

## Carga Global das doenças diarreicas atribuíveis ao sistema de abastecimento de água e saneamento em Minas Gerais, Brasil, 2005

Global burden of diarrheal disease attributable to the water supply and sanitation system in the State of Minas Gerais, Brazil: 2005

Andreia Ferreira de Oliveira <sup>1</sup>  
Iuri da Costa Leite <sup>1</sup>  
Joaquim Gonçalves Valente <sup>1</sup>

**Abstract** *Advances have occurred in relation to the coverage of water supply and sanitation in Brazil, however inequalities are still observed in relation to the coverage of these services, reflecting the importance of diarrheal disease in the Brazilian epidemiological context. The aim of this study was to measure the impact of the water supply and sanitation system on diarrheal diseases among children aged under five. The global burden of diarrhea was calculated based on the attributable population fraction, using information on prevalence and relative risks from the 2000/2010 censuses and a study by Pruss et al. The north of the State of Minas Gerais, the Northeast and Jequitinhonha regions had the highest disability-adjusted life year (DALY) rates and ratios. The fraction of diarrhea attributable to the water supply and sanitation system was 83%, decreasing to 78.3% where sanitation had 100% coverage. An inverse relationship was found between DALY rates and attributable fractions and per capita GDP. Broadening the scope and coverage of services and improving the quality of water available in homes is an urgent requirement. These measures will bring economic and social benefits related to the reduction of diarrheal diseases and consequent improvement of the quality of life of children aged under five.*

**Key words** Sanitation, Water, Diarrhea, Global burden, Disease

**Resumo** *Avanços ocorreram em relação à cobertura de abastecimento de água e saneamento no Brasil, no entanto, ainda se observam desigualdades relacionadas a esses serviços, mostrando a importância das doenças diarreicas no cenário epidemiológico brasileiro. O objetivo deste estudo foi mensurar o impacto do sistema de abastecimento de água e saneamento sobre as doenças diarreicas entre crianças menores de cinco anos. A carga global da diarreia foi calculada com base na fração populacional atribuível, utilizando informações sobre prevalência e riscos relativos provenientes dos censos 2000/2010 e de estudo realizado por Pruss et al. As regiões Norte de Minas, Nordeste e Jequitinhonha apresentaram as maiores taxas e razões de taxas de DALY. A fração da diarreia atribuível ao sistema de abastecimento de água e saneamento foi de 83,0%, reduzindo-se para 78,3% caso o saneamento tivesse uma cobertura de 100%. Relação inversa foi encontrada entre as taxas de DALY e frações atribuíveis com o PIB per capita. É urgente uma ampliação, além da cobertura dos serviços, da melhoria da qualidade da água disponível nas residências. Estas medidas trarão benefícios econômicos e sociais relacionados à redução das doenças diarreicas e, consequentemente, à melhoria na qualidade de vida de crianças menores de cinco anos.*

**Palavras-chave** Saneamento, Água, Diarreia, Carga global, Doença

<sup>1</sup> Departamento de Epidemiologia e Métodos Quantitativos em Saúde, Fiocruz. R. Leopoldo Bulhões 1480/830, Manguinhos. 21041-210 Rio de Janeiro RJ Brasil andreaiaf@globo.com

## Introdução

O impacto de fatores de risco ambiental nos estudos de carga global de doença vem sendo mensurado para diversas regiões do Planeta desde 1990<sup>1</sup>, com atualizações e avanços metodológicos disponíveis para o ano de 2001<sup>2</sup>, 2004<sup>3</sup>, e, mais recentemente para o ano de 2010<sup>4</sup>.

Estima-se que 33% da carga global de doença (DALY) são atribuíveis a fatores ambientais<sup>5</sup>. Apesar de sua relevância há uma escassez de estudos sobre esse tema<sup>5,6</sup>. Um fator ambiental com grande impacto sobre a saúde das populações é aquele relativo ao acesso às redes de abastecimento de água e esgoto adequados, fator incluído entre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), no qual foi estabelecido que, entre 1990 e 2015, a proporção de pessoas sem acesso à água potável e ao saneamento básico deveria ser reduzida em 50%<sup>7,8</sup>.

Segundo levantamento feito pela OMS, investimentos na melhoria do abastecimento de água, saneamento e higiene em todos os países poderiam prevenir uma série de agravos, com destaque para a diarreia, impactando em aproximadamente 9,1% da carga global de doença e 6,3% do total de mortes, principalmente entre as crianças com até 5 anos de idade<sup>9</sup>.

A diarreia é considerada um problema de saúde pública, já que tem uma ocorrência universal e atinge pessoas de todas as idades e classes sociais<sup>10</sup>. É considerada uma das principais causas de morbimortalidade em países em desenvolvimento<sup>11,12</sup>, especialmente entre crianças menores de cinco anos<sup>13-17</sup> que vivem em locais onde as condições sanitárias são desfavoráveis<sup>18,19</sup>.

Refletindo essa desigualdade, as doenças diarreicas foram responsáveis por 4,8% da carga de doença no mundo, e 7,2% nos países em desenvolvimento. No Brasil, segundo relatório do Unicef e WHO<sup>20</sup>, a proporção da população com acesso a melhorias no saneamento aumentou de 68% para 79% entre 1990 e 2010. Os avanços também foram observados em relação à utilização da água para beber: 89% e 98%. Apesar dessa expansão, ainda se observam desigualdades relacionadas à cobertura desses serviços entre regiões e grupos sociais do país, o que possivelmente explicaria a importância das doenças diarreicas no cenário brasileiro.

