

**VII-027 - UM ESTUDO SOBRE O INDICADOR DE DOENÇAS
RELACIONADAS AO SANEAMENTO AMBIENTAL INADEQUADO - DRSAI
APLICADO AO CONTEXTO DO SANEAMENTO BÁSICO NAS BACIAS DO
PIRACICABA-CAPIVARI, JUNDIAÍ - PCJ**

Tadeu Fabrício Malheiros ⁽¹⁾

Engenheiro Civil e Ambiental pela Universidade de São Paulo. Professor do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Artur Almeida Malheiros

Estudante de Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP).

Thalita Pereira de Melo

Estudante de Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP).

Maria Cecília Gontijo Ramos

Estudante de Engenharia Civil da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP).

Gabriela Nicoletti de Freitas

Estudante de Engenharia Civil da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP).

Endereço⁽¹⁾: Av. Trabalhador São-Carlense, 400. São Carlos - SP. CEP 13566-590. Brasil. E-mail: tmalheiros@usp.br

RESUMO

A avaliação de políticas de saneamento ambiental e das estratégias de integração envolvendo as diferentes áreas de gestão de uma região pode ser realizada por meio da análise dos impactos gerados pelas modificações do meio ambiente. Uma das formas de se medir a efetividade de uma política de saneamento ambiental é captar o seu impacto por meio de indicadores de saúde ou da ausência dela. A FUNASA propõe um quadro de indicadores para o estudo das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado, considerando aspectos de morbidade, mortalidade, gastos hospitalares, gastos com endemias e comprometimento da rede de atendimento dos serviços de saúde. Este artigo tem como objetivo realizar um estudo de correlação entre o indicador de DRSAI (impacto) e alguns indicadores de cobertura de serviços de saneamento básico (pressão), com estudo de caso para as Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiaí - PCJ. De forma geral os valores máximos e mínimos encontrados mostram que os indicadores de % da população em domicílios com água encanada, % da população em domicílios com coleta de lixo; e IDHM apresentam valores elevados. Os valores máximo e mínimo do indicador DRSAI observados para a bacia do PCJ foram, respectivamente, 257,0 e 29,6. Os valores de correlação encontrados são muito fracos (0 a 0,3 positivo ou negativo indica uma correlação muito fraca). Há casos de correlação negativa e casos de correlação positiva. As correlações que apresentaram valores mais elevados são DRSAI & % da população em domicílios com água encanada (correlação positiva) e DRSAI & IDHM (correlação positiva). Importante destacar, que em ambos os casos era de se esperar correlação negativa. Destaca-se que estas correlações merecem estudo mais aprofundado, principalmente considerando a homogeneidade e os bons indicadores observados na bacia estudo de caso. Muito possivelmente o indicador de DRSAI conseguirá captar melhor os impactos dos serviços de saneamento básico em bacias menos homogêneas, onde, por exemplo, há municípios com baixas coberturas e municípios com coberturas mais elevadas. No caso de bacias mais homogêneas é preciso, então, maiores investigações dos indicadores mais adequados para compor o indicador DRSAI.

PALAVRAS-CHAVE: Saúde pública, Doenças, Saneamento Inadequado, Sustentabilidade.

CONTEXTO E OBJETIVO

A alteração da qualidade ambiental provocada pela ação antrópica, quando realizada em taxas incompatíveis com a capacidade de suporte dos ecossistemas naturais, aumenta o risco de exposição a doenças e atua negativamente no bem-estar da população. Assim, o conjunto de indicadores de saúde ambiental tem como

objetivo traduzir as relações entre ambiente e saúde (CORVALÁN et al., 1996). O desbalanceamento destas relações pode levar ao comprometimento da sustentabilidade de uma determinada região.

O enfoque da ecologia da doença facilita a compreensão do inter-relacionamento dos fatores que são determinantes como propiciatórios das condições necessárias para a ocorrência da doença e do baixo nível de qualidade de vida (FORATTINI, 1992). Estes fatores podem ser agrupados em quatro componentes de determinantes: os determinantes físico-químicos, como por exemplo, a quantidade da água disponível; os determinantes bióticos, como por exemplo, a contaminação por bactérias; os determinantes comportamentais, como por exemplo, a demanda de água potável; e os determinantes sociais, por exemplo, a exposição e níveis de pobreza da população.

Neste contexto, a avaliação de políticas de saneamento ambiental e das estratégias de integração envolvendo as diferentes áreas de gestão de uma região pode ser realizada por meio da análise dos impactos gerados pelas modificações do meio ambiente. Portanto, uma das formas de se medir a efetividade de uma política de saneamento ambiental é captar o seu impacto por meio de indicadores de saúde ou da ausência dela. Devendo-se observar com o devido cuidado a multitude de fatores determinantes nesta relação da qualidade ambiental e agravo à saúde.

