

Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbi-mortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil

Impact of the Water for All Program (PAT) on childhood morbidity and mortality from diarrhea in the Bahia State, Brazil

Impacto del Programa Agua para Todos (PAT) sobre la morbimortalidad por diarrea en niños del Estado de Bahía, Brasil

Daive Rasella ¹

¹ Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

Correspondência
D. Rasella
Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia.
Rua Basílio da Gama s/n, Salvador, BA 40110-040, Brasil.
davide.rasella@gmail.com

Abstract

This study aimed to evaluate the impact of the Water for All Program (PAT), launched in Bahia State, Brazil, with the objective of expanding coverage of the water supply and sanitation in areas with high vulnerability to waterborne diseases. A total of 224 municipalities (counties) with adequate vital statistics were selected. A controlled before-and-after study design was used, performing analyses with multivariate negative binomial regression with fixed effects, from 2005 to 2008. PAT coverage – as a continuous variable – was negatively associated ($p < 0.01$) with the under-five mortality rate. Municipalities with coverage $\geq 10\%$ showed a reduction of 39% ($p < 0.05$) in mortality from diarrhea, under-five mortality of 14% ($p < 0.01$), and hospitalizations from diarrhea of 6% ($p < 0.05$) when compared to municipalities without PAT or with lower coverage, having adjusted for confounding. No effects were found on external causes of mortality, used as a control. When focused on highly vulnerable areas, water and sanitation programs can have an important impact in reducing health inequalities in the population.

Evaluation Studies; Basic Sanitation; Child Mortality; Diarrhea

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar o impacto do Programa Água para Todos (PAT), implantado no Estado da Bahia, Brasil, por ampliar a cobertura do saneamento básico em áreas de maior vulnerabilidade. Foram selecionados 224 municípios com informações vitais adequadas. Foi utilizado um desenho de estudo antes-e-depois controlado, efetuando uma análise de regressão multivariada para dados em painel com resposta binomial negativa a efeitos fixos do ano 2005 até 2008. A cobertura do PAT, como variável contínua, esteve associada negativamente ($p < 0,01$) com a taxa de mortalidade em menores de cinco anos. Os municípios com uma cobertura $\geq 10\%$ tiveram uma redução de 39% ($p < 0,05$) na mortalidade por diarreia, de 14% ($p < 0,01$) na taxa de mortalidade em menores de cinco anos e de 6% ($p < 0,05$) nas internações hospitalares, em comparação com municípios sem cobertura ou com cobertura menor, ajustando-se pelas covariáveis. Não teve efeito na mortalidade por causas externas, utilizada como controle. Programas de saneamento básico, focalizados em áreas de maior vulnerabilidade, podem ter um grande impacto na redução das desigualdades em saúde.

Estudos de Avaliação; Saneamento Básico; Mortalidade na Infância; Diarreia

Introdução

O saneamento básico é uma das intervenções de saúde pública reconhecida entre as mais efetivas na redução das doenças diarréicas, principalmente em países em desenvolvimento¹. Nestes países a diarreia representa uma das maiores causas de morbidade e mortalidade em menores de cinco anos, ocasionando cerca de 20% dos óbitos, apesar de ser uma das causas mais facilmente evitáveis². No Estado da Bahia uma parcela importante da população, principalmente nas áreas rurais e em comunidades urbanas carentes, ainda não tem acesso à água canalizada e ao esgotamento sanitário³.

No ano de 2007 foi implantado na Bahia o Projeto Água para Todos (PAT) com o objetivo de ampliar a cobertura de abastecimento de água e dos demais serviços de saneamento básico, prioritariamente nas áreas com maior risco de desabastecimento, como o semiárido baiano⁴. O PAT é constituído por quatro linhas de ação principais: abastecimento de água, esgotamento sanitário, saneamento integrado e meio ambiente, incluindo projetos socioeconômicos e de geração de renda. Cada linha de ação prevê serviços específicos, que vão desde a ligação de água ou esgoto, executada pela Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA), ao fornecimento de cisternas e construção de poços ou barragens.

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto do PAT sobre a taxa de mortalidade por diarreia, as internações hospitalares por diarreia e a mortalidade geral em menores de cinco anos em 224 municípios baianos, selecionados pela qualidade das informações de mortalidade, no período de 2005 a 2008.

Metodologia

O estudo realizado foi do tipo ecológico longitudinal, sendo as unidades de análise representadas pelos municípios. A avaliação de impacto baseou-se num desenho antes-e-depois controlado, sendo avaliados os indicadores dos municípios num período pré e pós-intervenção, comparados com os dos municípios controle sem intervenção (ou com nula ou baixa cobertura). O desenho de estudo antes-e-depois controlado é – entre os desenhos não randomizados – um dos mais robustos para avaliar a efetividade de intervenções comunitárias^{5,6}.

Do total de 417 municípios pertencentes ao Estado da Bahia, foram selecionados 224 para o estudo de mortalidade, segundo os critérios de adequação das informações vitais estabelecidos pelo Ministério da Saúde (Lista dos municípios

brasileiros por adequação dos CGM brutos, 2005-2007. Documento de distribuição interna/ Ministério da Saúde; 2009).