Estudo sobre a Carga de Doença do Estado de Minas Gerais, para 2005<sup>21</sup>, mostrou que a desigualdade social desempenha um papel importante no estado, na medida em que maiores taxas padronizadas de DALY foram observadas nas

macrorregiões mais pobres do estado: Jequitinhonha, Norte de Minas e Nordeste. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo mensurar o impacto do sistema de abastecimento de água e saneamento sobre as doenças diarreicas entre crianças menores de cinco anos, no estado de Minas Gerais e suas 13 macrorregiões, em 2005.

## Métodos

As informações sobre a carga de doença devido à diarreia para o estado de Minas Gerais e suas 13 macrorregiões de saúde foram obtidas do estudo realizado por Leite et al.<sup>21</sup> tendo como referência o ano de 2005. Estudos de carga de doença utilizam o DALY (disability-adjusted life years – anos de vida perdidos ajustados por incapacidade) para mensurar o estado de saúde de populações<sup>1,22</sup>. O DALY é um indicador sintético que mede simultaneamente o impacto da mortalidade e morbidade. Assim, o DALY é calculado como a soma de dois componentes: o YLL (years of life lost – anos de vida perdidos devido à morte prematura) e o YLD (years of life lost due to disability – anos de vida perdidos devido à incapacidade). No estudo de carga de doença de Minas Gerais, o DALY foi calculado por sexo, faixa etária para mais de 100 doenças/agravos, incluindo a diarreia.

A carga da diarreia atribuível ao sistema de abastecimento de água e saneamento foi calculada com base na fração populacional atribuível (FPA), que tem sido amplamente utilizada em estudos epidemiológicos, objetivando medir o quanto da carga de uma doença poderia ser evitada, caso algum fator de exposição ao risco de ocorrência de uma determinada doença pudesse ser hipoteticamente eliminado. A FPA é definida como a quantidade ou a proporção da carga de doença, na população, atribuída a um determinado fator de exposição: onde:  $p_i$  é a prevalência da  $i$ -ésima categoria de exposição do fator de risco, e  $RR_i$  é o seu respectivo risco relativo calculado em relação à categoria de exposição de referência.

$$FPA = \frac{\sum_{i=1}^k p_i (RR_i - 1)}{1 + \sum_{i=1}^k p_i (RR_i - 1)} = 1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^k p_i (RR_i - 1)}$$

onde:  $p_i$  é a prevalência da  $i$ -ésima categoria de exposição do fator de risco e  $RR_i$  é o seu respectivo risco relativo calculado em relação à categoria de exposição de referência.

### Prevalência das categorias de exposição ao fator de risco

Informações sobre a prevalência de exposição às categorias do sistema de abastecimento de água e saneamento, representativa para as macrorregiões de saúde do estado de Minas Gerais, encontram-se disponíveis nos censos de 2000 e 2010<sup>23,24</sup>.

O Programa de Monitoramento Conjunto (PMC), estrutura oficial das Nações Unidas responsável pelo desenvolvimento de indicadores que visem o monitoramento do acesso populacional ao abastecimento de água e saneamento para o Mundo e regiões<sup>25</sup>, definiu um conjunto de critérios para a classificação de adequabilidade tanto do sistema de saneamento básico quanto do sistema de abastecimento de água (Tabela 1).

Observou-se que não era possível empregar todos os critérios estabelecidos pelo PMC para abastecimento de água e saneamento no Brasil. Essas definições possuem um nível de detalhamento não incorporado em nenhum dos dois censos, fazendo-se necessária a compatibilização das informações.

Os cenários existentes baseados nas adaptações das definições para abastecimento de água e esgotamento sanitário, segundo informações disponíveis nos Censos 2000, 2010 e PMC foram os seguintes:

Abastecimento de água adequado: domicílio ou terreno ligado a: 1) rede geral de água; 2) poço ou nascente no terreno ou na propriedade;

3) sistema de armazenamento de água da chuva em cisterna.

Abastecimento de água inadequado: domicílio ou terreno cujo abastecimento de água ocorre de outra forma que não citada anteriormente.

Esgotamento sanitário adequado: domicílio com banheiro ou sanitário ligado a: 1) rede geral de esgoto ou pluvial; 2) fossa séptica.

Esgotamento sanitário inadequado: 1) domicílio com banheiro ou sanitário ligado a outra forma que não citada anteriormente; 2) domicílio sem banheiro ou sanitário.

As categorias da variável esgotamento sanitário, empregadas na definição do critério de adequação proposto pelo PMC, estavam disponíveis nos censos 2000 e 2010 e, dessa forma, as prevalências de exposição referentes ao esgotamento sanitário foram calculadas diretamente.

No caso do sistema de abastecimento de água, no entanto, as categorias eram diferentes sendo necessário um pequeno ajuste. No Censo 2000, o abastecimento de água foi mensurado apenas com a presença de rede geral, poço ou nascente no domicílio. No entanto, segundo a definição do PMC, o abastecimento de água adequado deveria incluir a presença de cisterna como forma de armazenamento da água da chuva. Como esta categoria de resposta estava presente apenas no censo 2010, aplicou-se este percentual na categoria de resposta “outra” da variável de abastecimento de água do censo 2000, obtendo-se com isso o número de residentes em domicílios particulares permanentes que apresentavam cisterna em 2000.

