

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

ARTUR NEGRINI VICENTE

**Saneamento básico e saúde pública: correlações, indicadores e estudos de caso**

São Carlos

2019

ARTUR NEGRINI VICENTE

**Saneamento básico e saúde pública: correlações, indicadores e estudos de caso**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Daniel

São Carlos

2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,  
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS  
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da  
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

V632s           Vicente, Artur Negrini  
                  Saneamento básico e saúde pública: correlações,  
                  indicadores e estudos de caso / Artur Negrini Vicente;  
                  orientador Luiz Antonio Daniel. São Carlos, 2019.

                  Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --  
                  Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de  
                  São Paulo, 2019.

                  1. Saneamento básico. 2. Saúde pública. 3.  
                  Indicadores. 4. DRSAL. I. Título.

# FOLHA DE JULGAMENTO

---

Candidato(a): **Artur Negrini Vicente**

Data da Defesa: 27/05/2019

Comissão Julgadora:

Resultado:

**Luiz Antonio Daniel (Orientador(a))**

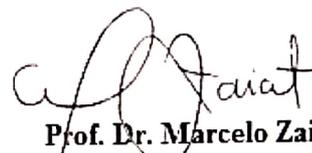
Aprovado

**Lyda Patricia Sabogal Paz**

Aprovado

**Raphael Corrêa Medeiros**

Aprovado



**Prof. Dr. Marcelo Zaiat**

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

A minha família e aos meus amigos.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por terem sempre me apoiado em todos os momentos da minha vida. Amo vocês!

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Daniel, pela orientação.

Aos professores Davi Gasparini e Marcelo Zaiat, pela assistência inicial ao trabalho.

Aos meus amigos, por fazerem dos anos de graduação os melhores possíveis.

À Vilnius Gediminas Technical University e a todos que lá conheci, pelas experiências vividas.

A todos que estiveram presentes na minha vida e que, a sua maneira, contribuíram com meu crescimento pessoal e profissional.

## RESUMO

VICENTE, A. N. **Saneamento básico e saúde pública: correlações, indicadores e estudos de caso.** 2019. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

Neste trabalho foi avaliado o efeito do saneamento básico sobre a saúde pública por meio de uma abordagem correlacional entre condições de acesso a este serviço e diversos indicadores sociais. Apresentou-se, inicialmente, um panorama atual do abastecimento de água e coleta de esgoto no Brasil, com um posicionamento crítico sobre a qualidade e quantidade destes serviços. Foi abordado também o conceito de DRSAI (Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado) e sua importante aplicação nos estudos epidemiológicos associados ao saneamento. Fez-se, então, as devidas considerações sobre a importância das etapas do tratamento de água e esgoto nos ciclos reprodutivos de certos parasitas infecciosos. Da revisão bibliográfica, nota-se um número significativo de estudos que utilizam a incidência de doenças diarreicas e infecções gastrointestinais como indicadores de saúde relacionados ao acesso precário ao saneamento. São realizadas quatro análises mais intensas de estudos de casos feitos em cidades brasileiras que correlacionam a evolução do acesso ao saneamento à redução de casos de DRSAI. Do estudo da literatura examinada, observou-se que uma série de fatores sociais, ambientais e econômicos são sensíveis à influência do saneamento, e, deste modo, se apresentam como potenciais indicadores da relação entre este serviço e a saúde da população. Com os resultados obtidos na análise aprofundada dos artigos examinados conclui-se que os prejuízos da ausência dos serviços de saneamento são de extrema abrangência, uma vez que afetam, além da saúde das pessoas, outros elementos essenciais como a educação. Ao mesmo tempo, comunidades com maior acesso a água e esgoto estão relacionadas a melhores condições socioeconômicas, menor incidência de DRSAI e melhores índices educacionais.

Palavras chave: Saneamento básico. Saúde pública. Indicadores. DRSAI.

## ABSTRACT

VICENTE, A. N. **Sanitation and public health: correlation, indicators and case studies**. 2019. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

This monograph studies the effect of sanitation on public health using a correlational approach between sanitation and a number of social indicators. Initially, an overview of the current situation of water supply and sewage treatment in Brazil is presented, along with a critical look at the quality and quantity of these services. The concept of Diseases Related to Inadequate Environmental Sanitation (DRIES) is discussed, as well the importance of its application to epidemiologic studies in the field of sanitation. A brief evaluation is made about how water and sewage treatment acts as an interruption in some infectious parasites' life cycle. From the bibliographic review, a substantial number of studies used diarrheal diseases and gastrointestinal infections as a health indicator related to precarious access to sanitation. Four case studies of Brazilian cities are analyzed associating the evolution of sanitation with the decline of DRIES incidence. The studied literature revealed that various social, environmental and economic factors are sensitive to the influence of sanitation and, therefore, these are referred as potential indicators of the connection between sanitation and public health. With the results from the articles' in-depth analysis, it becomes clear that the threats coming from the absence of sanitation are extremely wide-ranging, once they affect not just people's health but also other fundamental aspects such as education. Simultaneously, communities with greater water and sewage services are associated with better socioeconomic conditions, lower DRIES incidence and higher educational levels.

Keywords: Sanitation. Public health. Indicators. DRIES.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conceito de déficit em saneamento .....	12
Figura 2 - População com acesso à água no Brasil em 2015.....	13
Figura 3 - População com coleta de esgotamento sanitário no Brasil em 2015 .....	14
Figura 4 - Esquema conceitual dos efeitos diretos e indiretos do abastecimento de água e do esgotamento sanitário sobre a saúde.....	23
Figura 5 - Saneamento e Mortalidade Infantil.....	26
Figura 6 - Escolaridade média, em anos de estudo, por grupo de acesso ao saneamento em 2016 no Brasil.....	27
Figura 7 - Ligações de água e esgoto por região atendida pelos postos de atendimento	29
Figura 8 - Porcentagem de casos positivos para parasitos intestinais .....	29
Figura 9 - Evolução da quantidade de ligações de água na cidade de Lins .....	30
Figura 10 - Evolução na quantidade de ligações de esgoto na cidade de Lins .....	31
Figura 11 - Evolução da mortalidade infantil por mil nascidos vivos .....	31
Figura 12 - Investimentos em saneamento em R\$ bilhões no Brasil .....	38

## LISTA DE SIGLAS

DRSAI	Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado
DVH	Doenças de Veiculação Hídrica
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDNSB	Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico
OMS	Organização Mundial de Saúde
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
RMPA	Região Metropolitana de Porto Alegre
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SIH/SUS	Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde
UNICEF	United Nations Children's Fund
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 A SITUAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL .....	12
2.1 Acesso à água.....	13
2.2 Acesso à serviços de esgotamento .....	14
3 O CONCEITO DE DRSAI: DOENÇAS RELACIONADAS AO SANEAMENTO AMBIENTAL INADEQUADO .....	17
3.1 Doenças de veiculação hídrica.....	17
3.2 Verminoses .....	19
4 O PAPEL DO SANEAMENTO NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS .....	22
5 INDICADORES DA INFLUÊNCIA DO SANEAMENTO NA SAÚDE .....	24
6 ESTUDOS DE CASO .....	28
6.1 Assis-SP .....	28
6.2 Lins-SP.....	30
6.3 Porto Alegre – RS .....	32
6.4 Guarulhos – SP .....	33
7 DISCUSSÃO.....	35
8 CONCLUSÃO .....	39
REFERÊNCIAS .....	41

## 1 INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental é definido por FUNASA (2004) como:

“o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar salubridade ambiental, por meio do abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária do uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.”

Para Heller (1998), o conceito de saneamento está baseado na definição da Organização Mundial de Saúde (OMS), na qual o saneamento “constitui o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu estado de bem-estar físico, mental ou social”.

A Lei nº 11.445/2007, denominada Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), adota a definição de saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- “a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.”

Apesar da existência de diversas definições e conceitos sobre o assunto, é consenso que o saneamento tem a função de promover uma melhor qualidade de vida para a população beneficiada. Este trabalho se propõe a estudar alguns dos parâmetros sociais que a implantação de sistemas de saneamento tem o potencial de aprimorar, especialmente aqueles relativos à saúde pública.

É importante ressaltar que na etapa de definição do escopo do trabalho, fez-se necessário abordar apenas os serviços de água e esgoto como bases do saneamento básico, ficando suprimidos os serviços de manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais. Estes dois últimos, no entanto, também desempenham papel fundamental no bom funcionamento geral do saneamento ambiental.

A primeira parte deste trabalho tem a função de situar o leitor sobre condições atuais do país em termos de saneamento básico, bem como apresentar as principais consequências à saúde associadas à falta deste serviço. A segunda metade do texto reúne e analisa uma coletânea de estudos que, sob perspectivas distintas, discutem sobre os efeitos do saneamento na vida da população.

O objetivo deste estudo foi analisar quantitativamente, com base em uma seleção de trabalhos já publicados, a influência da presença do saneamento básico adequado na saúde geral da população.

Os questionamentos do autor que motivaram a execução deste trabalho foram: Quantos óbitos ou internações, em média, são atrelados à falta de saneamento? A implementação do saneamento básico de fato influencia na melhora da saúde? Se sim, quanto? Quantos casos de infecções gastrointestinais são reduzidos quando se implementa um saneamento adequado?

A metodologia utilizada para a realização deste estudo baseou-se na seleção de trabalhos acadêmicos que utilizavam uma abordagem quantitativa para expressar a conexão entre índices de saneamento básico e de saúde pública. Para esta pesquisa, utilizou-se os bancos de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, do Scientific Electronic Library Online (SciELO) e do National Center for Biotechnology Information (NCBI). Os termos utilizados para a busca foram “saneamento”, “saúde pública”, “doenças relacionadas ao saneamento” e, no

caso das plataformas internacionais, “sanitation” e “public health”. O número de resultados obtidos foi de, aproximadamente, 10 mil trabalhos em bases de dados nacionais e cerca de 39 mil trabalhos em bases de dados internacionais. Iniciou-se então um processo de triagem e seleção dos estudos cuja abordagem era relevante para construção deste trabalho.