As taxas de mortalidade da infância foram obtidas pelo cálculo direto, dividindo os óbitos em menores de cinco anos notificados para mil nascidos vivos. Para a taxa de mortalidade por diarreia, foram utilizados os dados de óbitos em menores de cinco anos, que tivessem como causa básica um dos códigos A00-A09 da 10ª revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10). As taxas de internações hospitalares para diarreia foram calculadas dividindo-se o número de internações pelos códigos A00-A09 por local de residência em menores de cinco anos pelo número de crianças menores de cinco anos residentes no município. Para a análise das taxas de internações hospitalares, foram utilizados dados dos anos de 2005 até 2009. Para fortalecer a hipótese do estudo, foram analisados os efeitos do programa na mortalidade por outros grupos de causas, algumas para as quais um efeito seria esperado, como as doenças infecciosas e parasitárias (capítulo 1 da CID-10), outras para as quais não se esperava qualquer efeito, como as doenças do aparelho respiratório (capítulo 10) e as causas externas (capítulo 20).

A cobertura anual do PAT, tanto global como para serviços específicos, foi calculada através da razão entre a população beneficiada pelo programa dividido pelo total da população municipal. A cobertura foi sucessivamente categorizada em nula ou baixa (menor que 10%) e média-alta (maior ou igual a 10%). A escolha do valor de 10% de cobertura para categorização foi feita procurando um valor limiar que permitisse evidenciar um efeito de redução esperado de 3%-5% na morbi-mortalidade¹ e, ao mesmo tempo, um número de observações suficientes para se ter poder estatístico nas estimativas. A cobertura do Programa Saúde da Família (PSF) foi calculada com base no número de pessoas cadastradas no programa dividido pela população/município, e foi categorizada em nula (sem cobertura), média (de 0,1% até 69,9%) e alta (maior ou igual a 70%).

Foram selecionadas variáveis reconhecidas na literatura, como determinantes das mortalidades analisadas, e disponíveis nos bancos de dados^{7,8}: taxa de fecundidade, renda *per capita*, taxa de analfabetismo funcional em maiores de 15 anos, porcentagem de indivíduos em domicílios com banheiro e água encanada, número de médicos residentes para cada mil habitantes e cobertura do PSF. A categorização das covariáveis foi feita segundo as medianas das distribuições ou valores de corte identificados na literatura.

Fontes dos dados

Os dados utilizados neste estudo foram coletados de diferentes sistemas de informações.

As informações vitais e os dados das internações hospitalares foram provenientes do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) e Sistema de Informações Hospitalares (SIH), disponibilizados pelo Departamento de Informática do SUS (DATASUS; <http://www.datasus.gov.br>) até o ano de 2005, e pela Secretaria de Saúde do Estado da Bahia (SESAB; http://saude.ba.gov.br/int_dados.asp) de 2006 a 2009. Para o cálculo da cobertura do programa, foi utilizado o banco de dados do PAT e da EMBASA, agregando o número de beneficiários para cada serviço e para cada município. E para o cálculo da cobertura do PSF foi utilizado o Sistema de Informação de Atenção Básica (SIAB). Para as variáveis socioeconômicas e demográficas foram utilizados os dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), utilizando o *Atlas de Desenvolvimento Humano*⁹ cujas covariáveis foram obtidas dos censos nacionais de 1991 a 2000, e os valores anuais do ano de 2001 até o ano de 2009 foram calculados por extrapolação linear.

Análise dos dados

Para análise dos dados utilizou-se a regressão binomial negativa para dados em painel com efeitos fixos. A regressão binomial negativa é utilizada quando o desfecho a ser analisado é uma contagem, e o pressuposto do modelo de regressão de Poisson, de que a média é igual à variância, não é respeitado, geralmente em virtude da maior dispersão dos dados¹⁰.

O modelo de efeito fixo foi escolhido por ser o mais adequado nas avaliações de políticas públicas, além de ser indicado como o mais apropriado estatisticamente pelo teste de Hausman na maioria dos modelos^{11,12}. Um modelo para cada taxa de mortalidade diferente, que representa a variável dependente, foi rodado utilizando a cobertura do PAT como variável independente principal e os determinantes demográficos, sociais e econômicos como covariáveis. Para melhor entender as relações entre variáveis dependentes e independentes, foram ajustados modelos apenas com determinantes proximais (modelo 1), modelos completos com determinantes proximais e distais (modelo 2), e modelos completos com as variáveis independentes categorizadas (modelo 3).

Para avaliar quantitativamente a associação entre as taxas de morbidade ou mortalidade e os

níveis de cobertura do PAT os coeficientes dos modelos 1 e 2 foram transformados em razões das taxas de mortalidade ou razões de risco (RR), obtendo uma medida da associação constante independentemente dos níveis de cobertura e das taxas de mortalidade dos municípios. Em seguida foram utilizados os modelos com as variáveis independentes dicotomizadas (modelo 3) para estimar as razões das taxas de mortalidade entre os níveis de cobertura considerados diferentes: cobertura nula ou baixa (menor que 10%, média da distribuição no ano de 2008) – que representa a categoria de referência – e coberturas maiores de 10%.

Para a análise estatística e o processamento dos dados, foi utilizado o pacote Stata versão 10.1 (Stata Corp., College Station, Estados Unidos).

Resultados

Os 224 municípios selecionados pelas análises das taxas de mortalidade nos anos de 2005-2008 representam 54% dos 417 municípios da Bahia. Para análise das internações hospitalares foram utilizados dados de 415 municípios no período 2005-2009, pois foram excluídos dois municípios criados após o ano 2000 devido à impossibilidade de, na ausência de dados censitários do ano de 2000 para estes municípios, fazer extrapolação dos valores das covariáveis para os anos analisados.