Após a compatibilização das informações

**Tabela 1.** Critérios de adequabilidade dos sistemas de saneamento e abastecimento de água definidos pelo PMC.

	Abastecimento de água	Saneamento*
<b>Adequado</b>	Água encanada em lote de habitação ou quintal	Escoamento para: Sistema de esgoto canalizado
	Torneira pública/fontanários	Fossa séptica
	Poço de tubo	Latrina
	Poço escavado protegido	Latrina melhorada ventilada
	Manancial protegido	Latrina com laje
	Coletor de água de chuva	Banheiro de compostagem
<b>Inadequado</b>	Poço escavado desprotegido	Escoamento para qualquer lugar**
	Manancial desprotegido	Latrina sem laje ou aberta
	Carro com pequeno tanque/tambor	Balde
	Água engarrafada***	Banheiro ou latrina pendurada
	Caminhão tanque	Sem instalações ou mato ou campo
	Água de superfície (rios, canais, etc.)	

Fonte: WHO, 2007<sup>25</sup>. \* Somente instalações que não são divididas ou não são públicas são consideradas melhorias. \*\* Excretas jogadas na rua, quintal ou terreno; esgoto a céu aberto, vala. \*\*\* É considerada melhoria somente quando a residência usa água de uma fonte “melhorada” para cozinhar e higiene pessoal.

sobre esgotamento sanitário e sistema de abastecimento de água dos censos 2000 e 2010, as prevalências para cada uma das quatro categorias de exposição ao fator de risco, para o estado de Minas Gerais e suas 13 macrorregiões de saúde, foram estimadas para o ano de 2005 com base na taxa geométrica de crescimento populacional do período intercensitário.

### Riscos Relativos referentes às categorias de exposição ao fator de risco

Os riscos relativos utilizados foram obtidos do estudo realizado Pruss et al.<sup>14</sup>, no qual a carga de doença associada a água, saneamento e higiene inadequados foi estimada para o mundo e regiões geográficas. Neste estudo são apresentados cenários de exposição da população e seus respectivos riscos relativos segundo dois critérios: mínimo e realístico. O critério mínimo apresenta estimativas de risco mais conservadoras e leva em consideração apenas a higiene pessoal. Já o critério realístico leva em consideração, além da higiene, a qualidade do suprimento de água (através da melhoria da água para beber em pontos de utilização).

Os riscos relativos utilizados para cálculo da FPA apresentados tomaram como base um cenário ideal, onde não há transmissão de doenças diarreicas através da água, saneamento e higiene inadequados<sup>14</sup>. Os riscos relativos foram os seguintes: situação ideal (RR = 1); Presença de água e saneamento (RR = 4,5); Ausência de água e presença de saneamento (RR = 6,9); Presença de água e ausência de saneamento (RR = 8,7) e Ausência de água e saneamento (RR = 11,0).

### Cálculo das Frações Populacionais Atribuíveis

As frações atribuíveis foram calculadas com base na existência de três cenários: No primeiro, mensurou-se o impacto das quatro categorias de exposição. No segundo, assumiu-se que todos os domicílios teriam disponibilidade de água adequada. Por último, todos os domicílios teriam água e saneamento adequados.

As FPA foram então aplicadas no total de DALY por diarreia no Estado de Minas Gerais e macrorregiões, no ano de 2005. Com isso, obteve-se o total de DALY por diarreia atribuível ao sistema de abastecimento de água e saneamento.

## Resultados

A Tabela 2 apresenta as prevalências de crianças menores de cinco anos segundo critério de adequabilidade do abastecimento de água e esgotamento sanitário. As maiores prevalências de inadequação simultânea nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário foram encontradas nas macrorregiões Jequitinhonha (13,6%), Norte de Minas (13,4%) e Nordeste (11,6%). Estas mesmas regiões apresentaram as menores prevalências de adequação simultânea aos dois sistemas.

Na Tabela 3 são apresentadas as taxas e razões de taxas de DALY por diarreia entre os menores de 5 anos, segundo: sexo, faixa etárias (< 1 ano, 1 a 4 anos) e macrorregiões do Estado de Minas Gerais.

As taxas do total de DALY foram mais elevadas nas macrorregiões Nordeste, Jequitinhonha e Norte de Minas, com taxas de DALY, aproximadamente, 138%, 42% e 27% maior do que a taxa do Estado de Minas Gerais, respectivamente. Essas macrorregiões também apresentaram as maiores taxas de DALY por diarreia, contudo, a macrorregião do Norte de Minas ocupou a segunda posição, com uma taxa de DALY por diar-

**Tabela 2.** Prevalência de crianças menores de cinco anos residentes em domicílios particulares permanentes segundo a adequabilidade do abastecimento de água e do esgotamento sanitário. Minas Gerais e macrorregiões, 2005.

Região	Água adequada			
	Não		Sim	
	Saneamento adequado			
	Não	Sim	Não	Sim
<b>Minas Gerais</b>	<b>4,0</b>	<b>0,6</b>	<b>26,0</b>	<b>69,4</b>
Jequitinhonha	13,6	0,4	47,3	38,7
Norte de Minas	13,4	0,5	57,2	28,8
Nordeste	11,6	0,9	46,4	41,0
Leste do Sul	4,3	0,8	37,3	57,6
Noroeste	3,9	0,3	32,7	63,0
Centro Sul	3,6	0,7	25,7	70,0
Leste	3,0	0,9	26,2	69,9
Sul	2,7	0,7	16,9	79,6
Sudeste	2,2	1,0	19,8	77,1
Centro	1,8	0,4	20,8	77,0
Oeste	1,1	0,4	18,2	80,3
Triângulo do Sul	0,9	0,3	11,4	87,4
Triângulo do Norte	0,9	0,2	11,0	87,8

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000/2010<sup>23,24</sup>.

reia em torno 14,1 por 1000 crianças, cerca de 123% maior do que a média do Estado como um todo. Embora as taxas de DALY total e por diarreia tenham sido mais elevadas entre os menores de 1 ano, o padrão regional foi semelhante. É importante destacar que as macrorregiões Nordes-

te, Jequitinhonha e Norte de Minas são as áreas economicamente mais desfavorecidas do Estado.