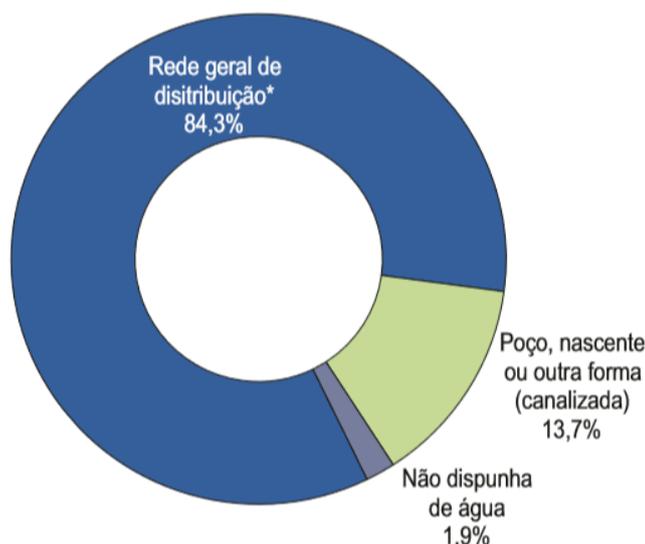


A seguir, encontra-se uma descrição dos níveis de acesso ao saneamento e um breve panorama a respeito da situação do saneamento básico no Brasil.

## 2.1 Acesso à água

Na Figura 2, estão apresentados os dados de 2015 com as frações da população brasileira divididas de acordo com o tipo de acesso à água. É possível notar que 98% possui este acesso, seja através de rede de distribuição, poço, nascente ou outra forma canalizada. A parcela da população que não dispõe desse recurso, apesar de abranger uma pequena porcentagem, quando exposta em números absolutos se aproxima de 4,1 milhões de habitantes, número preocupante quando se trata de um recurso vital como a água.

Figura 2 - População com acesso à água no Brasil em 2015



Fonte: Trata Brasil (2018)

Das informações apresentadas, decorre uma análise crítica fundamental que diz respeito à qualidade e frequência da água distribuída. Dos 84,3% que é abastecido pela rede geral, em muitos casos, o fornecimento pode ocorrer uma vez por semana, ou ainda, uma vez por mês, como é o caso de comunidades rurais afastadas de centros urbanos onde o acesso à água potável depende da chegada de caminhões-pipa. No caso de redes urbanas, problemas como a interrupção frequente do abastecimento criam condições favoráveis à contaminação por patógenos, devido às pressões negativas na tubulação (Paz, Almeida e Günther, 2012).

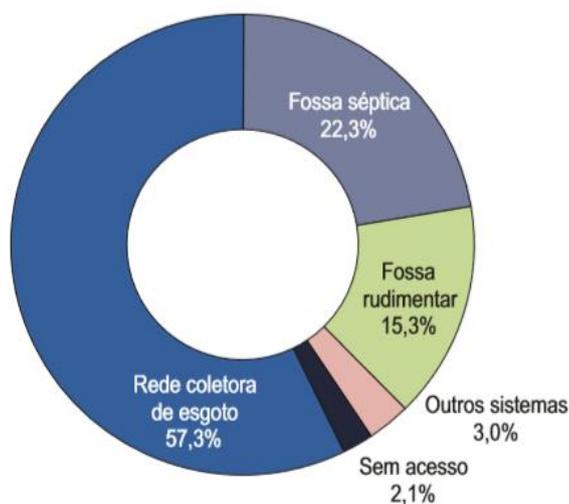
Em relação aos 13,7% abastecido por poços e nascentes, a questão problemática que também se faz invisível nesse tipo de gráfico refere-se à qualidade da água fornecida.

Devido à falta de recursos analíticos, financeiros, logísticos ou de comprometimento dos órgãos responsáveis pelo saneamento, não é raro que a água disponível para essa grande parcela da população esteja fora dos padrões de potabilidade estabelecidos nacionalmente (BRASIL, 2017).

## 2.2 Acesso à serviços de esgotamento

A Figura 3 exprime os dados relativos à destinação do esgoto da população brasileira em 2015. É possível observar que a parcela que possui acesso minimamente adequado a algum serviço de esgotamento é de 79,6% (englobando aqueles com rede coletora e fossa séptica). Cerca de 20,4% das pessoas possuem fossa rudimentar, utilizam de outras tecnologias ou não possuem nenhum tipo de acesso à destinação, o que em números absolutos se aproxima de 41 milhões de habitantes (Trata Brasil, 2018).

Figura 3 - População com coleta de esgotamento sanitário no Brasil em 2015



Fonte: Trata Brasil (2018)

É necessário atentar-se, contudo, que a presença de rede coletora de esgoto não implica, necessariamente, na existência de um sistema de tratamento deste efluente. Segundo Scriptori (2016), o índice brasileiro de tratamento do esgoto é de apenas 40%. O volume coletado e não tratado é, geralmente, lançado diretamente em corpos hídricos, comprometendo gravemente a qualidade do meio. Os prejuízos ao ambiente e à sociedade atrelados à fossa rudimentar e a outras tecnologias de esgotamento precárias são amplamente abordados em literatura. As consequências da ausência ou deficiência do

sistema de coleta e tratamento de esgoto serão exploradas mais profundamente no decorrer deste trabalho (BRASIL, 2010; Murja, 2009).

A Tabela 1, construída por Soares, Bernardes e Cordeiro Netto (2002), descreve a evolução histórica dos aspectos de saúde pública e meio ambiente que guiaram as ações de saneamento no Brasil, de meados do século XIX até o início do século XXI.

Tabela 1 - Evolução histórica dos aspectos de saúde pública e meio ambiente no setor de saneamento no Brasil

<b>Período</b>	<b>Principais características</b>
<b>Meados do séc. XIX até início do séc. XX</b>	Estruturação das ações de saneamento sob o paradigma do higienismo, isto é, como uma ação de saúde, contribuindo para a redução da morbimortalidade por doenças infecciosas, parasitárias e até mesmo não infecciosas.
	Organização dos sistemas de saneamento como resposta a situações epidêmicas, mesmo antes da identificação dos agentes causadores das doenças.
<b>Início do século XX até a década de 30</b>	Intensa agitação política em torno da questão sanitária, com a saúde ocupando lugar central na agenda pública: saúde pública em bases científicas modernas a partir das pesquisas de Oswaldo Cruz.
	Incremento do número de cidades com abastecimento de água e da mudança na orientação do uso da tecnologia em sistemas de esgotos, com a opção pelo sistema separador absoluto, em um processo marcado pelo trabalho de Saturnino de Brito, que defendia planos estreitamente relacionados com as exigências sanitárias (visão higienista).
<b>Décadas de 30 e 40</b>	Elaboração do Código das Águas (1934), que representou o primeiro instrumento de controle do uso de recursos hídricos no Brasil, estabelecendo o abastecimento público como prioritário.
	Coordenação das ações de saneamento (sem prioridade) e assistência médica (predominante) essencialmente pelo setor de saúde.
<b>Décadas de 50 e 60</b>	Surgimento de iniciativas para estabelecer as primeiras classificações e os primeiros parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos definidores da qualidade das águas, por meio de legislações estaduais e em âmbito federal.
	Permanência da dificuldade em relacionar os benefícios do saneamento com a saúde, restando dúvidas inclusive quanto à sua existência efetiva.
<b>Década de 70</b>	Predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade, embora ausentes dos programas de atenção primária à saúde.
	Consolidação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), com ênfase no incremento dos índices de atendimento por sistemas de abastecimento de água.
	Inserção da preocupação ambiental na agenda política brasileira, com a consolidação dos conceitos de ecologia e meio ambiente e a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA) em 1973.

<b>Período</b>	<b>Principais características</b>
<b>Década de 80</b>	Formulação mais rigorosa dos mecanismos responsáveis pelo comprometimento das condições de saúde da população, na ausência de condições adequadas de saneamento (água e esgotos).
	Instauração de uma série de instrumentos legais de âmbito nacional definidores de políticas e ações do governo brasileiro, como a Política Nacional do Meio Ambiente (1981).
	Revisão técnica das legislações pertinentes aos padrões de qualidade das águas.
<b>Década de 90 até o início do século XXI</b>	Ênfase no conceito de desenvolvimento sustentável e de preservação e conservação do meio ambiente e particularmente dos recursos hídricos, refletindo diretamente no planejamento das ações de saneamento.
	Instituição da Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97).
	Incremento da avaliação dos efeitos e consequências de atividades de saneamento que importem impacto ao meio ambiente.

Fonte: Soares, Bernardes e Cordeiro Netto (2002)

### 3 O CONCEITO DE DRSAI: DOENÇAS RELACIONADAS AO SANEAMENTO AMBIENTAL INADEQUADO

Cairncross e Feachem (1993 apud Siqueira et al. 2017) apresentaram uma denominação para doenças infecto-parasitárias que tem as condições do meio como fator determinante. Sua tradução para o português se deu como “Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado”, ou DRSAI, sendo que o conceito de saneamento ambiental inadequado engloba a ausência ou deficiência do saneamento básico e condições de moradia precárias. Tal classificação pode ser subdividida em:

- i) Doenças de transmissão feco-oral;
- ii) Doenças transmitidas por inseto vetor;
- iii) Doenças transmitidas pelo contato com a água;
- iv) Doenças relacionadas com a higiene;
- v) Geo-helmintos e teníases.

Do ponto de vista clínico, estas doenças não deveriam ser responsáveis por internações ou óbitos, uma vez que são, na maioria dos casos, facilmente tratáveis e potencialmente evitáveis por ações preventivas de saneamento ambiental adequado (Siqueira et al. 2017).

A seguir foram listadas as principais DRSAI ocorrentes no Brasil e uma breve descrição sobre seus sintomas e formas de transmissão.