Nos municípios selecionados a média das taxas de mortalidade por diarreia em menores de cinco anos diminuiu 51,2% no período considerado (Tabela 1), sendo que as taxas de mortalidade na infância e de hospitalização por diarreia também diminuíram, mas de forma menos evidente. Entre as covariáveis analisadas, a taxa de fecundidade foi a que apresentou a maior diminuição relativa e o PSF o maior incremento, passando de 59,5% em 2005 para 74,6% em 2008.

A média da cobertura municipal do PAT passou de 5,9% em 2007 para 10,7% em 2008 (Tabela 2), sendo que os serviços de abastecimento de água respondem por cerca de 2/3 desta cobertura. As coberturas municipais do PAT foram muito heterogêneas, prevalecendo os municípios com baixa ou baixíssima cobertura, embora constem alguns municípios com altas coberturas. O número de observações com cobertura do PAT maior ou igual a 10%, no período 2007-2008, foi de 128, compreendendo níveis de cobertura que variaram de 10% até no máximo 69%, sendo em média 18%.

Nos modelos de regressão, ao se analisar a associação bruta entre taxa de mortalidade em menores de cinco anos para diarreia e a cobertura

Tabela 1

Média das taxas de mortalidade por mil nascidos vivos e das taxas de internações hospitalares por mil crianças residentes, medianas das covariáveis nos municípios selecionados (N = 224). Bahia, Brasil, 2005-2008.

	2005	2008	Varição (%)
Variáveis			
Taxa de mortalidade em menores de cinco anos	24,9	21,5	-13,7
Taxa de mortalidade em menores de cinco anos por diarreia	1,72	0,84	-51,2
Taxa de internações hospitalares por diarreia em menores de cinco anos	30,8	27	-12,3
Covariáveis *			
Taxa de fecundidade	2,02	1,56	-22,8
Taxa de analfabetismo funcional em maiores de 15 anos	47,2	41,6	-11,9
Renda <i>per capita</i> (Reais)	108	117	8,3
Pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada (%)	53,5	59	10,3
Número de médicos cada mil habitantes **	0,178	0,205	15,2
Cobertura do PSF	59,5	74,6	25,4

PSF: Programa Saúde da Família.

* Obtidas pela extrapolação linear dos dados do censo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1991 e 2000 (IBGE; <http://www.ibge.gov.br>), à exceção da cobertura do PSF;

** Média da distribuição.

Tabela 2

Médias das coberturas municipais (valores em porcentagem) das diferentes intervenções que compõem o Programa Água para Todos (PAT), divididas em grupos (linhas de ação), nos municípios selecionados (N = 224). Bahia, Brasil, 2007-2008.

Variável	2007	2008
Total PAT	5,90	10,7
Linha abastecimento água	5,04	9,04
Domicílios ligados à rede de água	3,41	6,03
Barragens	0,03	0,08
Cisternas	0,72	0,93
Sistemas de abastecimento	0,88	1,99
Linha esgotamento sanitário	0,84	1,65
Domicílios ligados à rede de esgoto	0,36	0,97
Módulo sanitário doméstico	0,46	0,61
Sistema de esgotamento sanitário	0,02	0,07
Linha sistema de saneamento integrado *	0,02	0,02

* O sistema de saneamento integrado compreende ações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais, coleta e disposição de resíduos sólidos, intervenções de urbanização e melhorias habitacionais.

dos diferentes serviços do PAT (Tabela 3), verificou-se que todos os serviços tiveram um efeito redutor na mortalidade, sendo a maioria estatisticamente significativa. O saneamento integrado apresentou o maior efeito, mas sem significância estatística.

Na Tabela 4 os modelos de regressão multivariada mostraram uma forte associação negativa – mas sem significância estatística nos primeiros

dois modelos – entre cobertura do PAT e a taxa de mortalidade em menores de cinco anos para diarreia, com um coeficiente β de -0,0167 no modelo 1 (controlado para os determinantes proximais) e -0,0052 no modelo 2 (controlado para os determinantes proximais e distais), correspondentes à RR de 0,9834 e 0,9948 respectivamente. Nestes modelos uma RR de 0,9948 significa que aumentando de 1% a cobertura do PAT a taxa

Tabela 3

Modelos de regressão binomial negativa a efeitos fixos pela associação bruta entre taxa de mortalidade em menores de cinco anos por diarreia e as linhas de ação e serviços do Programa Água para Todos (PAT) nos municípios selecionados (N = 224). Bahia, Brasil, 2005-2008.

Variável independente	Coeficiente de regressão	
	β	Valor de p
Total PAT	-0,0455	< 0,000
Linha abastecimento água	-0,0547	< 0,000
Domicílios ligados à rede de água	-0,0671	< 0,000
Barragem, cisternas e sistemas de abastecimento	-0,0858	0,008
Linha esgotamento sanitário	-0,0768	0,039
Domicílios ligados à rede de esgoto	-0,0638	0,092
Módulo sanitário doméstico e sistema de esgotamento sanitário	-0,2422	0,073
Linha sistema saneamento integrado *	-1,8416	0,113
Número de observações	548	
Número de municípios	137	

* O sistema de saneamento integrado compreende ações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais, coleta e disposição de resíduos sólidos, intervenções de urbanização e melhorias habitacionais.