O relatório de referência da FUNASA “Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado” (FUNASA, 2010) traz uma discussão aplicada para a seleção das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado - DRSAI, com base na classificação ambiental para doenças infecciosas (CAIRNCROSS & FEACHEM, 1993), adaptando também para considerar os dados disponíveis de forma consistente ao Sistema de Informações em Saúde - SIS e outras bases de dados de referência no Brasil. O Relatório sugere 15 grupos de causas, categorizados em cinco grandes grupos, conforme o modo de transmissão da doença. Ainda neste mesmo Relatório, um quadro de indicadores foi então proposto para o estudo das DRSAI, considerando aspectos de morbidade, mortalidade, gastos hospitalares, gastos com endemias e comprometimento da rede de atendimento dos serviços de saúde.

Assim, a ineficiência dos sistemas de saneamento gera pressão para alteração da qualidade ambiental, que conseqüentemente tem impactos na saúde pública. Este artigo tem como objetivo realizar um estudo de correlação entre o indicador de DRSAI (impacto) e alguns indicadores de cobertura de serviços de saneamento básico (pressão), com estudo de caso para as Bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá - PCJ.

METODOLOGIA

Desta forma, as análises foram realizadas utilizando primeiramente o indicador de internações por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado - DRSAI. Para análise das DRSAI foram apresentados dados em escala nacional e estadual para a região sudeste, para o período de 2000 a 2013, disponíveis no caderno de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do IBGE (IBGE, 2016). Isto favorece ter referência de análise do Brasil e dos Estados, como também sua evolução numa perspectiva temporal. Para a escala intraestadual, para o âmbito das bacias hidrográficas do PCJ (com recorte para os municípios de São Paulo, que representam 95% dos municípios das bacias), foram levantados dados sobre as internações por DRSAI, e utilizada metodologia similar ao IBGE para o cálculo deste indicador de impacto. As DRSAI definidas no estudo foram: Cólera, Febres tifóide e paratifóide, Shigelose, Amebíase, Diarréia e gastroenterite origem infecc presumível, Outras doenças infecciosas intestinais, Micose, Hepatite – Virus A, Leptospirose icterohemorrágica, Outras formas de leptospirose, Leptospirose não especificada, Febre amarela, Dengue [dengue clássico], Febre hemorrágica devida ao vírus da dengue, Malária por Plasmodium falciparum, Malária por Plasmodium vivax, Malária por Plasmodium malariae, Outras formas malária conf exames parasitológicos, Malária não especificada, Leishmaniose visceral, Leishmaniose cutânea, Leishmaniose, Esquistossomose, Conjuntivite e outros transtornos da conjuntiva, Filariose, Ancilostomíase, Outras helmintíases. Os dados das internações foram obtidos junto ao DATASUS – TABNET (MS, 2016). Conforme o Manual de Saneamento da FUNASA (FUNASA, 2015), o conceito de saneamento ambiental é definido como: “o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar níveis de 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“. As ações de saneamento ambiental estão inter-relacionadas, de forma que a implantação parcial de algumas atividades poderá comprometer a eficiência de outras. Por exemplo, a ausência de um sistema de

tratamento de efluentes poderá resultar na contaminação do manancial da cidade e, portanto, inviabilizar ou encarecer o sistema de abastecimento de água e prejudicar a oferta e a qualidade da água bruta. Essa inter-relação entre sistemas, que se destinam à manutenção dos recursos naturais e à saúde pública, está contemplada na Política Nacional de Saneamento Básico.

Para fins deste artigo, simplificou-se, no entanto, a análise do impacto do saneamento ambiental, utilizando indicadores proxy para captar desempenho dos sistemas de: Abastecimento de água potável; Esgotamento sanitário; Limpeza urbana e Manejo de resíduos sólidos. Os indicadores que foram utilizados no estudo de correlação das DRSAI e sistemas de saneamento foram: % da população em domicílios com água encanada (IBGE, 2010); % da população em domicílios com coleta de lixo (IBGE, 2010); ICTEM - Índice de Coleta e Tratamento de Esgotos Municipais da CETESB. Considerando a diversidade de fatores determinantes que levam ao agravo à saúde, também foram incluídos na análise indicadores sociais, o Índice de GINI, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, e a porcentagem de população pobre.