#### 3.1 Doenças de veiculação hídrica

##### Amebíase

Infecção causada pelo protozoário *Entamoeba histolytica* que pode levar desde a leve desconforto abdominal à diarreia aguda acompanhada de febre e calafrios. Em casos graves, o parasito se dissemina pela corrente sanguínea, provocando inflamações no fígado, pulmões ou cérebro. Se não diagnosticadas a tempo, pode levar o paciente a óbito. A principal fonte de infecção é a ingestão de água ou alimentos contaminados com fezes contendo cistos amebianos. A falta de higiene nas residências também pode proporcionar a proliferação de cistos nos familiares. Moscas e baratas, ao terem contato com fezes de pessoas infectadas, também podem transmitir a parasitose ao defecar sobre alimentos ou

utensílios. É possível, ainda, contrair a doença ao ingerir frutas e verduras cruas, que foram regadas com água contaminada ou adubadas com terra misturada a fezes humanas infectadas (BRASIL, 2010).

#### Giardíase e Criptosporidíase

Infecções causadas pelos protozoários *Giardia duodenalis* e *Cryptosporidium parvum*, respectivamente. Ambos vivem nas porções superiores do intestino delgado e, quando sintomáticas, podem causar diarreia aguda, dor e distensão abdominal, fadiga e perda de peso. A transmissão destas doenças pode ser direta, através da contaminação das mãos e consequente ingestão de (oo)cistos existentes em dejetos de pessoa infectada; ou indireta, por meio da ingestão de água ou alimento contaminado. Os (oo)cistos destes protozoários podem ser resistentes ao processo de cloração da água. A infecção é adquirida com extrema facilidade, sobretudo pelas crianças, uma vez que pode ser contraída pela ingestão de água proveniente da rede pública, com falhas no sistema de tratamento, ou águas superficiais não tratadas ou insuficientemente tratadas (somente por cloração). Em relação ao agente etiológico da giardíase, também são encontradas na literatura as denominações *Giardia lamblia* e *Giardia intestinalis* (BRASIL, 2010).

#### Febre Tifoide

Doença aguda causada pela bactéria *Salmonella Typhi*, cujo quadro clínico apresenta-se em geral com febre alta, cefaleia, mal-estar, esplenomegalia (aumento do baço), manchas rosadas no tronco, diarreia e tosse seca. Em alguns casos o sistema nervoso central pode ser afetado. Também conhecida como a doença das mãos sujas, a Febre Tifoide tem distribuição mundial e está fortemente associada a baixos níveis socioeconômicos e, especialmente, a precárias condições de saneamento. A doença é transmitida pelas fezes ou urina, que infectam as mãos, roupas, alimentos e a água. Os legumes irrigados com água contaminada, frutos do mar mal cozidos ou crus (moluscos e crustáceos), leite e derivados não pasteurizados, produtos congelados e enlatados podem veicular esta bactéria (BRASIL, 2010).

## Cólera

Infecção intestinal aguda, causada por toxinas produzidas pela bactéria *Vibrio cholerae*. Pode se apresentar de forma assintomática ou de forma grave, com diarreia aquosa, vômitos, dor abdominal e câimbras. Esse quadro, se não tratado com urgência, pode evoluir para desidratação, acidose, colapso circulatório e insuficiência renal. A transmissão pode ocorrer através da ingestão de água ou alimentos contaminados por fezes ou vômitos de doente ou portador. Algumas variações dessa bactéria podem persistir na água por muito tempo, o que aumenta a probabilidade de manter sua transmissão e circulação. A taxa de mortalidade em casos graves de Cólera, sem tratamento adequado, pode atingir 50%. No entanto, quando o tratamento é feito precoce e corretamente, essa taxa pode cair para menos de 2% (BRASIL, 2010).

## 3.2 Verminoses

### Esquistossomose

A Esquistossomose Mansônica é uma doença parasitária, causada pelo verme *Schistosoma mansoni* que se instala nos vasos do fígado e do intestino. A fase inicial pode ser assintomática ou apresentar-se como dermatite. Com cerca de 3 a 7 semanas após a exposição, pode ocorrer febre, dor abdominal, cefaleia, diarreia, náuseas, vômitos e tosse seca. Após seis meses de infecção, há risco de o quadro evoluir para a fase crônica, podendo desenvolver complicações graves no fígado, intestino e baço. Os ovos do verme são eliminados pelas fezes do indivíduo infectado. No contato com a água, eclodem e liberam larvas que infectam os caramujos do gênero *Biomphalaria*. Em cerca de 4 a 6 semanas, a larva abandona o caramujo, ficando livre no meio aquático. É através do contato humano com águas infectadas pelas larvas que se adquire a Esquistossomose (BRASIL, 2010).

### Ascaridíase

Doença parasitária causada pelo helminto *Ascaris lumbricoides*. Em parte dos casos não causa sintomatologia, mas pode apresentar dor abdominal, diarreia e náuseas. Os vermes têm, em geral, de 15 a 25 cm de comprimento e, quando em grande número,

formam novelos que podem obstruir o intestino. Em casos extremos, podem também sair pela boca e nariz ou localizar-se na traqueia, levando a asfixia, especialmente em crianças. Em consequência do ciclo pulmonar da larva, alguns indivíduos apresentam broncoespasmo ou pneumonite. A transmissão se dá pela ingestão de ovos do parasita, oriundos do solo, água ou alimentos contaminados com fezes humanas (BRASIL, 2010).

#### Teníase e Cisticercose

O complexo Teníase/Cisticercose é formado por duas patologias distintas, causadas pelo mesmo verme, porém em fases distintas do seu ciclo de vida. A Teníase é provocada pela forma adulta da *Taenia solium* (procedente da carne de porco) ou da *Taenia saginata* (oriunda da carne bovina) e ocorre no intestino delgado do paciente. A Cisticercose é causada pela forma larval da *Taenia solium* nos tecidos. A Teníase pode causar dores abdominais, náuseas, perda de peso, diarreia ou constipação. A presença do parasita pode ser percebida pela eliminação de segmentos do verme nas fezes. Em certos casos, podem causar atraso no desenvolvimento físico e cognitivo das crianças, além de baixa produtividade em adultos. Os sintomas da Cisticercose dependem do local de alojamento do verme, sua morfologia, número de larvas presentes no indivíduo e da resposta imunológica do paciente. As formas graves estão associadas a sérios danos ao sistema nervoso central e apresentam sintomas neuropsiquiátricos (convulsões, distúrbio de comportamento, hipertensão intracraniana). A Teníase é adquirida pela ingestão de carne de boi ou porco mal cozida, que contém as larvas dos vermes. Quando o homem acidentalmente ingere os ovos de *T. solium*, adquire a Cisticercose. Os animais, por sua vez, infectam-se através do consumo de capim e outros alimentos contaminados com fezes humanas com ovos. Chegando ao estômago desses animais, os ovos eclodem, as larvas passam pelo intestino e depois para os músculos, onde se fixam (BRASIL, 2010).

#### Ancilostomíase (amarelão)

Infecção intestinal causada por vermes da família *Ancylostomidae*: *A. duodenale* e *Necator americanus*. Quando não assintomática, a patologia pode ter apresentações clínicas tais como um quadro gastrointestinal agudo com a ocorrência de náuseas, vômitos, diarreia e dor abdominal. Crianças com casos graves ou infestações constantes

podem manifestar atraso no desenvolvimento físico e mental. Também conhecida como Amarelão, tal patologia possui um ciclo de vida complexo. No geral, a infecção dos seres humanos ocorre quando esses vermes em forma larval penetram na pele (na maioria dos casos através dos pés) causando dermatite com aparência característica. Após penetrarem pela pele, as larvas passam pelos vasos linfáticos, atingem a corrente sanguínea e, nos pulmões, penetram nos alvéolos. De lá movem-se para a traqueia, faringe e são deglutidas. Ao chegar no intestino delgado, as larvas se fixam e, quando maduras, produzem milhares de ovos por dia, eliminando-os ao meio ambiente pelas fezes do paciente. No Brasil, a ancilostomíase tem maior incidência nas áreas rurais, estando altamente associada a áreas sem saneamento adequado e onde a população culturalmente anda descalça (BRASIL, 2010).

#### Tricuríase

Tem como agente causador o verme *Trichuris trichiura*, que se localiza no intestino grosso do indivíduo, causando infecção. Assim como outros parasitas citados, o *T. trichiura* pode ser contraído por seres humanos por meio da ingestão de água ou alimentos contaminados com os ovos da espécie. Uma vez no estômago, os ovos eclodem e liberam larvas, que evoluem para a forma adulta. Na fase inicial da infecção, o indivíduo pode apresentar febre, suor, fraqueza, palidez, náuseas e tosse. Se não tratada precocemente, podem ocorrer desconforto abdominal, perda de apetite, diarreia, dores musculares e anemia. Hábitos inapropriados de higiene como não lavar as mãos após a utilização de instalações sanitárias e antes do consumo de alimentos são importantes formas de contágio (BRASIL, 2018).

A partir da descrição das principais características das DRSAI apresentadas, é possível notar a prevalência da diarreia como sintoma comum entre quase a totalidade das patologias. Esta peculiaridade é uma das responsáveis por fazer da diarreia um dos indicadores de saúde pública mais utilizados em literatura quando se investiga a influência do saneamento básico. Nos capítulos seguintes será abordado com maiores detalhes o papel dos indicadores neste tipo de estudo.

#### 4 O PAPEL DO SANEAMENTO NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS

Na análise dos modos de transmissão e ciclo de vida dos agentes infecciosos descritos no capítulo anterior, também é possível perceber uma certa semelhança entre as patologias. Na maioria delas, o protozoário, bactéria ou helminto está presente nas fezes de pessoas infectadas e pode ser inserido no organismo de outros indivíduos por meio do consumo de água e alimentos contaminados ou pelo contato direto da pele com os patógenos.