Com relação às frações populacionais atribuíveis (Tabela 4), calculadas com base nas quatro categorias de exposição, verificaram-se valores superiores a 80% em todas as macrorregiões do

**Tabela 3.** Taxas e razões de taxas de DALY (todas as causas e diarreia) para menores de cinco anos, segundo macrorregiões de saúde e faixa etária. Minas Gerais 2005.

Macrorregião	Todas as causas						Diarreias					
	Taxa DALY (1000)			Razão de taxas <sup>*</sup>			Taxa DALY (1000)			Razão de taxas <sup>*</sup>		
	Total	< 1	1-4	Total	< 1	1-4	Total	< 1	1-4	Total	< 1	1-4
<b>Minas Gerais</b>	<b>163</b>	<b>658</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Nordeste	388	1.679	73	238	255	168	24	79	11	381	524	255
Norte de Minas	208	853	53	127	130	122	14	30	10	223	200	243
Jequitinhonha	232	990	55	142	151	126	11	25	7	166	167	169
Leste do Sul	167	645	48	102	98	109	8	19	5	121	125	116
Noroeste	145	574	42	89	87	97	7	17	4	105	114	98
Leste	176	709	47	108	108	109	6	15	4	98	96	99
Sudeste	162	675	39	100	103	90	6	15	3	89	99	81
Centro-Sul	168	704	42	103	107	96	5	13	3	79	83	77
Oeste	140	567	38	86	86	87	4	7	3	63	48	76
Triângulo do Sul	141	559	41	87	85	93	4	8	3	62	54	68
Centro	135	521	40	83	79	92	4	7	3	55	47	61
Sul	128	512	36	78	78	83	4	6	3	55	38	70

Fonte: Núcleo de estudo e métodos aplicados ao estudo de Carga de Doença - ENSP/Fiocruz.

**Tabela 4.** Frações atribuíveis (%) e taxas de DALY por diarreia entre menores de 5 anos atribuíveis ao sistema de água e saneamento segundo macrorregiões. Minas Gerais, 2005.

Macrorregião	FA <sup>*</sup>	Água para todos <sup>**</sup>		Saneamento para todos <sup>***</sup>		Taxa de DALY por diarreia (por 1000 hab.)
		Proporção	Varição %	Proporção	Varição %	
<b>Minas Gerais</b>	<b>83,0</b>	<b>82,6</b>	99,5	<b>78,3</b>	94,7	<b>5,2</b>
Norte de Minas	87,2	86,6	99,3	79,3	91,5	12,3
Jequitinhonha	86,5	85,8	99,1	79,3	92,4	9,1
Nordeste	86,2	85,6	99,3	79,2	92,5	20,8
Leste do Sul	84,3	84,0	99,6	78,4	93,3	6,5
Noroeste	83,7	83,4	99,6	78,3	93,8	5,6
Centro Sul	82,9	82,6	99,6	78,3	94,7	4,2
Leste	82,8	82,5	99,6	78,2	94,7	5,1
Centro	81,8	81,6	99,7	78,0	95,5	2,8
Sudeste	81,8	81,6	99,7	78,1	95,7	4,6
Sul	81,5	81,2	99,6	78,2	96,3	2,8
Oeste	81,3	81,2	99,8	78,0	96,0	3,2
Triângulo do Sul	80,2	80,1	99,8	77,9	97,2	3,1
Triângulo do norte	80,1	80,0	99,8	77,9	97,3	2,2

Fonte: Núcleo de estudo e métodos aplicados ao estudo de Carga de Doença - ENSP/Fiocruz. <sup>\*</sup> FA calculadas com a presença dos 4 cenários, conjuntamente. <sup>\*\*</sup> FA calculadas realocando as prevalências em 2 cenários: Presença de água/saneamento ausente; Presença de água e saneamento. <sup>\*\*\*</sup> FA calculadas realocando as prevalências em 2 cenários: Ausência de água/Presença de saneamento; Presença de água e saneamento.

estado de Minas Gerais. As maiores frações populacionais atribuíveis foram observadas nas três macrorregiões mais vulneráveis do estado: Norte de Minas, Jequitinhonha e Nordeste.

Com a hipótese de todos os domicílios passarem a ter acesso à água adequada, ocorreria uma redução muito pequena nas frações atribuíveis. Para um acesso completo a um saneamento básico disponível a todos os domicílios, as reduções observadas seriam mais expressivas.

As maiores reduções nas frações atribuíveis são, portanto, observadas no cenário hipotético, no qual o saneamento básico está disponível para todos. Nesse cenário, 78,3% da diarreia seriam atribuíveis ao sistema de abastecimento de água e saneamento. Estes percentuais oscilaram entre 77,9%, no Triângulo do Norte, a 79,3%, na macrorregião Norte de Minas.

Quanto à ocorrência de diarreia atribuível ao sistema de abastecimento de água e saneamento básico, as maiores taxas de DALY foram encontradas nas macrorregiões mais desfavorecidas

economicamente: Nordeste (20,8/1000 hab), Norte de Minas (12,3/1000 hab) e Jequitinhonha (9,1/1000 hab).