de mortalidade em menores de cinco anos diminuiu de 0,52%. No modelo 3, com as variáveis independentes categorizadas, observou-se que nos municípios com cobertura do PAT maior que 10% a mortalidade para diarreia foi reduzida em 39%, em comparação com municípios sem cobertura ou com cobertura menor de 10%, sendo esta associação estatisticamente significativa. Verifica-se que o PSF apresenta uma forte associação negativa e estatisticamente significativa em todos os modelos, chegando a reduzir a mortalidade por diarreia em 61% nos municípios com cobertura maior ou igual a 70%. Em todos os modelos da taxa de mortalidade em menores de cinco anos, o PAT exibe uma associação forte e estatisticamente significativa, com um coeficiente de -0,0088 – correspondente a uma RR de 0,9912 – no modelo 2, reduzindo para 14% a mortalidade na infância naqueles municípios com cobertura maior ou igual a 10%. A cobertura do PAT também se mostrou associada negativamente com as internações por diarreia em menores de cinco anos, com um coeficiente de -0,0003 – correspondente a uma RR de 0,9997 – no modelo 2, sendo que municípios com cobertura maior ou igual a 10% tiveram uma redução de 6% nas internações. Contrariamente ao observado na mortalidade, o PSF encontra-se associado positivamente e de forma estatisticamente significativa às hospitalizações.

Entre diferentes grupos de causas de mortalidade em menores de cinco anos (Tabela 5), segundo os capítulos da CID-10, a cobertura do PAT

mostra-se associada negativamente e de forma estatisticamente significativa à mortalidade em menores de cinco anos para doenças infecciosas ou parasitárias, reduzindo 33% a mortalidade em municípios com cobertura maior ou igual a 10%, mas sem associação estatisticamente significativa com os outros grupos de causa.

Discussão

A cobertura do PAT mostrou-se associada à redução da mortalidade e das internações hospitalares por diarreia em menores de cinco anos nos municípios da Bahia.

Nos últimos anos, houve uma grande redução da mortalidade por diarreia na Bahia, em virtude da melhoria das condições socioeconômicas, e de intervenções públicas como o PSF, que demonstrou um forte efeito na redução da mortalidade por diarreia no Brasil ^{8,13}.

A diarreia é considerada uma das principais causas de mortalidade evitável em crianças, e as ações de prevenção contra as doenças diarreicas no Brasil são particularmente necessárias. Observa-se, nos últimos anos, que houve um forte declínio desta mortalidade, no entanto, a morbidade diminuiu modestamente ¹⁴. Entre as intervenções mais efetivas para redução da incidência da diarreia, destacam-se o abastecimento de água e a melhoria da sua qualidade, o esgotamento sanitário, e a promoção da higiene a nível comunitário ¹⁵. Uma recente meta-análise

Tabela 4

Modelos de regressão binomial negativa a efeitos fixos, com variáveis contínuas e categorizadas, pela associação ajustada entre taxas de mortalidades ou hospitalizações e a cobertura do Programa Água para Todos (PAT) nos municípios selecionados (N = 224). Bahia, Brasil, 2005-2009.

	Modelo 1		Modelo 2			Modelo 3	
	β	Valor de p	β	Valor de p		RR	Valor de p
Taxa de mortalidade por diarreia em menores de 5 anos (2005-2008)							
Cobertura PAT	-0,0167	0,198	-0,0052	0,700	Cobertura PAT \geq 10%	0,61	0,017
Pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada (%)	-0,0950	0,011	-0,0284	0,410	Pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada \geq 52% (%)	0,96	0,917
Cobertura PSF	-0,0087	0,029	-0,0077	0,053	Cobertura PSF média (0-70%)	0,78	0,573
Renda <i>per capita</i>	-	-	-0,0031	0,848	Cobertura PSF alta (\geq 70%)	0,39	0,050
Taxa de fecundidade	-	-	1,2302	0,017	Renda <i>per capita</i> \geq R\$ 120	0,96	0,917
					Taxa de fecundidade \geq 1,91	1,44	0,086
Número de observações	548		548			548	
Número de municípios	137		137			137	
Taxa de mortalidade em menores de 5 anos (2005-2008)							
Cobertura PAT	-0,0120	0,000	-0,0088	0,004	Cobertura PAT \geq 10%	0,86	0,001
Taxa de analfabetismo funcional em maiores de 15 anos	-	-	0,0259	0,055	Taxa de analfabetismo funcional em maiores de 15 anos \geq 46%	1,13	0,026
Renda <i>per capita</i>	-	-	-0,0054	0,216	Renda <i>per capita</i> \geq R\$ 120	0,99	0,861
Médicos (por 1.000 habitantes)	-0,6448	0,062	-0,5737	0,111	Médicos (por 1.000 habitantes) \geq 0,74	0,86	0,088
Número de observações	892		892			892	
Número de municípios	223		223			223	
Taxa de internações hospitalares por diarreia em menores de 5 anos (2005-2009)							
Cobertura PAT	-0,0039	0,010	-0,0003	0,879	Cobertura PAT \geq 10%	0,94	0,034
Pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada (%)	-0,0213	0,000	-0,0028	0,310	Pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada \geq 52% (%)	0,76	0,000
Cobertura PSF	0,0017	0,014	0,0010	0,182	Cobertura PSF média (0-70%)	1,20	0,044
Renda <i>per capita</i>	-	-	-0,0059	0,000	Cobertura PSF alta (\geq 70%)	1,17	0,090
Taxa de fecundidade	-	-	-0,0687	0,116	Renda <i>per capita</i> \geq R\$ 120	0,76	0,000
					Taxa de fecundidade \geq 1,91	0,99	0,798
Número de observações	2.075		2.075			2.075	
Número de municípios	415		415			415	

PAT: Programa Água para Todos; PSF: Programa Saúde da Família; RR: razão de risco.

sobre o impacto de diferentes intervenções para a redução da morbidade por diarreia em países em desenvolvimento, estimou um efeito de 30%-40% na redução da incidência por várias intervenções, tanto no que se refere ao saneamento básico quanto à promoção da higiene, demonstrando uma magnitude de impacto relativamente similar entre elas ¹.