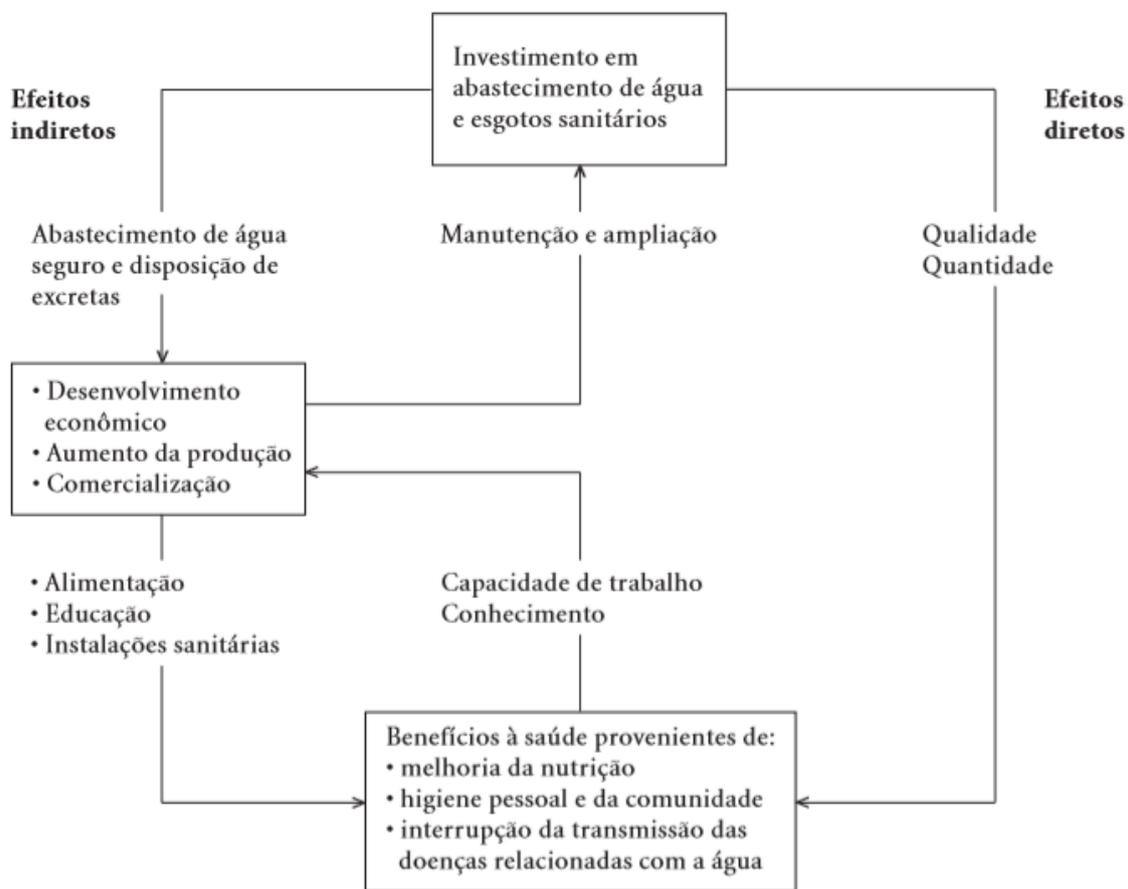
Sendo assim, o saneamento básico adequado pode agir na prevenção dessas doenças de diversas maneiras. O primeiro modo é por meio da garantia da potabilidade da água servida à população. Isto é feito, em geral, mediante o tratamento físico-químico da água, passando por processos de coagulação, decantação, filtração e desinfecção, que têm por objetivo remover sólidos, cor, odor e possíveis agentes patogênicos presentes. Para que a qualidade e quantidade da água se mantenha da estação de tratamento até as residências, é necessário se atentar para as condições da rede de distribuição, com monitoramento constante de pressão, controle de perdas e rastreamento de irregularidades. Ações de conscientização da população sobre a importância do armazenamento adequado da água também auxilia na segurança da água para consumo. Esse conjunto de medidas, quando aplicado, reduz drasticamente a infecção de indivíduos pela ingestão de parasitas (DANIEL, 2013).

A segunda frente de ação diz respeito à coleta, afastamento e tratamento do esgoto. Os dois primeiros processos têm como objetivo garantir que o contato entre as excretas humanas e outros indivíduos seja inibido. No entanto, o terceiro processo é fundamental para promoção global de saúde, uma vez que apenas a coleta e o afastamento não resolvem o problema por completo. Assim, o tratamento de esgoto atua como importante ferramenta de rompimento do ciclo da doença pois inclui em seu processo etapas físico-químicas e biológicas que degradam a matéria orgânica e garantem que o efluente final esteja livre de patógenos (DANIEL, 2013).

Deste modo, para proteger a população da incidência de DRSAI de forma mais eficaz, é de vital importância que se inclua no planejamento municipal a realização do ciclo completo do saneamento básico, como apresentado por Checkley et al. (2004), incluindo os serviços de tratamento e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto.

A Figura 4 ilustra os efeitos diretos e indiretos do abastecimento de água e do esgotamento sanitário sobre a saúde e bem-estar geral da população.

Figura 4 - Esquema conceitual dos efeitos diretos e indiretos do abastecimento de água e do esgotamento sanitário sobre a saúde



Fonte: Adaptado de Cvjetanovic, 1986

## 5 INDICADORES DA INFLUÊNCIA DO SANEAMENTO NA SAÚDE

Segundo Andreazzi, Barcellos e Hacon (2007), as primeiras noções de que as condições ambientais poderiam ter influência na saúde das pessoas surgiram em meados do século XIX, quando intervenções primitivas em saneamento, como o fornecimento contínuo de água e o afastamento das excretas humanas, resultaram em redução significativa nos casos de mortalidade infantil e ocorrência de epidemias.

Um marco na história do estudo associativo entre saneamento e saúde foi o sublime trabalho de John Snow, concluído em 1854, que provou a relação entre as fontes de água utilizada pela população de Londres e a ocorrência de casos de cólera (SNOW, 1990)

A partir de então, começou-se a estudar elementos específicos da saúde humana que sofrem influência da qualidade de água fornecida e dos serviços de coleta e tratamento de esgoto, concebendo o conceito de “indicador de saneamento básico e saúde pública”.

A importância da existência de indicadores relativos à saúde e meio ambiente é destacada por Briggs (1999), uma vez que tais indicadores tem o papel de: monitorar tendências na qualidade ambiental a fim de identificar potenciais riscos à saúde e orientar políticas públicas; comparar áreas ou populações em relação à qualidade ambiental e de saúde, analisando pontos fortes e fracos de diferentes casos; avaliar a efetividade de políticas aplicadas no campo da saúde ambiental; e auxiliar na investigação de potenciais relações entre saúde e meio ambiente. O autor ainda pondera que um bom indicador, para ser efetivo, deve obedecer a uma série de critérios: fornecer um resumo relevante sobre as esferas de interesse; ser transparente, testável e cientificamente consistente; ser financeiramente viável para poder ser amplamente aplicado; ser sensível a mudanças nas condições de controle e, ainda, robusto o suficiente para não ser influenciado por fatores externos.

A morbidade por doenças diarreicas como indicador dos impactos do saneamento tem sido extensamente utilizada em estudos no campo da saúde pública. Para Heller (1997), a ampla utilização deste indicador se deve ao fato de ter elevada capacidade de resposta a alterações nas condições de saneamento, ter baixo custo, alta exequibilidade, confiabilidade e ser de grande importância para a saúde pública.

De acordo com Unicef & WHO (2009), aproximadamente 2,5 bilhões de casos de diarreia acometem crianças de 0 a 5 anos todos os anos. Deste total, cerca de 1,5 milhões levam estes pacientes a óbito, colocando a diarreia como segunda maior responsável pela mortalidade desta faixa etária no mundo. O mesmo estudo aponta que 88% das mortes por diarreia estão diretamente relacionadas ao consumo de água não potável, higiene inadequada e saneamento precário.

Borchardt et al. (2003) realizaram um trabalho com populações rurais no Estado de Wisconsin, Estados Unidos, que relacionou o risco de ocorrência de doenças diarreicas à densidade de fossas sépticas existente no local de convívio dos indivíduos. Os resultados indicaram um acréscimo de 8% na chance de infecção por diarreias virais em crianças para cada fossa séptica em uma área de 259 hectares; e um acréscimo de 22% na chance de infecção por diarreias bacterianas em crianças para cada fossa séptica em uma área de 16 hectares. Os autores ressaltam ainda que estes sistemas de destinação de esgoto são focos relevantes de contaminação do solo, águas subterrâneas e superficiais, especialmente quando se tratam de unidades antigas e com manutenção deficiente.