Observou-se uma relação inversa entre as frações populacionais atribuíveis e taxas de DALY e PIB *per capita* no Estado e Macrorregiões, em 2005. Assim, maiores frações atribuíveis e taxas de DALY foram encontradas em áreas com o menor PIB *per capita* (Figura 1).

## Discussão e considerações finais

Em função das mudanças ocorridas no processo de estimação da FPA, principalmente pela inclusão de novas doenças, os resultados deste estudo foram comparados àqueles em que somente a diarreia foi considerada enquanto doença associada ao fator água, saneamento e higiene inadequados.

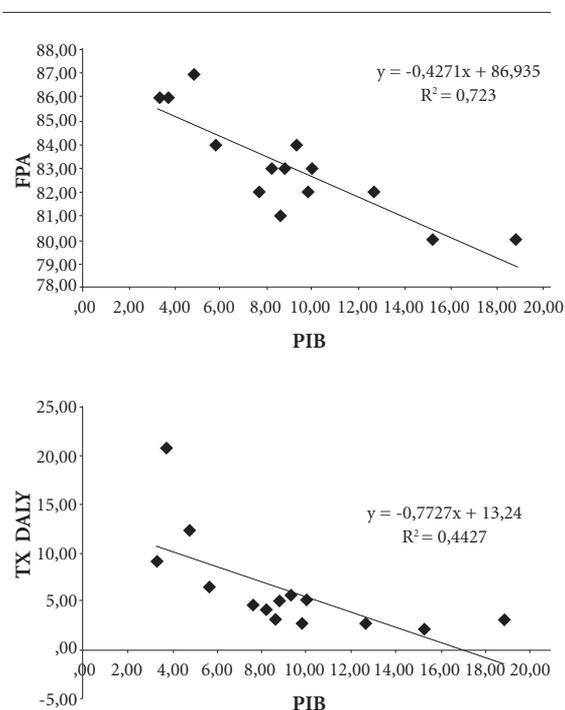
Entre os principais resultados encontrados neste estudo, observaram-se as maiores taxas de DALY (todas as causas e especificamente por diarreia) e razões de taxas de DALY encontradas nas regiões do Estado mais desfavorecidas economicamente: Norte de Minas, Nordeste e Jequitinhonha. Além disso, a fração da diarreia atribuível ao sistema de abastecimento de água e saneamento em todo o Estado foi de 83,0%, reduzindo-se para 78,3%, caso o saneamento tivesse uma cobertura de 100% no Estado. Uma relação inversa foi encontrada entre as taxas de DALY e frações atribuíveis com o PIB *per capita* no Estado e macrorregiões de Minas Gerais.

Em 2001, Rodgers et al.<sup>26</sup> estimaram que 3,7% do total de DALY previsto para todos os países poderia ser atribuído ao fator água, saneamento e higiene inadequados e que, nos países de elevada e baixa mortalidade, seriam atribuídos ao fator em estudo 5,5% e 1,8% do total do DALY, respectivamente. Entre os menores de quatro anos, este percentual foi de 9% do total de DALY<sup>27</sup>.

Já no presente estudo, entre os menores de cinco anos, 3,2% do total de DALY no Estado de Minas Gerais foi atribuído ao sistema de abastecimento de água e saneamento, chegando a 5,9% na macrorregião Norte de Minas.

Diferentemente do encontrado neste estudo, relatório da OMS<sup>3</sup> apresenta para países de baixa renda e no total dos países do mundo, em 2004, a água, saneamento e higiene inadequados sendo responsáveis por 6,3% e 4,2% do total de DALY, respectivamente.

Com relação às crianças nos países em desenvolvimento, Pruss-Ustun et al.<sup>27</sup> observaram que



**Figura 1.** Frações Populacionais atribuíveis (%) e taxas de DALY por diarreia entre menores de 5 anos atribuíveis ao sistema de abastecimento de água e saneamento segundo PIB percapita e macrorregiões. Minas Gerais, 2005.

Fonte: Núcleo de estudo e métodos aplicados ao estudo de Carga de Doença - ENSP/Fiocruz.

a fração da diarreia atribuível a água, saneamento e higiene inadequados neste grupo variou entre 85 e 90%. Já na América Latina e Caribe, o valor encontrado foi de 87%<sup>22</sup>.

Neste estudo, entre os menores de cinco anos, o valor encontrado foi de 83% para Estado de Minas Gerais, chegando a 87% na macrorregião Norte de Minas.

A relação inversa encontrada neste estudo entre DALY e PIB *per capita* também foi observada em estudo que avaliou as disparidades regionais na carga de doença atribuíveis a água, saneamento e higiene inadequados na China<sup>28</sup>.

Embora a associação entre diarreia e saneamento básico seja bem estabelecida, existem poucos estudos sobre a efetividade de intervenções voltadas ao saneamento na prevenção da doença. Além disso, a maioria das evidências provém de estudos observacionais<sup>29-31</sup>.

Entre as limitações apontadas pelos estudos que trabalharam com a temática água, saneamento e higiene associados a diarreia ressaltam-se: 1) Não controle do viés e confundimento<sup>32-34</sup>; 2) Limitações relacionadas a exclusão dos estudos que trabalharam com a língua chinesa<sup>17</sup>.

Recentemente, foram publicadas revisões sistemáticas e meta-análises que avaliaram intervenções voltadas para lavagem das mãos<sup>12</sup>, disposição dos excretas humanos<sup>34</sup> e qualidade da água<sup>35,36</sup> na prevenção da diarreia. Estes trabalhos observaram que, devido à substancial heterogeneidade entre os estudos em relação ao tipo de desenho e intervenção, uma ampla variação nas estimativas das medidas de efeito puderam ser observadas e, com isso, os efeitos combinados não puderam ser calculados. A exceção ocorreu para intervenções voltadas à higiene, onde medidas sumárias puderam ser calculadas, incluindo o percentual de redução nos episódios de diarreia<sup>12</sup>.