O achado – nos modelos com variáveis contínuas – de uma associação negativa não estatisticamente significativa entre o PAT e a mortalidade por diarreia deve-se, provavelmente, à cobertura extremamente baixa que o programa teve na maioria dos municípios, especialmente no primeiro ano de implantação, o que não permitiu evidenciar um efeito significativo. Ade-

mais o reduzido número de observações independentes não permitiu ter um elevado poder estatístico nos modelos. O fato de o PAT ter reduzido fortemente e de forma estatisticamente significativa a mortalidade por diarreia nos municípios com uma cobertura maior – mas ainda relativamente baixa – nos modelos com variáveis categorizadas poderia ser explicado pela focalização do programa em áreas pobres e com risco de desabastecimento hídrico. Estas áreas seriam as que mais contribuem à mortalidade por causas evitáveis como diarreia, assim – quando cobertas para intervenções de saneamento – mesmo que tenham uma cobertura municipal percentualmente baixa (sendo o total da população do município o denominador) poderiam reduzir

Tabela 5

Modelos de regressão binomial negativa a efeitos fixos pela associação ajustada entre taxas de mortalidades em menores de cinco anos por diferentes causas (capítulos da 10ª revisão da Classificação Internacional de Doenças – CID-10) e a cobertura do Programa Água para Todos (PAT) nos municípios selecionados (N = 224). Bahia, Brasil, 2005-2008.

	Capítulo 01 (doenças infecciosas e parasitárias) *		Capítulo 10 (doenças do aparelho respiratório) **		Capítulo 20 (causas externas de morbidade e mortalidade) ***	
	RR	Valor de p	RR	Valor de p	RR	Valor de p
Cobertura PAT ≥ 10%	0,67	0,005	0,98	0,930	1,35	0,136
Número de observações	708		700		536	
Número de municípios	177		175		134	

RR: razão de risco.

* Modelo ajustado pela taxa de analfabetismo funcional em maiores de 15 anos, renda *per capita*, percentual de pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada, número de médicos a cada mil habitantes, cobertura do Programa Saúde da Família (PSF);

** Modelo ajustado pela taxa de analfabetismo funcional em maiores de 15 anos, renda *per capita*, número de médicos a cada mil habitantes;

*** Modelo ajustado pela taxa de analfabetismo funcional em maiores de 15 anos, renda *per capita*, número de médicos a cada mil habitantes, percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada.

fortemente a mortalidade de todo o município por estas causas. Deve-se considerar que as doenças de veiculação hídrica afetam de forma desproporcional os grupos populacionais mais pobres¹⁶, e que o impacto de programas de saneamento básico não depende somente da sua cobertura, mas também das condições socioeconômicas da área de intervenção¹⁷ – podendo ser desprezível em áreas com condições socioeconômicas extremamente elevadas, e mais consistentes em outras. A capacidade do PAT de causar um impacto considerável sobre a saúde – inclusive em municípios com baixas coberturas – vai depender da capacidade do programa de focalizar as intervenções nas áreas mais vulneráveis, que representam seu principal alvo. Outra explicação possível para a magnitude da associação encontrada seria a implantação – em conjunto com o PAT e nas mesmas áreas – de outras intervenções de melhoria das condições de vida da população, que teriam efeito sobre a saúde juntamente ao PAT. Estas intervenções poderiam confundir a associação entre cobertura do PAT e a mortalidade para diarreia, atribuindo-se ao programa um efeito maior do que efetivamente ele foi responsável¹⁸. Para evitar este tipo de confundimento, todas as modelagens foram feitas incluindo o PSF entre as covariáveis, uma vez que é considerado um dos programas federais que exerce o maior impacto na mortalidade, principalmente por diarreia^{13,19}.

A cobertura do PAT teve uma associação negativa e estatisticamente significativa com a taxa de mortalidade em menores de cinco anos em todos os modelos de regressão, sendo menor que a encontrada na mortalidade por diarreia. Este é um achado esperado, porque na literatura, programas de saneamento têm demonstrado efeitos não só nas mortalidades específicas, mas também nas taxas de mortalidade geral, como a taxa de mortalidade infantil¹⁵. Como foi mostrado pelos modelos que analisam a associação do PAT com diferentes grupos de causas de mortalidade, o único efeito forte e estatisticamente significativo foi em relação ao grupo de doenças infecciosas e parasitárias. De fato, as principais doenças humanas relacionadas às péssimas condições de abastecimento de água, saneamento e higiene, além das diarreias, são as infecto-parasitárias, como hepatites, dengue e malária¹⁶. O PAT, como previsível, não exibiu nenhuma associação com a mortalidade para doenças do aparelho respiratório ou com a mortalidade por causas externas, sendo os dois desfechos utilizados como controle. A forte redução da mortalidade em menores de cinco anos, nos municípios com maior cobertura do PAT, deve-se à maior proporção que as doenças infecciosas têm em relação ao total da mortalidade do Estado da Bahia, sendo responsáveis por 9,5% dos óbitos em criança em 2005 e 7,6% em 2008 (SESAB; http://saude.ba.gov.br/int_dados.asp).