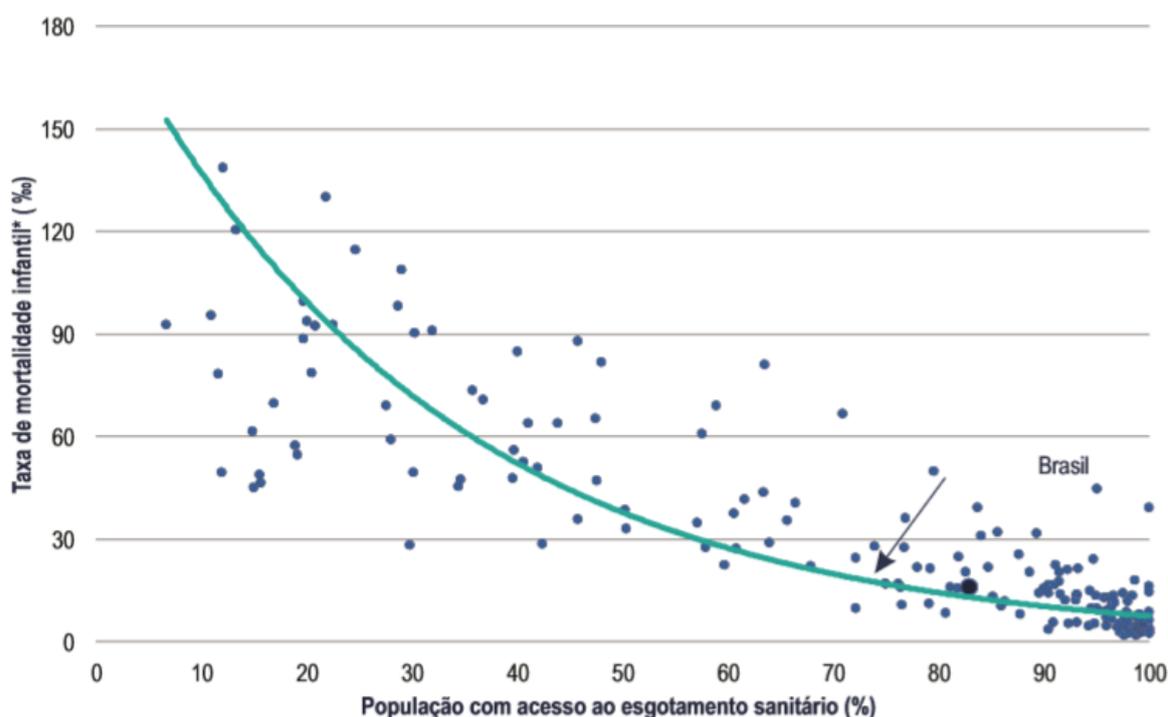
Fehr et al. (2003) citam o caso do Reino Unido, onde o processo de privatização do serviço de tratamento e distribuição de água no país foi associado ao aumento de doenças gastrointestinais de acordo com a British Medical Association. Tal fato não ocorreu, portanto, devido à precarização do serviço, mas sim em consequência do corte de fornecimento aos indivíduos que, sem condições financeiras para custear as novas taxas, tornaram-se inadimplentes.

No estudo de Checkley et al. (2004), foi analisada uma comunidade periurbana da cidade de Lima, Peru, com o objetivo de investigar a correlação entre as condições locais de saneamento e o desenvolvimento das crianças. Os resultados mostraram que crianças residentes em moradias com os piores níveis de abastecimento, armazenamento de água e destinação do esgoto eram, em média, 1,0 cm menores em altura e tinham 54% mais episódios de diarreia do que crianças residentes em moradias com saneamento adequado. Os autores discutem que a menor estatura das crianças está relacionada a infecções gastrointestinais, que afetam consideravelmente a absorção de nutrientes e essa, por sua vez, interfere no crescimento saudável dos infantes. Concluiu-se também que somente a melhora da qualidade de água fornecida não é suficiente para alcançar níveis satisfatórios de saúde, se não acompanhada de melhorias no serviço de esgotamento sanitário.

Outros indicadores, como a mortalidade infantil, estado nutricional, doenças oculares, dermatológicas e verminoses intestinais também estão presentes em estudos epidemiológicos envolvendo intervenções de saneamento, de acordo com as particularidades de cada estudo.

A Figura 5, por exemplo, expressa de maneira evidente a relação inversa entre o acesso ao esgotamento sanitário e a mortalidade infantil. No gráfico, cada ponto simboliza a situação de um país e a curva decrescente indica a tendência média dos dados.

Figura 5 - Saneamento e Mortalidade Infantil



Fonte: UNICEF & WHO (2015) \*Crianças de até 5 anos falecidas por 1.000 nascidos

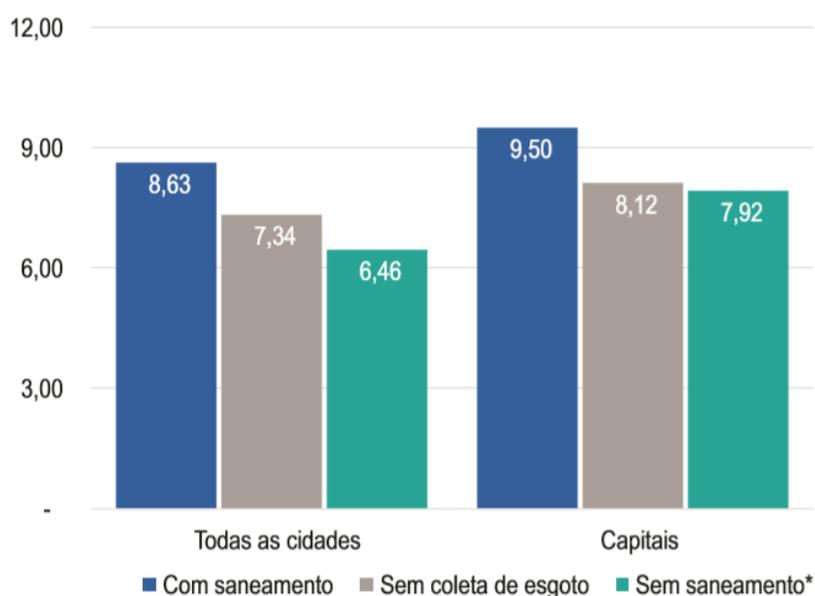
Ludwig et al. (1999) explicam que as crianças estão mais sujeitas às infecções devido à incompreensão dos princípios básicos de higiene e ao contato mais intenso com o solo, que exerce um papel lúdico e se faz palco para diversos jogos e brincadeiras. Associado a isso, o fato de que o sistema imunológico das crianças ainda está em processo de formação exerce grande influência na vulnerabilidade desse grupo etário frente a contaminações e organismos patogênicos.

Scriptore (2016), além de utilizar o indicador de internações por DRSAl, realizou também uma investigação do efeito do saneamento na educação e aprendizagem, analisando as consequências educacionais de crianças acometidas por DRSAl. Os

resultados indicaram que o incremento de cada 1% no acesso ao saneamento está relacionado ao aumento de 0,11% na taxa de frequência escolar, queda de 0,31% na taxa de distorção idade-série e redução de 0,12% na taxa de abandono escolar.

Trata Brasil (2018) também aborda a relação entre saneamento e educação quando expressa, na Figura 6, a escolaridade média, em anos de estudo, de grupos de indivíduos separados por níveis de acesso ao saneamento. Na pesquisa, se fez notório o fato de que populações com maior acesso ao saneamento básico possuíam mais anos de estudo quando comparado a populações sem esse recurso.

Figura 6 - Escolaridade média, em anos de estudo, por grupo de acesso ao saneamento em 2016 no Brasil



Fonte: Trata Brasil (2018)

## 6 ESTUDOS DE CASO

A seguir, serão abordados alguns estudos de caso em cidades brasileiras que demonstram, por meio de diferentes análises, a influência do saneamento na saúde pública.

### 6.1 Assis-SP

Ludwig et al. (1999) estudaram a distribuição geográfica das enteroparasitoses mais recorrentes na população do município de Assis-SP entre 1990 e 1992 e obtiveram resultados que correlacionam o número de ligações de água e esgoto em determinada região e a incidência de parasitoses. O trabalho também dimensiona alguns parâmetros epidemiológicos das patologias de acordo com o local de residência e faixa etária dos indivíduos.

Analisou-se, durante os 3 anos de estudo, 18.366 exames parasitológicos de fezes de seis postos de atendimento em pontos distintos da cidade. Do total de amostras, 23,3% possuíam algum parasito intestinal, sendo os principais *Giardia intestinalis* (8,7%), *Ascaris lumbricoides* (5,5%) e *Trichuris trichiura* (2,4%). Em relação à faixa etária, verificou-se que as faixas de 3 a 6 anos e 6 a 9 anos tiveram as maiores frequências de casos, 38,2% e 32,7%, respectivamente.

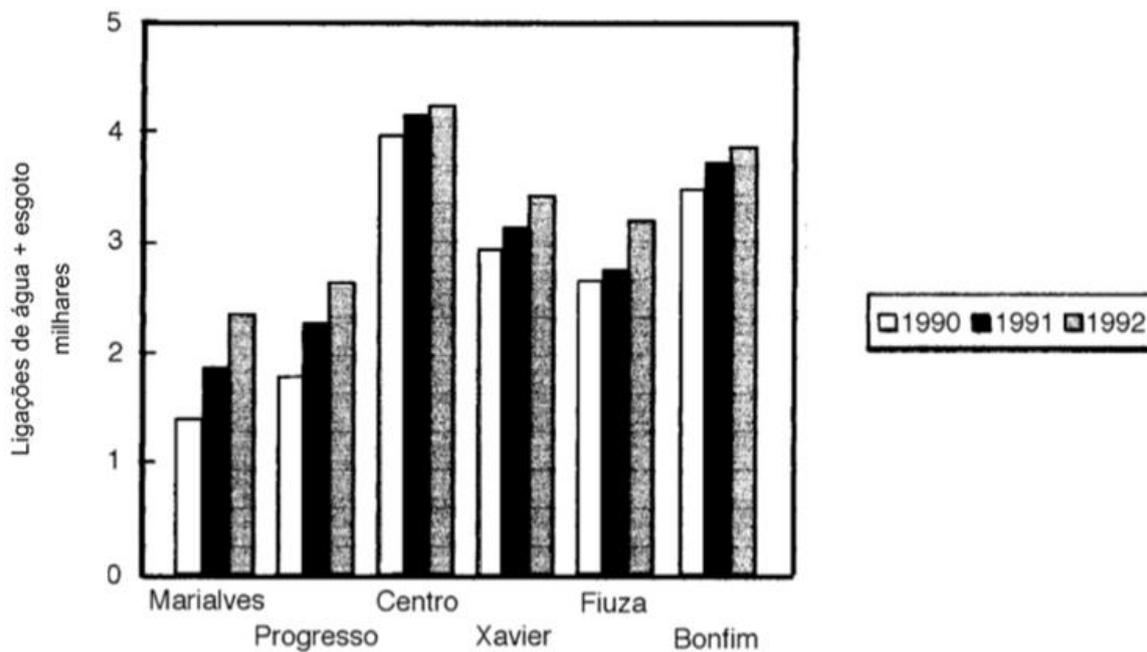
Verificou-se ao final do estudo que os maiores índices de ocorrência de enteroparasitos foram detectados nos postos de atendimento das regiões mais periféricas do município, onde a população se configura com níveis socioeconômicos mais baixos. Ao mesmo tempo, os menores índices de ocorrência estavam relacionados aos postos de atendimento de bairros de elevado nível socioeconômico.