Dentre as principais limitações deste estudo, podemos citar que as definições e riscos relativos empregados para cálculo das frações atribuíveis ao sistema de abastecimento de água e saneamento não levaram em consideração o tema higiene. Este tema foi incorporado em alguns cenários empregados por Pruss et al.<sup>14</sup>, porém, dada a ausência de informações populacionais compatíveis com a realidade brasileira, não foram incorporados ao presente estudo. Além disso, os riscos relativos foram construídos utilizando uma população externa, entre 3 e 36 meses e foram aplicados no cenário brasileiro em menores de cinco anos. Outro ponto seria com relação às informações de abastecimento de água disponíveis nos Censos. O PMC trabalha com a inclusão de

outras variáveis na definição de adequabilidade para água e, se estas informações estivessem disponíveis para o Brasil, poderíamos qualificar melhor estes dados e consequentemente produzir estimativas mais próximas da realidade. Outro destaque é a carência de informações disponíveis sobre a qualidade da água nas principais bases de dados. O monitoramento de fatores que afetam a qualidade da água ofertada está relacionado a questões de infraestrutura (limpeza das tubulações, interrupções no abastecimento) e deveriam ser variáveis importantes a serem consideradas na estimação dos parâmetros.

Acredita-se que estas limitações contribuíram para a estimativa de parâmetros conservadores no presente estudo.

No Brasil, assim como na maior parte dos países da América Latina, o processo de urbanização e adensamento populacional das grandes cidades trouxe a necessidade do fornecimento de água com quantidade e qualidade adequadas, o recolhimento e tratamento dos dejetos humanos. No entanto, a população urbana vem adquirindo acesso a água através da expansão precária, acima da capacidade das redes de abastecimento, sem que sejam promovidos a coleta e o tratamento de esgotos e lixo. A combinação entre a universalização do acesso a redes de abastecimento de água e a crescente vulnerabilidade das fontes superficiais e subterrâneas tem ampliado os riscos à saúde devido à precariedade dos sistemas, com aumento da população exposta a agentes químicos e biológicos<sup>37</sup>.

A vulnerabilidade e intermitência nos sistemas de abastecimento de água, mais do que sua cobertura, têm sido apontados como problemas relevantes nas grandes cidades<sup>38-40</sup>, já que permitem a intrusão de agentes patogênicos através da água contaminada nas redes de distribuição<sup>41</sup>.

A disponibilidade de água encanada no domicílio também tem sido apontada como fator importante no controle da doença diarreica. Sua presença torna possível a adequada higiene pessoal, doméstica e dos alimentos, interrompendo o ciclo de transmissão oro-fecal dos patógenos<sup>18</sup>.

Segundo dados da PNAD 2005, no Estado de Minas Gerais, 98,1% das pessoas que possuem água canalizada em pelo menos um cômodo têm o domicílio ligado à rede geral de distribuição. Esta informação foi levada em consideração no momento de definição dos cenários e seus respectivos riscos relativos associados.

Dados da PNDS 2006<sup>42</sup> mostram que a qualidade e quantidade da água disponível para população no Brasil não tem melhorado nos últimos

anos e que a população passou a utilizar mais a água engarrafada em função da baixa qualidade proveniente da rede geral, poços e nascentes.

O monitoramento da qualidade da água oferecida, através da avaliação de sua acessibilidade, disponibilidade (quantidade, confiabilidade, continuidade) e aceitabilidade, além de um sistema de saneamento efetivo na prevenção de exposições a materiais fecais (adequado tratamento) podem permitir ganhos potenciais para a saúde brasileira<sup>43-45</sup>. No entanto, é preciso vencer o desafio imposto a este avanço, em função da disponibilidade restrita de informações nas principais bases de dados<sup>39,46,47</sup>.

No Estado de Minas Gerais, em 2005, o percentual de crianças menores de cinco anos, moradoras de domicílios com água e saneamento adequados foi de 69,4%. Além disso, as elevadas taxas de DALY total e por diarreia, principalmente nas regiões mais desfavorecidas economicamente do Estado, mostram que é preciso uma ampliação, além da cobertura dos serviços, da melhoria da qualidade da água e no sistema de saneamento.

Estas medidas trazem benefícios econômicos e sociais para toda a população, principalmente aqueles relacionados à redução das doenças diarreicas e, conseqüentemente, à melhoria na qualidade de vida e redução dos gastos com saúde.

### **Colaboradores**

AF Oliveira, IC Leite e JG Valente participaram igualmente de todas as etapas de elaboração do artigo.

