É importante ressaltar que o efeito do PAR ocorre em um horizonte temporal, o que fica evidente quando atingimos uma redução de até 11% das mortes por doenças sanitárias sendo após um ano do início das ações do programa no município, o que condiz com a realidade, já que existe um tempo de variação desde a liberação do financiamento até o término das obras.

Estatisticamente falando, garantimos o resultado causal através do desenho de Regressão Descontinua, do teste de resposta heterogênea e dos testes de robustez, discutidos em nossa estratégia empírica e aplicados as estatísticas do trabalho.

Concluimos, que o PAR, possui um efeito de redução das mortes por doenças sanitárias, e deve ser analisado como política efetiva, que melhora as condições vitais para a sociedade e torna mais eficiente a gestão pública quanto ação de medida profilática.

REFERÊNCIAS

ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J. **Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion**. Princeton university press, 2008.

BONATES, M. F. O Programa de Arrendamento Residencial-PAR: acesso diferenciado à moradia e à cidade. Risco: **Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo** (Online), n. 7, p. 147-164, 2008

CAIRNCROSS, S. et al. Hygiene, sanitation, and water: what needs to be done? **PLoS Medicine**, v. 7, n. 11, p. e1000365, 2010.

CALONICO, S. et al. Regression Discontinuity Designs Using Covariates. **Working Paper**, University of Michigan, 2016.

CATTANEO, M. D.; JANSSON, M.; MA, X. Rddensity: Manipulation testing based on density discontinuity. **The Stata Journal**, p. 1-18, 2016.

DE MENDONÇA, M. J. C.; DA MOTTA, R. S. Saúde e Saneamento no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 30, 2009.

EKANE, N. et al. Comparative assessment of sanitation and hygiene policies and institutional frameworks in Rwanda, Uganda and Tanzania. **Stockholm Environment Institute (SEI) Working Paper**, v. 5, p. 2016, 2016.

FEDERAL, Caixa Econômica. **Programa de Arrendamento Residencial**. Acesso em: www.caixa.gov.br. Datado de 10 de novembro de 2014.

FUJIWARA, T. Voting technology, political responsiveness, and infant health: evidence from Brazil. **Econometrica**. Volume 83, Issue 2 Pages iv, 423833. 2015.

GELMAN, A.; IMBENS, G. Why high-order polynomials should not be used in regression discontinuity designs. **National Bureau of Economic Research**, 2014.

GLEICK, P. H. et al. Dirty-water: estimated deaths from water-related diseases 2000-2020. Oakland: **Pacific Institute for studies in Development, environment, and security**, 2002.

IMBENS, G. W.; LEMIEUX, T. Regression discontinuity designs: A guide to practice. **Journal of Econometrics**, v. 142, n. 2, p. 615-635, 2008.

HELLER, L. Water and sanitation policies in Brazil: historical inequalities and institutional change. In: **Water and Sanitation Services**. ROUTLEDGE in association with GSE Research, 2009. p. 321-337

HUTTON, G.; HALLER, L.; BARTRAM, J. Global cost-benefit analysis of water supply and sanitation interventions. **Journal of water and health**, v. 5, n. 4, p. 481-502, 2007.

JIMÉNEZ, A. et al. The Enabling Environment for Participation in Water and Sanitation: A Conceptual Framework. **Water**, v. 11, n. 2, p. 308, 2019.

LEWIN, S. et al. Estimating the burden of disease attributable to unsafe water and lack of sanitation and hygiene in South Africa in 2000. **South African Medical Journal**, v. 97, n. 8, p. 755-762, 2007.

MARA, D. et al. Sanitation and health. **PLoS medicine**, v. 7, n. 11, p. e1000363, 2010.

MCMICHAEL, A. J. The urban environment and health in a world of increasing globalization: issues for developing countries. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 78, p. 1117-1126, 2000.

MONASTERIO, L. O FPM e a estranha distribuição da população dos pequenos municípios brasileiros. **Texto para Discussão**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2013.

MONTGOMERY, M.A.; ELIMELECH, M. Water and sanitation in developing countries: including health in the equation. **Environmental Science & Technology**. 41 17–24, 2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Arrendamento Residencial**. Brasília, 2014. Acesso em: www.cidades.gov.br. Datado em 10 de novembro de 2014.

NISHIMURA, F.; FREITAS, C. E. de; ALMEIDA, R. Impacto do Financiamento Habitacional sobre o Mercado de Trabalho na Construção Civil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 72, n. 4, p. 497-514, 2018.

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, p. 537-542, 2002.

SMITH, A. C. Spring forward at your own risk: Daylight saving time and fatal vehicle crashes. **American Economic Journal: Applied Economics**, v. 8, n. 2, p. 65-91, 2016.

THISTLETHWAITE, D. L.; CAMPBELL, D. T. Regression-discontinuity analysis: An alternative to the ex post facto experiment. **Journal of Educational Psychology**, v. 51, n. 6, p. 309, 1960.

TORO, W.; TIGRE, R.; SAMPAIO, B. Daylight Saving Time and incidence of myocardial infarction: Evidence from a regression discontinuity design. **Economics Letters**, v. 136, p. 1-4, 2015.

WOLF, J. et al. A Fecal Contamination Index for interpreting heterogeneous diarrhea impacts of water, sanitation and hygiene interventions and overall, regional and country estimates of community sanitation coverage with a focus on low-and middle-income countries. **International journal of hygiene and environmental health**, v. 222, n. 2, p. 270-282, 2019.

ANEXO

Quadro 1 – Descrição das Doenças que Compõem as Mortes por Questões Sanitárias.

CID-10	Descrição
A00	Cólera
A01	Febres Tifoides e Paratifoides
A02	Outras Infecções por Salmonelas
A03	Shigelose
A04	Outras Infecções Intestinais Bacterianas
A06	Amebíase
A07	Outras Doenças Intestinais por Protozoários
A08	Infecções Intestinais Virais
A09	Diarreia e Gastroenterite Originária de Infecção Presumida
A27	Leptospirose
A71	Tracoma
A90	Dengue
A91	Febre Hemorrágica devido vírus da Dengue
A95	Febre Amarela
B15	Hepatite Aguda A
B35	Dermatofitose
B36	Outras Micoses Superfície
B50	Malária por Plasmodium falciparum
B51	Malária por Plasmodium vivax
B52	Malária por Plasmodium malariae
B53	Outras formas malária conforme exames parasitológicos
B54	Malária NE
B55	Leishmaniose
B57	Doença de Chagas
B65	Esquistossomose
B68	Infestação por Taenia
B69	Cisticercose
B71	Outras Infestações por Cestoides
B74	Filariose
H10	Conjuntivite

Fonte: Adaptado de Teixeira et al. (2014) e CID-10.