Pressupõe-se que, nos municípios mais pobres, esta porcentagem seja ainda maior.

O PAT possui uma associação negativa também com as internações hospitalares por diarreia em menores de cinco anos, que se mantém estatisticamente significativa no modelo que inclui os determinantes proximais e as variáveis categorizadas. Ao se utilizar as internações hospitalares como *proxy* da morbidade, deve-se considerar que altas taxas de internações, principalmente por causas como doenças diarréicas, frequentemente denotam um problema de acesso e de cobertura, além da baixa resolutividade, da atenção primária, e não são simplesmente devidas a uma alta incidência de diarreia²⁰. Isto explicaria o efeito positivo do PSF nas internações, pois um aumento da cobertura acompanhado de baixa resolutividade implicaria em maior detecção e referenciamento dos casos.

O efeito menor do PAT nas hospitalizações por diarreia em comparação com a mortalidade depende do fato de que, em áreas de extrema pobreza, algumas crianças adoecem e morrem de diarreia no próprio domicílio, sem passar pelas hospitalizações e sem nenhuma assistência médica²¹; assim, a diminuição destes casos, devido ao melhor saneamento, seria percebida apenas na diminuição dos óbitos, e não das internações.

No Brasil foram poucos os estudos que avaliaram o impacto de intervenções de saneamento na saúde pública. Um estudo ecológico que utilizou os estados brasileiros como unidade de análise identificou uma correlação entre a cobertura de serviços de água/esgoto e indicadores de saúde da população: a esperança de vida ao nascer (correlação positiva) e a morbi-mortalidade por algumas doenças de veiculação hídrica (correlação negativa)²². O abastecimento de água de qualidade adequada é um problema presente não somente nas áreas rurais do país, mas também nas comunidades carentes dos grandes centros urbanos^{23,24}. Um recente estudo de coorte conduzido em um dos maiores centros urbanos do Brasil, a cidade de Salvador, Bahia, demonstrou que uma intervenção de saneamento básico teve um efeito de redução da prevalência de diarreia em crianças, comparadas com crianças de áreas controle^{25,26}. A efetividade das intervenções de saneamento na redução da morbidade por diarreia no Brasil foi demonstrada também em outros estudos^{27,28}, mas existe ainda a necessidade de compreender os efeitos dos programas de saneamento utilizando diferentes abordagens metodológicas²⁹.

Uma limitação potencial deste estudo é a seleção dos municípios para as análises, com base na adequação das informações vitais, o que

reforça a validade interna do estudo, mas poderia restringir a generalização dos resultados. Ao se comparar as características socioeconômicas dos municípios selecionados com aqueles não-selecionados, encontrou-se uma forte similaridade, pressupondo um efeito similar do PAT também nestes outros municípios. Outra limitação é representada pelos critérios de adequação das informações vitais, baseados apenas na subnotificação e não na qualidade das informações de mortalidade, que é expressa como a porcentagem de óbitos atribuídos às causas mal definidas. Contudo, deve ser considerado, que nos últimos anos houve uma melhoria na qualidade das informações vitais na Bahia, evidenciada pela forte redução da porcentagem de óbitos por causas mal definidas (SESAB; http://saude.ba.gov.br/int_dados.asp), e dentre estas causas a diarreia é geralmente a mais notificada³⁰. Esta melhoria da notificação poderia ter causado uma subestimação do efeito do PAT, e não o contrário, confirmando assim a robustez da redução das mortalidades encontradas.

Cada modelo de regressão, a depender da variável desfecho utilizada, apresentou um diferente número de municípios (incluídos na análise). Esta variabilidade é devida à computação dos modelos com efeitos fixos, que excluem da análise as unidades que têm o desfecho com valor constante em todos os anos, neste caso, zero óbitos (nos municípios pequenos)¹¹. Para verificar a robustez dos resultados, foi feita, na modelagem da mortalidade para diarreia, uma comparação das características socioeconômicas dos municípios incluídos com aqueles excluídos, demonstrando a similaridade entre os dois grupos. Assim como esperado, a única diferença importante encontrada foi o tamanho da população. Ademais, foram conduzidas análises dos mesmos modelos utilizando efeitos aleatórios, que incluem todos os municípios, no lugar de efeitos fixos, obtendo-se estimativas similares. Não foi incluída nos modelos uma variável que representasse o tempo, porque o uso da razão de risco, com um grupo de comparação (cobertura baixa do PAT), permite controlar possíveis efeitos das tendências temporais da mortalidade^{13,19,30}.