No posto de atendimento de Vila Marialves, onde são encontrados maiores índices de parasitoses e os piores indicadores socioeconômicos e de saneamento básico da cidade, obteve-se incidências alarmantes de *G. intestinalis* (17%), *A. lumbricoides* (13,1%) e *T. trichiura* (5,9%) levando em conta todo o período de estudo.

Os resultados expressos nas Figuras 7 e 8, evidenciam, de modo geral, uma redução dos casos de enteroparasitoses entre 1990 e 1992, coincidindo com o incremento das ligações de água e esgoto em todas as regiões do município de Assis. Revela-se,

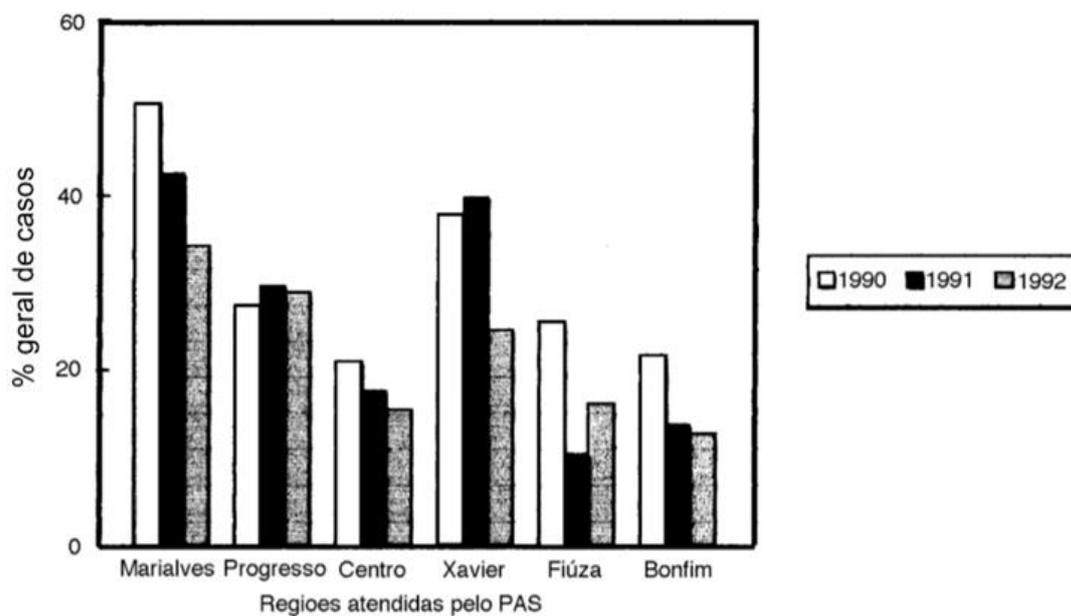
portanto, uma conexão inversa entre a predominância de exames positivos e a população atendida por ligações de água e esgoto.

Figura 7 - Ligações de água e esgoto por região atendida pelos postos de atendimento



Fonte: Ludwig et al. (1999)

Figura 8 - Porcentagem de casos positivos para parasitos intestinais



Fonte: Ludwig et al. (1999)

## 6.2 Lins-SP

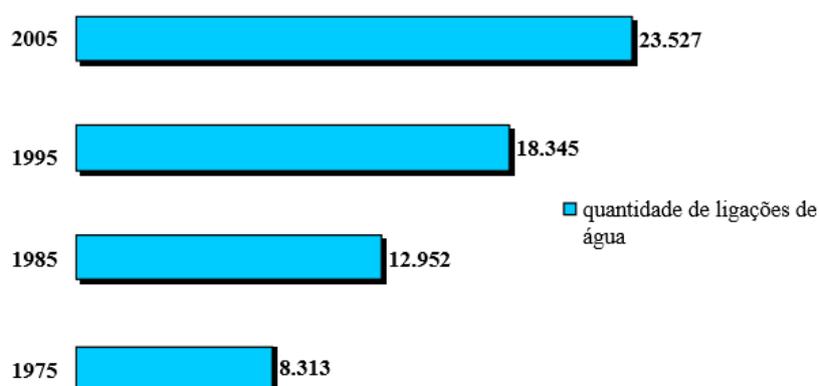
Murja (2009) conduziu um estudo que acompanha a evolução dos serviços de saneamento no município de Lins, interior do estado de São Paulo, e analisa, paralelamente, a frequência de internações e óbitos causados por Doenças de Veiculação Hídrica (DVH) registrados na Santa Casa de Misericórdia de Lins. O trabalho reuniu dados de 30 anos (1975 a 2005) e abrange o período de universalização do saneamento básico da cidade que ocorreu em 1997, incluindo abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto em toda a zona urbana do município. Tais informações foram colhidas nos livros de registro de internações do hospital supracitado e no cadastro de ligações de água e esgoto da SABESP.

O cenário dos serviços de saneamento de Lins em 1975 era expresso pelas taxas de 80% da população com acesso a água tratada e 77% com coleta de esgoto. A totalidade do esgoto coletado, porém, era lançado sem tratamento em corpos hídricos da cidade. Já o fornecimento de água, apesar de englobar boa parcela da cidade, ocorria somente das 16h às 22h, segundo relatos de moradores.

Em 1975 as DVH representavam 4,32% dos casos de internação e óbito do hospital. Esta proporção caiu progressivamente para 1,86% em 1985, 1,76% em 1995 e, finalmente, 0,98% dos casos em 2005. Foram contabilizadas como DVH as seguintes enfermidades: amebíase, giardíase, ancilostomíase, gastroenterite, oxiuríase, teníase, ascaridíase, febres tifoide e paratifoide, esquistossomose e cólera.

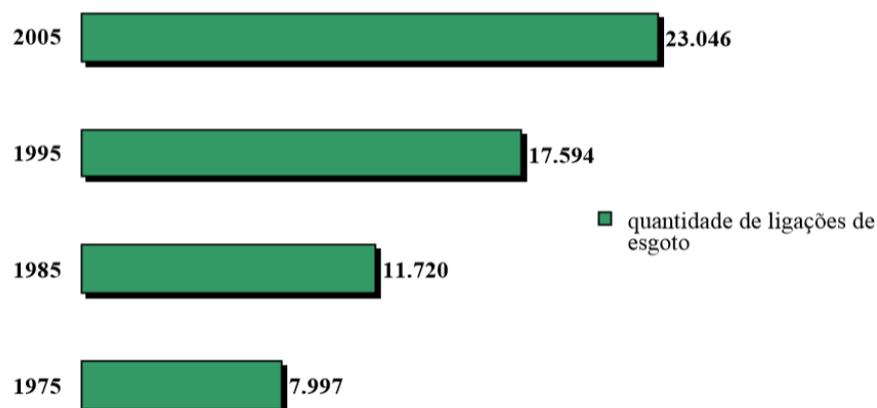
As Figuras 9 e 10 apresentam, conforme o número de ligações de água e esgoto, a evolução decenária do acesso ao saneamento básico no município de Lins.

Figura 9 - Evolução da quantidade de ligações de água na cidade de Lins



Fonte: Murja (2009)

Figura 10 - Evolução na quantidade de ligações de esgoto na cidade de Lins



Fonte: Murja (2009)

O autor também analisou a expressiva redução da mortalidade infantil ao longo dos anos estudados, como expresso na Figura 11, fato que também tem como causa, dentre outros fatores, a melhoria da qualidade e acesso ao saneamento básico. O índice de mortalidade infantil está expresso em número de mortes por mil nascidos vivos.

Figura 11 - Evolução da mortalidade infantil por mil nascidos vivos



Fonte: adaptado de Murja (2019)

Os resultados demonstraram forte ligação entre as melhorias do acesso ao saneamento e a saúde pública, uma vez que houve significativa diminuição do número de ocorrências de internações e óbitos por DVH à medida que as condições de tratamento de água e esgoto da cidade evoluíram.

O autor ressalta ainda que existem outros fatores que devem ser considerados e possuem forte influência neste tipo de análise, como as práticas pessoais de higiene da população e a evolução na eficácia dos tratamentos para essa gama de patologias.

Em uma análise econômica breve, porém de altíssima relevância, Murja demonstra que com o custo das 275 internações por DVH registradas no único hospital estudado ao longo do ano de 1975, seria possível proporcionar acesso aos serviços de saneamento a 5.409 habitantes de Lins. Fato que se repete nos anos seguintes de pesquisa, sendo que em 1985, as despesas decorrentes das 181 internações poderiam custear o acesso ao saneamento para 1728 pessoas.

Por fim, o trabalho sugere uma reflexão sobre o olhar do saneamento básico como um investimento em medicina preventiva. Essa perspectiva permite que órgãos governamentais tenham uma expressiva economia nos gastos com serviços de saúde curativa, além de promover grande melhoria na qualidade de vida da população.

### 6.3 Porto Alegre – RS

Siqueira et al. (2017) estudaram a frequência e o caráter dos casos de internação por DRSAI registrados pelo Sistema Único de Saúde na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) entre os anos de 2010 e 2014. O trabalho envolveu também uma estimativa dos gastos totais decorrentes de tais enfermidades para o SUS.

Foram coletados dados do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) correspondentes ao período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.