## Referências

- Murray CJ, Lopez AD. *Global Health Statistics: A Compendium of Incidence, Prevalence and Mortality Estimates for over 200 conditions*. Geneva: WHO; 1996.
- World Health Organization (WHO). *The World Health Report 2002: Reducing Risks, Promoting Healthy Life*. Geneva: WHO; 2002.
- World Health Organization (WHO). *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva: WHO; 2009.
- Lim SS1, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, Amann M, Anderson HR, Andrews KG, Aryee M, Atkinson C, Bacchus LJ, Bahalim AN, Balakrishnan K, Balmes J, Barker-Collo S, Baxter A, Bell ML, Blore JD, Blyth F, Bonner C, Borges G, Bourne R, Boussinesq M, Brauer M, Brooks P, Bruce NG, Brunekreef B, Bryan-Hancock C, Bucello C, Buchbinder R, Bull F, Burnett RT, Byers TE, Calabria B, Carapetis J, Carnahan E, Chafe Z, Charlson F, Chen H, Chen JS, Cheng AT, Child JC, Cohen A, Colson KE, Cowie BC, Darby S, Darling S, Davis A, Degenhardt L, Dentener F, Des Jarlais DC, Devries K, Dherani M, Ding EL, Dorsey ER, Driscoll T, Edmond K, Ali SE, Engell RE, Erwin PJ, Fahimi S, Falder G, Farzadfar F, Ferrari A, Finucane MM, Flaxman S, Fowkes FG, Freedman G, Freeman MK, Gakidou E, Ghosh S, Giovannucci E, Gmel G, Graham K, Grainger R, Grant B, Gunnell D, Gutierrez HR, Hall W, Hoek HW, Hogan A, Hosgood HD 3rd, Hoy D, Hu H, Hubbell BJ, Hutchings SJ, Ibeanusi SE, Jacklyn GL, Jasrasaria R, Jonas JB, Kan H, Kanis JA, Kassebaum N, Kawakami N, Khang YH, Khatibzadeh S, Khoo JP, Kok C, Laden F, Lalloo R, Lan Q, Lathlean T, Leasher JL, Leigh J, Li Y, Lin JK, Lipshultz SE, London S, Lozano R, Lu Y, Mak J, Malekzadeh R, Mallinger L, Marcenes W, March L, Marks R, Martin R, McGale P, McGrath J, Mehta S, Mensah GA, Merriman TR, Micha R, Michaud C, Mishra V, Mohd Hanafiah K, Mokdad AA, Morawska L, Mozaffarian D, Murphy T, Naghavi M, Neal B, Nelson PK, Nolla JM, Norman R, Olives C, Omer SB, Orchard J, Osborne R, Ostro B, Page A, Pandey KD, Parry CD, Passmore E, Patra J, Pearce N, Pelizzari PM, Petzold M, Phillips MR, Pope D, Pope CA 3rd, Powles J, Rao M, Razavi H, Rehfuss EA, Rehm JT, Ritz B, Rivara FP, Roberts T, Robinson C, Rodriguez-Portales JA, Romieu I, Room R, Rosenfeld LC, Roy A, Rushton L, Salomon JA, Sampson U, Sanchez-Riera L, Sanman E, Sapkota A, Seedat S, Shi P, Shield K, Shivakoti R, Singh GM, Sleet DA, Smith E, Smith KR, Stapelberg NJ, Steenland K, Stöckl H, Stovner LJ, Straif K, Straney L, Thurston GD, Tran JH, Van Dingenen R, van Donkelaar A, Veerman JL, Vijayakumar L, Weintraub R, Weissman MM, White RA, Whiteford H, Wiersma ST, Wilkinson JD, Williams HC, Williams W, Wilson N, Woolf AD, Yip P, Zielinski JM, Lopez AD, Murray CJ, Ezzati M, AlMazroa MA, Memish ZA. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012; 380(9859):2224-2260.
- Pruss-Ustun A, Bonjour S, Corvalán C. The impact of the environment on health by country: a meta-synthesis. *Environ Health* 2008; 7(7):1-10.
- Pruss-Ustun A, Mathers C, Corvalán C, Woodward A. *Introduction and Methods: assessing the environmental burden of disease at national and local levels*. Geneva: World Health Organization (WHO); 2003. Environmental Burden of Disease Series, N° 1.
- Unicef, World Health Organization (WHO). *Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report*. Geneva: Unicef, WHO; 2000.
- World Health Organization (WHO). *Preventing disease through healthy environments. The contribution of water, sanitation and hygiene*. Geneva: WHO; 2007.
- Pruss-Ustun A, Bos R, Gore F, Bartram J. *Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health*. Geneva: World Health Organization; 2008.
- World Health Organization (WHO). *The global burden of disease: 2004 update*. Geneva: WHO; 2004.
- Pruss-Ustun A, Corvalán C. *Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease*. Geneva: World Health Organization; 2008.
- Ejemot RI, Ehiri JE, Meremikwu MM, Critchley JA. Hand washing for preventing diarrhoea. *Cochrane Database Syst Rev* 2012; (2):1-42.
- Quick RE, Venczel LV, Mintz ED, Soletto L, Aparicio J, Gironaz M, Hutwagner L, Greene K, Bopp C, Maloney K, Chavez D, Sobsey M, Tauxe RV. Diarrhoea prevention in Bolivia through point-of-use water treatment and safe storage: a promising new strategy. *Epidemiol Infect* 1999; 122(1):83-90.
- 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(5):537-542.
- Guerrant RL, Kosek M, Moore S, Lorntz B, Brantley R, Lima AA. Magnitude and impact of diarrheal diseases. *Arch Med Res* 2002; 33(4):351-355.
- 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(3):197-204.
- Fewtrell L, Kaufmann RB, Kay D, Enanoria W, Haller L, Colford JM Jr. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 2005; 5(1):42-52.
- Silva GAP, Lira PIC, Lima MC. Fatores de risco para doença diarreica no lactente: um estudo caso controle. *Cad Saude Publica* 2004; 20(2):589-595.
- Fink G, Gunther I, Hill K. The effect of water and sanitation on child health: evidence from the demographic and health surveys 1986-2007. *Int J Epidemiol* 2011; 40(5):1196-1204.
- Unicef, World Health Organization (WHO). *Progress on drinking water and sanitation: 2012 update*. Geneva: Unicef, WHO; 2012.
- Leite IC, Valente JG, Schramm JMA. *Carga Global de Doença do Estado de Minas Gerais, 2005. Relatório final*. Rio de Janeiro: ENSP/Fiocruz/ENSPTec; 2011.

22. Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL. *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to select major risk factors*. Geneva: World Health Organization (WHO); 2004.
23. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo Demográfico 2000*. Rio de Janeiro: IBGE; 2000.
24. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.
25. World Health Organization (WHO), Unicef. *Improved and unimproved water and sanitation facilities*. [acessado 2015 jan 9]. Disponível em: <http://www.wssinfo.org/definitions-methods/watsan-categories/>
26. Rodgers A, Ezzati M, Vander Hoorn S, Lopez AD, Lin RB, Murray CJ; Comparative Risk Assessment Collaborating Group. Distribution of Major Health Risks: Findings from the Global Burden of Disease Study. *Plos Med* 2004; 1(1):44-55.
27. Pruss-Ustun A, Kay D, Fewtrell L, Bartram J. Unsafe water, sanitation and Hygiene. In: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL. *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors*. Geneva: World Health Organization (WHO); 2004. vol 2. p. 1321-1352.
28. Carlton EJ, Liang S, McDowell JZ, Li H, Luo W, Remais JV. Regional disparities in the burden of disease attributable to unsafe water and poor sanitation in China. *Bull World Health Organ* 2012; 90(8):578-587.
29. Barreto ML, Genser B, Strina A, Teixeira MG, Assis AMO, Rego RF, Teles CA, Prado MS, Matos SMA, Santos DN, Santos LA, Cairncross S. Effect of city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhoea in northeast Brazil: assessment by two cohort studies. *Lancet* 2007; 370(10):1622-1628.
30. Genser B, Strina A, dos Santos LA, Teles CA, Prado MS, Cairncross S, Barreto ML. 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(4):831-840.
31. Green ST, Small MJ, Casman EA. Determinants of national diarrheal disease burden. *Environ Sci Technol* 2009; 43(4):993-999.
32. Esrey SA, Feachem RG, Hughes JM. Interventions for control of diarrhoeal diseases among young children: improving water supplies and excreta disposal facilities. *Bull World Health Organ* 1985; 63(4):757-772.
33. Esrey SA, Potash JB, Roberts L, Shiff C. Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. *Bull World Health Organ* 1991; 69(5):609-621.
34. Clasen TF, Bostoen K, Schmidt WP, Boisson S, Fung ICH, Jenkins MW, Scott B, Sugden S, Cairncross S. Interventions to improve disposal of human excreta for preventing diarrhea (review). *Cochrane Database Syst Rev* 2010; 6:1-31.
35. Clasen T, Schmidt WP, Rabie T, Roberts I, Cairncross S. Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2007; 334(7597):782.
36. Clasen TF, Roberts IG, Rabie T, Schmidt WP, Cairncross S. Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 3:1-116.
37. Andreazzi MAR, Barcellos C, Hacon S. Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde. *Rev Panam Salud Publica* 2007; 22(3):211-217.
38. Lee EJ, Schwab KJ. Deficiencies in drinking water distribution systems in developing countries. *J Water Health* 2007; 3(2):109-127.
39. Unicef, World Health Organization (WHO). *Drinking Water: Equity, safety and sustainability*. Geneva: Unicef, WHO; 2011.
40. Hunter PR, MacDonald AM, Carter RC. Water Supply and Health. *Plos Med* 2010; 7(11):1-9.
41. Bartram J, Cairncross S. Hygiene, sanitation, and water: Forgotten foundations of health. *Plos Med* 2010; 7(11):1-9.
42. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher PNDS 2006: Dimensões do Processo Reprodutivo e da Saúde da Criança*. Brasília: MS; 2009.
43. Thapar N, Sanderson IR. Diarrhoea in children: an interface between developing and developed countries. *Lancet* 2004; 363(9409):641-653.
44. Wolf J, Prüss-Ustün A, Cumming O, Bartram J, Bonjour S, Cairncross S, Clasen T, Colford JM Jr, Curtis V, De France J, Fewtrell L, Freeman MC, Gordon B, Hunter PR, Jeandron A, Johnston RB, Mäusezahl D, Mathers C, Neira M, Higgins JP. Assessing the impact of drinking water and sanitation on diarrhoeal disease in low- and middle-income settings: systematic review and meta-regression. *Trop Med Int Health* 2014; 19(8):928-942.
45. Pruss-Ustun A, Bartram J, Clasen T, Colford JM Jr, Cumming O, Curtis V, Bonjour S, Dangour AD, De France J, Fewtrell L, Freeman MC, Gordon B, Hunter PR, Johnston RB, Mathers C, Mäusezahl D, Medlicott K, Neira M, Stocks M, Wolf J, Cairncross S. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries. *Trop Med Int Health* 2014; 19(8):894-905.
46. World Health Organization (WHO). *UN-Water global annual assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2012 report: the challenge of extending and sustaining services*. Geneva: WHO; 2012.
47. Garrett V, Ogutu P, Mabonga P, Ombeki S, Mwaki A, Aluoch G, Phelan M, Quick RE. Diarrhoea prevention in a high-risk rural Kenyan population through point-of-use chlorination, safe water storage, sanitation, and rainwater harvesting. *Epidemiol Infect* 2008; 136(11):1463-1471.

Artigo apresentado em 14/07/2014

Aprovado em 17/09/2014

Versão final apresentada em 23/09/2014