A escolha de incluir na análise de impacto dois anos pré-intervenção e dois pós-intervenção está ligada às modalidades de computação dos modelos com efeitos fixos. Os modelos com efeito fixo são utilizados nas análises de impacto de políticas públicas, porque permitem controlar o viés de seleção das intervenções, quando este é representado por características dos municípios constantes no tempo, como peculiaridades geográficas, socioculturais ou econômicas³¹. As

estimativas de associação nestes modelos são calculadas considerando-se exclusivamente as informações intragrupo, e não intergrupos das observações, ou seja, a variabilidade dos dados entre os anos no mesmo município, e não entre municípios, permitindo controlar para o viés de seleção da intervenção, mas reduzindo assim a precisão das estimativas e requerendo mais observações por cada município¹¹. Nos municípios selecionados, houve uma forte queda da mortalidade por diarreia, que corresponde ao primeiro ano de implantação do PAT, e em seguida um leve aumento no ano posterior. A escolha de se utilizar um período de quatro anos foi feita na intenção de limitar o efeito destas flutuações e identificar a tendência geral, de redução ou aumento da mortalidade nos municípios com ou sem o programa.

Nos últimos anos a contínua melhoria da cobertura e qualidade das informações vitais no Brasil^{21,30,32}, juntamente com a disponibilidade de dados socioeconômicos e de cobertura das intervenções, permitiram a avaliação da efetividade de políticas públicas com estudos observacionais que utilizam dados secundários^{13,19,30,33}. Em particular a análise de dados em painel, com observações repetidas no tempo das mesmas unidades de análise, permitem uma maior robustez na inferência causal que estudos só transversais ou de séries temporais¹².

Uma das limitações deste tipo de estudos, que geralmente utilizam dados agregados, é a falácia ecológica, ou seja, a impossibilidade de saber re-

almente se os indivíduos expostos são os que manifestam o desfecho¹⁸. Contudo, a utilização de unidades de análise de dimensão relativamente pequena, como os municípios, juntamente a intervenções com coberturas focadas em grupos populacionais vulneráveis, que na sua maioria originam o desfecho em estudo (crianças de áreas pobres, cobertas pelo PAT, são as que morreriam por diarreia no município), contribuiriam para reduzir este tipo de falácia.

Conclusões

Os resultados do presente estudo apontam um efeito do PAT na redução da morbi-mortalidade nas crianças, em particular por diarreia e doenças infecto-parasitárias. Na Bahia observou-se uma redução da mortalidade por diarreia e por outras causas evitáveis nos últimos anos, todavia a mortalidade proporcional por estas causas permanece elevada em comparação às áreas mais desenvolvidas do país. A mortalidade por diarreia, assim como outras causas de morbi-mortalidade ligadas à pobreza, poderia ser reduzida ainda mais com intervenções multissetoriais que enfrentem de forma mais abrangente seus determinantes sociais^{34,35}. Contudo, este estudo demonstra que programas de saneamento básico devem ser implementados prioritariamente em áreas de maior vulnerabilidade como suporte efetivo na melhoria da saúde e redução da mortalidade na população.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto del Programa Agua para Todos (PAT), implantado en el Estado de Bahía, Brasil, para ampliar la cobertura del saneamiento básico en áreas de mayor vulnerabilidad. Fueron seleccionados 224 municipios con información vital adecuada. Se utilizó un diseño de estudio antes-después controlado, efectuando un análisis de regresión multivariada para los datos en panel con respuesta binomial negativa, a efectos fijos del año 2005 hasta el 2008. La cobertura del PAT, como variable continua, estuvo asociada negativamente ($p < 0,01$) con la tasa de mortalidad en menores de cinco años. Los municipios con una cobertura $\geq 10\%$ contaron con una reducción

de un 39% ($p < 0,05$) en la mortalidad por diarreia, de un 14% ($p < 0,01$) en la tasa de mortalidad en menores de cinco años y de un 6% ($p < 0,05$) en los internamientos hospitalarios, en comparación con municipios sin cobertura o con cobertura menor, ajustándose por las covariables. No tuvo efecto en la mortalidad por causas externas, utilizada como control. Programas de saneamiento básico, centrados en áreas de mayor vulnerabilidad, pueden tener un gran impacto en la reducción de las desigualdades en salud.

Estudios de Evaluación; Saneamiento Básico; Mortalidad en la Infancia; Diarreia

Agradecimentos

Ao professor Maurício Lima Barreto, da Universidade Federal da Bahia, pelos conselhos na análise dos dados e interpretação dos resultados. À Diretoria de Informação em Saúde e à Superintendência de Vigilância à Saúde da Secretária de Saúde do Estado da Bahia pela disponibilização dos dados e dos critérios de seleção dos municípios. À Companhia de Engenharia Ambiental da Bahia (CERB; contrato prestação de serviço nº 063/2009) pelo financiamento.

Referências

1. Fewtrell L, Kaufmann RB, Kay D, Enanoria W, Haller L, Colford JM. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 2005; 5:42-52.
2. Kosek M, Bern C, Guerrant RL. The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies published between 1992 and 2000. *Bull World Health Organ* 2003; 81:197-204.
3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2008. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2008/default.shtm> (acessado em 08/Jan/2010).
4. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Governo da Bahia. Programa Água para Todos: resumo executivo. Salvador: Governo da Bahia; 2007.
5. Fretheim A, Oxman AD, Lavis JN, Lewin S. SUPPORT tools for evidence-informed policymaking in health 18: planning monitoring and evaluation of policies. *Health Res Policy Syst* 2009; 7 Suppl 1:S18.
6. Lavis JN, Oxman AD, Lewin S, Fretheim A. SUPPORT Tools for evidence-informed health policy-making (STP). Introduction. *Health Res Policy Syst* 2009; 7 Suppl 1:S4.
7. Alves D, Belluzzo W. Infant mortality and child health in Brazil. *Econ Hum Biol* 2004; 2:391-410.
8. Souza AC, Petersont KE, Cufino E, Amaral MIV, Gardner J. Underlying and proximate determinants of diarrhoea-specific infant mortality rates among municipalities in the state of Ceara, Northeast Brazil: an ecological study. *J Biosoc Sci* 2001; 33:227-44.
9. Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas. Atlas do desenvolvimento humano. <http://www.pnud.org.br/atlas> (acessado em 01/Mar/2010).
10. Hilbe JM. Negative binomial regression. Cambridge: Cambridge University Press; 2007.
11. Wooldridge JM. Introductory econometrics: a modern approach. 3rd Ed. Cincinnati: South-Western College Pub; 2005.
12. Frees WE. Longitudinal and panel data. Cambridge: Cambridge University Press; 2004.