Considerou-se com DRSAI:

- i) doenças de transmissão feco-oral (diarreias, febres entéricas e hepatite A);
- ii) doenças transmitidas por inseto vetor (dengue, febre amarela, leishmanioses, leishmaniose tegumentar, leishmaniose visceral, filariose linfática, malária e doença de Chagas);
- iii) doenças transmitidas por contato com a água (leptospirose e esquistossomose);
- iv) doenças relacionadas à higiene (doenças nos olhos, tracomas, conjuntivites, doenças da pele e micoses superficiais);
- v) helmintíases e teníases.

Foram identificadas, ao todo, 13.929 internações motivadas por DRSAI. Os dados foram separados por sexo e em 18 intervalos etários (em anos: menores de 1; 1 a 4; 5 a 9; e de 5 em 5, até a faixa de 80 anos e mais).

O maior número de internações estava atrelado à faixa etária de 1 a 4 anos, englobando cerca de 20% dos casos. No entanto, quando se analisou a taxa de DRSAI por 10 mil hab/ano dentro do mesmo intervalo etário, as crianças menores de 1 ano obtiveram a maior taxa de incidência (59,7 / 10 mil hab/ano).

O índice de utilização da UTI atingiu 2,0% dos casos de internação, destacando-se as internações por leptospirose, com uso de UTI em 13,2%. Dentre os intervalos etários com maior utilização da UTI, sobressaem-se os idosos de 60 a 64 anos (4,5%) e as crianças menores de 1 ano (3,9%).

Do total de internações por DRSAI, 2,2% resultaram em óbitos, dos quais em 25,2% destas houve utilização de UTI.

O gasto total do SUS com os procedimentos atrelados aos casos de internação por DRSAI na RMPA no período de 2010 a 2014 foi de aproximadamente R\$ 6,1 milhões. Calculou-se também que internações que resultaram em óbito apresentaram custo médio 147% maior do que aquelas que não resultaram em óbito.

Fundamentalmente, o estudo revela que as internações por DRSAI são mais frequentes em crianças e idosos, por meio de infecções de transmissão feco-oral. Os autores ressaltam ainda a importância de políticas públicas de saúde que foquem na promoção de saúde destes grupos de risco. Apontam também que a prevalência destas enfermidades está relacionada a um sistema de saneamento frágil e deficiente.

#### 6.4 Guarulhos – SP

Paz, Almeida e Günther (2012) realizaram um estudo transversal na região periférica do município de Guarulhos na Região Metropolitana de São Paulo, com o objetivo de verificar a associação entre diarreia em crianças até 2 anos de idade e as condições de saneamento e moradia.

Os dados foram obtidos por meio das fichas de registro do Programa Saúde da Família da região, considerando o período de maio de 2005 a abril de 2006. Escolheu-se

a “ocorrência de diarreia” como variável de referência por sua adequada capacidade de resposta, viabilidade no uso e fácil determinação da enfermidade, além de ser o indicador mais utilizado em estudos para avaliar impactos do saneamento na saúde pública.

Ao longo do período de estudo, foram registrados 4.048 casos de diarreia em crianças com menos de 2 anos no bairro Recreio de São Jorge, Guarulhos, SP. A partir desses dados foi identificada uma maior prevalência na faixa etária de 4 a 9 meses. Observou-se também o fato de que praticamente todas as moradias (das crianças registradas com diarreia) construídas com materiais não convencionais não possuíam serviço de coleta de esgoto.

A análise indicou que a interação entre “moradia a base de materiais que não o tijolo”, “ausência de rede de esgoto” e “idade de 4 - 9 meses”, caracterizou-se como importante fator de risco para ocorrência de diarreia.

O material usado na residência como fator de risco sugere que condições precárias de moradia predispõem a dificuldade de se manter a higiene do domicílio, fato que pode elevar a ocorrência de diarreia, além de ser um indicador de pobreza.

Por fim, o trabalho ressalta que, de acordo com a associação dos resultados obtidos, o risco de ocorrência de doenças diarreicas em crianças de 0 a 2 anos que vivem em condições de habitação e saneamento deficitárias é 15 vezes maior do que entre aquelas que vivem em condições adequadas de moradia e saneamento. Os autores pontuam ainda que, assim como na região estudada, áreas periurbanas de todo o país são marcadas pela alta taxa de crescimento populacional associada a condições precárias de moradia e à falta de acesso ao saneamento básico.

## 7 DISCUSSÃO

Percebeu-se nos trabalhos estudados que, salvo em alguns casos, não há a identificação precisa do agente patógeno causador dos sintomas de diarreia, uma vez que são registrados pelos órgãos de saúde apenas como “infecções gastrointestinais”. Isto ocorre devido à limitação de recursos financeiros e tecnológicos dos centros médicos para se realizar os exames de identificação dos agentes etiológicos. A falta de especificidade nestes casos contribui para a imprecisão dos dados estatísticos neste campo.

A Tabela 2 reúne os indicadores utilizados em todos os estudos abordados neste trabalho. A partir dela é possível notar, por um lado, a prevalência das doenças diarreicas como principal indicador da correlação entre saneamento e saúde pública; e por outro, as diversas consequências nocivas ao ser humano que estão associadas ao saneamento inadequado, como interferências no desenvolvimento infantil, na escolaridade e nos níveis socioeconômicos.

Tabela 2 - Indicadores relacionados ao saneamento utilizados por cada autor

<b>Autor</b>	<b>Indicadores relacionados ao saneamento</b>
Snow (1854)	Incidência de cólera
Ludwig et al. (1999)	Incidência de parasitoses e nível socioeconômico
Borchardt et al. (2003)	Risco de ocorrência de doenças diarreicas por densidade de fossas sépticas
Fehr et al. (2003)	Doenças gastrointestinais
Checkley et al. (2004)	Desenvolvimento infantil e diarreia
Murja (2009)	Internações e óbitos causados por DHV; mortalidade infantil
UNICEF & WHO (2009)	Óbitos por diarreia
Paz, Almeida e Günther (2012)	Diarreia em crianças até 2 anos
UNICEF & WHO, 2015	Mortalidade Infantil
Scriptore (2016)	Taxa de frequência escolar, taxa de distorção idade-série e taxa de abandono escolar
Siqueira et al. (2017)	Internações por DRSAI
Trata Brasil (2018)	Escolaridade média

Os resultados demonstrados na literatura abordada neste trabalho possibilitam afirmar a existência de correlação direta entre o saneamento básico e a saúde pública. Contudo, destaca-se a presença de elementos que contribuem para a complexidade desta relação. Tais elementos estão vinculados às noções de higiene da população, estado de conservação ambiental local, concentração e diversidade de poluentes inseridos no meio, entre outros fatores que interferem na saúde das pessoas.

A variedade de indicadores utilizados nos estudos abordados, apesar de enriquecerem a composição do presente trabalho, impossibilitam uma associação mais profunda dos estudos entre si, uma vez que foram realizados em locais, períodos e metodologias distintas. Mesmo assim, a relação de influência do saneamento básico na saúde pública se faz evidente em todos eles.

Dadas as condições atuais do saneamento no Brasil apresentadas nos primeiros capítulos e estabelecida a importância do acesso a este serviço, verifica-se a necessidade de investimentos focados, principalmente, na ampliação da coleta e tratamento de esgoto doméstico, pois este exerce papel fundamental na interrupção do ciclo de vida de diversos parasitas, além de ser um dos elementos mais deficitários do setor no país. Neste sentido, o saneamento se caracteriza como ferramenta importante da medicina preventiva e de promoção da saúde.

Os meios para se realizar tal ampliação baseiam-se, frequentemente, na aplicação de políticas públicas que atribuem a devida importância ao saneamento básico. Ações de saneamento são, essencialmente, obras sociais e coletivas, e sendo assim, os indivíduos, a comunidade e o Estado têm funções a cumprir. Conforme a Constituição Federal de 1988, os serviços de provimento de água, em quantidade e qualidade, bem como o afastamento e tratamento de efluentes domiciliares, devem ser promovidos pelo setor de infraestrutura urbana, com participação do setor de saúde pública (BRASIL, 2004).

Segundo BRASIL (2004), devem ser princípios das políticas públicas de saneamento:

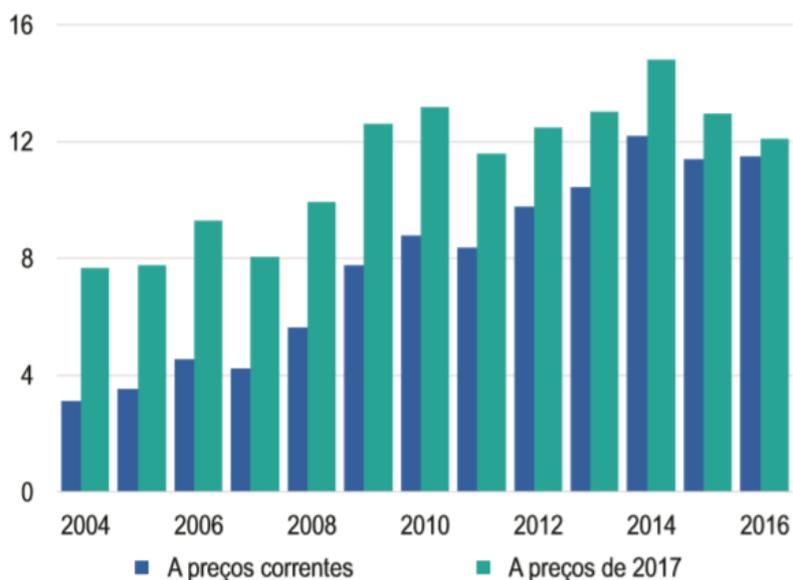
- “i) Universalidade: atendimento universal da população alvo das ações de saneamento;
- ii) Equidade: equivalência na qualidade sanitária dos serviços, independente das condições socioeconômicas do usuário e da realidade urbanística de onde vive;

- iii) Integralidade: atendimento pelos serviços de saneamento com uma visão que entenda o saneamento como um conjunto de ações, envolvendo pelo menos o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza pública, a drenagem pluvial e o controle de vetores;
- iv) Titularidade municipal: reconhecimento e respeito à autonomia municipal, em coerência com o preceito constitucional;
- v) Participação e controle social: como requisito indispensável para tornar visível e legitimada a diversidade de interesses, bem como para a apropriação dos equipamentos de saneamento pela população;
- vi) Intersetorialidade: integração com o desenvolvimento urbano, a saúde pública e com as áreas ambiental e de recursos hídricos, entendida como indispensável para se atingir o pleno êxito das ações, por natureza, complexas;
- vii) Qualidade dos serviços: incluindo a regularidade, a continuidade, a eficiência, a segurança, a atualidade, a cortesia e a modicidade dos custos;
- viii) Acesso: compatibilização da política tarifária com o poder aquisitivo do usuário, mediante a prática da modicidade dos preços.”