13. Rasella D, Aquino R, Barreto ML. Reducing childhood mortality from diarrhea and lower respiratory tract infections in Brazil. *Pediatrics* 2010; 126:e534-40.
14. Sastry N, Burgard S. The prevalence of diarrheal disease among Brazilian children: trends and differentials from 1986 to 1996. *Soc Sci Med* 2005; 60:923-35.
15. Heller L. Saneamento e saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 1997.
16. Prüss A, Kay D, Fewtrell L, Bartram J. Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. *Environ Health Perspect* 2002; 110:537-4.
17. Shuval HI, Tilden RL, Perry BH, Grosse RN. Effect of investments in water supply and sanitation on health status: a threshold-saturation theory. *Bull World Health Organ* 1981; 59:243-8.
18. Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. *Modern epidemiology*. 3rd Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
19. Aquino R, Oliveira NF, Barreto ML. Impact of the Family Health Program on infant mortality in Brazilian municipalities. *Am J Public Health* 2009; 99:87-93.
20. Alfradique ME, Bonolo PF, Dourado I, Lima-Costa MF, Macinko J, Mendonça CS, et al. Internações por condições sensíveis à atenção primária: a construção da lista brasileira como ferramenta para medir o desempenho do sistema de saúde (Projeto ICSAP – Brasil). *Cad Saúde Pública* 2009; 25:1337-49.
21. Frias PG, Pereira PMH, Andrade CLT, Szwarcwald CL. Sistema de Informações sobre Mortalidade: estudo de caso em municípios com precariedade dos dados. *Cad Saúde Pública* 2008; 24:2257-66.
22. Libanio PAC, Chernicharo CAL, Nascimento NO. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. *Eng Sanit Ambient* 2005; 10:219-28.
23. Copeland CC, Beers BB, Thompson MR, Fitzgerald RP, Barrett LJ, Sevilleja JE, et al. Faecal contamination of drinking water in a Brazilian shanty town: importance of household storage and new human faecal marker testing. *J Water Health* 2009; 7: 324-31.
24. Josiane MQ, Heller L, Silva SR. Análise da correlação de ocorrência da doença diarreica aguda com a qualidade da água para consumo humano no município de Vitória-ES. *Saúde Soc* 2009; 18:479-89.
25. Barreto ML, Genser B, Strina A, Teixeira MG, Assis AM, Rego RE, et al. Effect of city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhoea in northeast Brazil: assessment by two cohort studies. *Lancet* 2007; 370:1622-8.
26. Genser B, Strina A, Santos LA, Teles CA, Prado MS, Cairncross S, et al. Impact of a city-wide sanitation intervention in a large urban centre on social, environmental and behavioural determinants of childhood diarrhoea: analysis of two cohort studies. *Int J Epidemiol* 2008; 37:831-40.
27. Gross R, Schell B, Molina MC, Leão MA, Strack U. The impact of improvement of water supply and sanitation facilities on diarrhea and intestinal parasites: a Brazilian experience with children in two low-income urban communities. *Rev Saúde Pública* 1989; 23:214-20.
28. Heller L, Colosimo EA, Antunes CM. Environmental sanitation conditions and health impact: a case-control study. *Rev Soc Bras Med Trop* 2003; 36:41-50.
29. Heller L, Nascimento NO. Pesquisa e desenvolvimento na área de saneamento no Brasil: necessidades e tendências. *Eng Sanit Ambient* 2005; 10:24-35.
30. Rasella D, Aquino R, Barreto ML. Impact of the Family Health Program on the quality of vital information and reduction of child unattended deaths in Brazil: an ecological longitudinal study. *BMC Public Health* 2010; 10:380.
31. World Bank. *Impact evaluation handbook*. Washington DC: World Bank; 2010.
32. Frias PG, Szwarcwald CL, Lira PIC. Estimativa da mortalidade infantil no contexto de descentralização do Sistema Único de Saúde (SUS). *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2011; 11:463-70.
33. Macinko J, Guanais FC, Souza MFM. Evaluation of the impact of the Family Health Program on infant mortality in Brazil, 1990-2002. *J Epidemiol Community Health* 2006; 60:13-9.
34. Comissão Nacional sobre Determinantes Sociais da Saúde. *As causas sociais das iniquidades em saúde no Brasil. Relatório final da Comissão Nacional sobre Determinantes Sociais da Saúde*. <http://www.cndss.fiocruz.br/pdf/home/relatorio.pdf> (acessado em 10/Mai/2012).
35. Razzolini TP, Günther MR. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. *Saúde Soc* 2008; 17:21-32.

Recebido em 14/Fev/2012

Versão final reapresentada em 08/Set/2012

Aprovado em 12/Set/2012