A ampliação dos serviços de saneamento está associada também à realização de investimentos consideráveis em construção civil, uma vez que inclui obras de construção de redes de distribuição de água, redes de coleta de esgoto, estações de captação e tratamento de água e estações de tratamento de efluentes (Trata Brasil, 2018).

A Figura 12 traz o acompanhamento do total investido anualmente no Brasil em obras de manutenção e expansão dos sistemas de água e esgoto de 2004 a 2016. A soma do valor gasto nos treze anos referidos alcança a marca de R\$ 145,456 bilhões (valores constantes), equivalendo a R\$ 790,80 por brasileiro, ou ainda, R\$ 60,83 por brasileiro por ano (Trata Brasil, 2018).

Figura 12 - Investimentos em saneamento em R\$ bilhões no Brasil



Fonte: Trata Brasil (2018)

É importante destacar na Figura 12 que, apesar do evidente aumento dos investimentos em saneamento de forma geral, os últimos três anos da pesquisa indicam uma queda no valor anual investido. Esta realidade deve ser expressa como um alerta aos órgãos gestores, visto que o aumento demográfico, a arrecadação de impostos e a demanda por condições de vida adequadas são crescentes.

## 8 CONCLUSÃO

Vê-se que a evolução do saneamento básico, tanto em escala municipal quanto em escala nacional, não traz apenas reflexos na saúde pública, mas também em outros setores da sociedade. Do ponto de vista econômico, cidades que oferecem água tratada em abundância e tratam todo o esgoto coletado se colocam em condições favoráveis ao crescimento imobiliário, atração de empreendimentos corporativos e desenvolvimento da atividade turística, além dos benefícios gerais inerentes à elevação do Índice de Desenvolvimento Humano da região. Ainda em uma abordagem econômica, incontáveis estudos mostram a rentabilidade dos investimentos em saneamento proveniente da economia de gastos em saúde pública (uma população com água e esgoto tratados está exposta a menos patógenos e, por consequência, fica menos doente, necessita de menos intervenções médicas, falta menos ao trabalho).

No entanto, mais importante que as vantagens econômicas da implantação do saneamento básico estão os benefícios proporcionados ao ser humano e sua qualidade de vida, evitando doenças, reduzindo a mortalidade infantil, melhorando o desenvolvimento mental e físico das crianças, além das melhorias associadas ao meio ambiente, pela redução da contaminação do solo e corpos hídricos.

Reforça-se então a importância do fornecimento completo dos serviços de saneamento para garantir a melhoria global das condições de vida e saúde. Além disso, é fundamental que os órgãos públicos direcionem maior atenção às populações de baixa renda para que tenham estruturas suficientes e possam usufruir corretamente dos serviços implantados. Como exemplo, é possível citar o caso de milhares famílias brasileiras que não possuem banheiro em suas residências e, sendo assim, necessitam de apoio estrutural preliminar para poderem ter acesso ao saneamento básico.

As tecnologias alternativas para saneamento rural se mostram também como importante ferramenta auxiliar em direção à universalização do saneamento básico, visto que são opções de baixo custo, alta praticidade de instalação e, em geral, oferecem eficiência satisfatória.

Atenta-se ainda para que os investimentos em saneamento sejam crescentes, mesmo após a conquista de bons patamares de universalização, garantindo que a

manutenção dos sistemas esteja adequada, que a alternativa tecnológica seja apropriada e que a expansão do sistema seja compatível ao crescimento populacional local.

É necessário destacar a importância da existência de bases de dados estatísticos relativos aos temas da saúde pública e saneamento, em especial, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o DATASUS e o IBGE. Tais ferramentas são elementos cruciais para trabalhos como este e devem ser utilizados como instrumentos de planejamento e gestão de políticas públicas.

Por fim, ressalta-se a importância da atuação de profissionais da Engenharia Ambiental em conjunto com profissionais da saúde para que temas relativos ao saneamento básico sejam abordados cada vez mais de forma holística e multidisciplinar.

Para estudos futuros, indica-se a importância de se realizar um monitoramento dos níveis socioeconômicos dos municípios durante seu processo de universalização do saneamento, a fim de investigar a influência deste recurso nas diferentes classes sociais.

## REFERÊNCIAS

ANDREAZZI, M. A. R.; BARCELLOS, C.; HACON, S. Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde. **Revista Panamericana de Salud Publica**. Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 211-217, 2007. Disponível em: <[https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource\\_ssm\\_path=/media/assets/psp/v22n3/a08v22n3.pdf](https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/psp/v22n3/a08v22n3.pdf)>. Acesso em: 08 fev. 2019.

BORCHARDT, M. A. et al. Septic system density and infectious diarrhea in a defined population of children. **Environmental Health Perspectives**. Marshfield, v. 111, n. 5, p. 742-748, 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241485/>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica**. Brasília, 2004. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/eng\\_impacto.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_impacto.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, 8 jan. 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em: 10 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias : guia de bolso**. 8ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: <[http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/doencas\\_infecciosas\\_parasitaria\\_guiabolso.pdf](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_infecciosas_parasitaria_guiabolso.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://www.urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/plansab\\_texto\\_aprovado.pdf](http://www.urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/plansab_texto_aprovado.pdf)> Acesso em: 04 mai. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 out. 2017. Seção 1, p. 360. Disponível em: <[http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sauodelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sauodelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html)>. Acesso em: 06 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Guia Prático para o Controle das Geo-helmintíases**. Brasília, 2018. Disponível em: <[http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_pratico\\_controle\\_geohelmintias.pdf](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia_pratico_controle_geohelmintias.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2019.

BRIGGS, David. **Environmental health indicators: framework and methodologies**. Geneva: World Health Organization, 1999. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66016>> Acesso em: 31 mar. 2019.

CHECKLEY, W. et al. Effect of water and sanitation on childhood health in a poor Peruvian peri-urban community. **The Lancet**, v. 363, p. 112-118, 2004. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14726164>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

CVJETANOVIC, B. Health effects and impacts of water supply and sanitation. **World Health Statistics Quarterly**, v. 39, n. 1, p. 105-117, 1986. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/45683>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

DANIEL, L. A. Meio ambiente e saúde pública. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. **Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 95-118.

FEHR, R. et al. Towards health impact assessment of drinking-water privatization--the example of waterborne carcinogens in North Rhine-Westphalia (Germany). **Bulletin of the World Health Organization**. Bielefeld, v. 81, n. 6, p. 408-414, 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12894324>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Impactos na saúde e no Sistema Único de Saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental**. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/estudosPesquisas\\_ImpactosSaude.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/estudosPesquisas_ImpactosSaude.pdf)>. Acesso em: 08 fev. 2019.

\_\_\_\_\_. **Manual de Saneamento**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_saneamento\\_3ed\\_rev\\_p1.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf)>. Acesso em: 17 mar. 2019.

HELLER, Léo. **Saneamento e Saúde**. Brasília: OPAS, 1997.

\_\_\_\_\_. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v3n2/7152.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil**. 2018. Disponível em: <[http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/sumario\\_executivo.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/sumario_executivo.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

LUDWIG, K. M. et al. Correlação entre condições de saneamento básico e parasitoses intestinais na população de Assis, Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. Uberaba, v. 32, n. 5, p. 547-555, 1999. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0037-86821999000500013&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0037-86821999000500013&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 19 mar. 2019.

MURJA, L. M. F. **Saúde pública e saneamento: um estudo de caso na cidade de Lins**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-17112009-082239/pt-br.php>>. Acesso em: 06 fev. 2019.

PAZ, M. G. A.; ALMEIDA, M. F.; GÜNTER, W. M. R. Prevalência de diarreia em crianças e condições de saneamento e moradia em áreas periurbanas de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 188-197, 2012. Disponível em: <<https://bdpi.usp.br/bitstream/handle/BDPI/39818/S1415-790X2012000100017.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

SCRIPTORE, J. S. **Impactos do saneamento sobre saúde e educação: uma análise espacial**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12138/tde-02082016-165540/pt-br.php>>. Acesso em: 06 fev. 2019.

SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual das doenças transmitidas por alimentos: Cianobactérias - Algas azuis**. 2006. Disponível em: <<http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/toxinas/cianobac.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2019.

SIQUEIRA, M. S. et al. Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014. **Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 795-806, 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S223796222017000400795&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S223796222017000400795&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 06 fev. 2019.

SNOW, J. **Sobre a maneira de transmissão do cólera**. 2 ed. São Paulo: Hucitec, 1990.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1713-1724, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0102-311x2002000600026&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0102-311x2002000600026&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

UNICEF/WHO. **Diarrhoea: Why children are still dying and what can be done**. 2009. Disponível em: <[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44174/9789241598415\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44174/9789241598415_eng.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

\_\_\_\_\_. **Progress on sanitation and drinking-water.** 2013. Disponível em: <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2013/jmp\\_report/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2013/jmp_report/en/)>. Acesso em: 01 mai. 2019.

\_\_\_\_\_. **Levels and trends in child mortality.** 2015. Disponível em: <[https://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/documents/levels\\_trends\\_child\\_mortality\\_2015/en/](https://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/levels_trends_child_mortality_2015/en/)>. Acesso em: 25 abr 2019.