A área de estudo de caso deste artigo são as Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - PCJ. Possui área de drenagem de 14.178 km², com uma população de quase 5 milhões em 2014 (IBGE, 2010). Esta bacia possui reservatórios que fazem parte do Sistema Cantareira, que é o principal sistema que abastece parte significativa da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP. Tem uma diversidade importante de atividades econômicas, tais como a agropecuária e a produção industrial, destacando -se o polo petroquímico de Paulínia; em Americana, Nova Odessa e Santa Bárbara d'Oeste, o parque têxtil; em Campinas e Hortolândia, o polo de alta tecnologia; em Piracicaba, indústrias sucroalcooleiras e do setor metal-mecânico; o parque industrial de Jundiaí; em Limeira, produção de folheado; em Rio Claro, indústrias sucroalcooleiras; em Santa Gertrudes e Cordeirópolis, polo cerâmico nacional". (PCJ, 2016)

No artigo completo serão apresentados com mais detalhes o formato de cálculo das DRSAI para as bacias do estudo de caso, bem como da escolha dos indicadores proxy utilizados.

RESULTADOS E ANÁLISE

Na Figura 1 pode-se observar tendência de redução do número de internações associadas às DRSAI no Brasil, chegando próximo a 200 internações por 100.000 hab em 2013. No entanto, o componente das Doenças de Transmissão por Insetos Vetores, embora inferior ao componente Doenças de Transmissão Feco-Oral, apresenta-se com tendência de aumento. Soma-se a este quadro os recentes aumentos nos casos de Febre Chikungunya e Febre Zika, ambos ainda não captados nas estatísticas na metodologia das DRSAI.

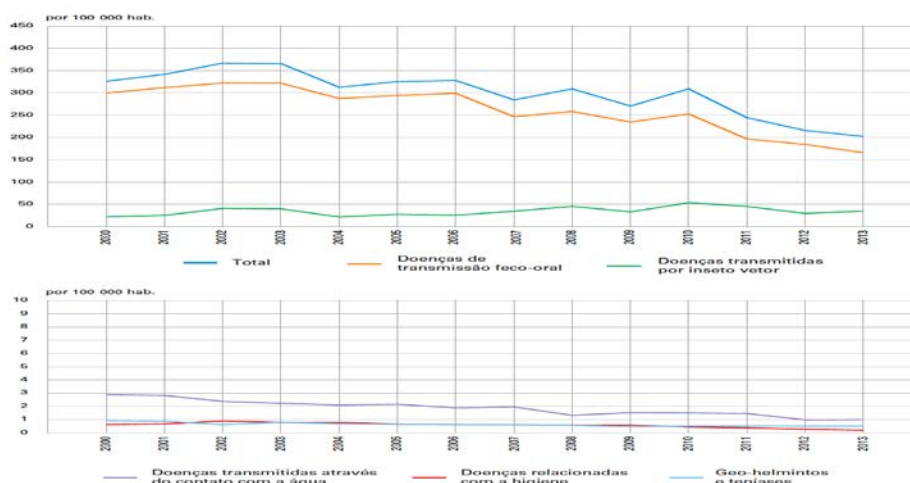


Figura 1. Internações hospitalares por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, por categorias de doenças - Brasil - 2000/2013.

Fonte: IBGE (2016)

Tabela 1. Valores máximos e mínimos observados entre os indicadores estudados.

DRSAI	% da população em domicílios com água encanada (IBGE, 2010)	% da população em domicílios com coleta de lixo (IBGE, 2010)	ICTEM - Índice de Coleta e Tratamento de Esgotos Municipais da CETESB	Índice de GINI	% de população pobre	IDHM
257,0	100,0	100,0	10,0	0,6	7,7	0,85
29,6	79,8	96,3	1,2	0,4	0,7	0,68

Os valores máximos e mínimos encontrados mostram que os indicadores de % da população em domicílios com água encanada, % da população em domicílios com coleta de lixo; e IDHM apresentam valores elevados. Os outros indicadores apresentam maior variação entre os valores máximos e mínimos.

Tabela 2. Índices de Correlações observados entre os indicadores estudados.

Índice de Correlação entre os indicadores analisados					
DRSAI & % da população em domicílios com água encanada (IBGE, 2010)	DRSAI & % da população em domicílios com coleta de lixo (IBGE, 2010)	DRSAI & ICTEM - Índice de Coleta e Tratamento de Esgotos Municipais da CETESB	DRSAI & Índice de GINI	DRSAI & % de população pobre	DRSAI & IDHM
0,23	-0,03	-0,03	0,16	-0,23	0,28

Os valores de correlação encontrados são muito fracos (0 a 0,3 positivo ou negativo indica uma correlação muito fraca). Há casos de correlação negativa e casos de correlação positiva. As correlações que apresentaram valores mais elevados são DRSAI & % da população em domicílios com água encanada (correlação positiva) e DRSAI & IDHM (correlação positiva). Importante destacar, que em ambos os casos era de se esperar correlação negativa.

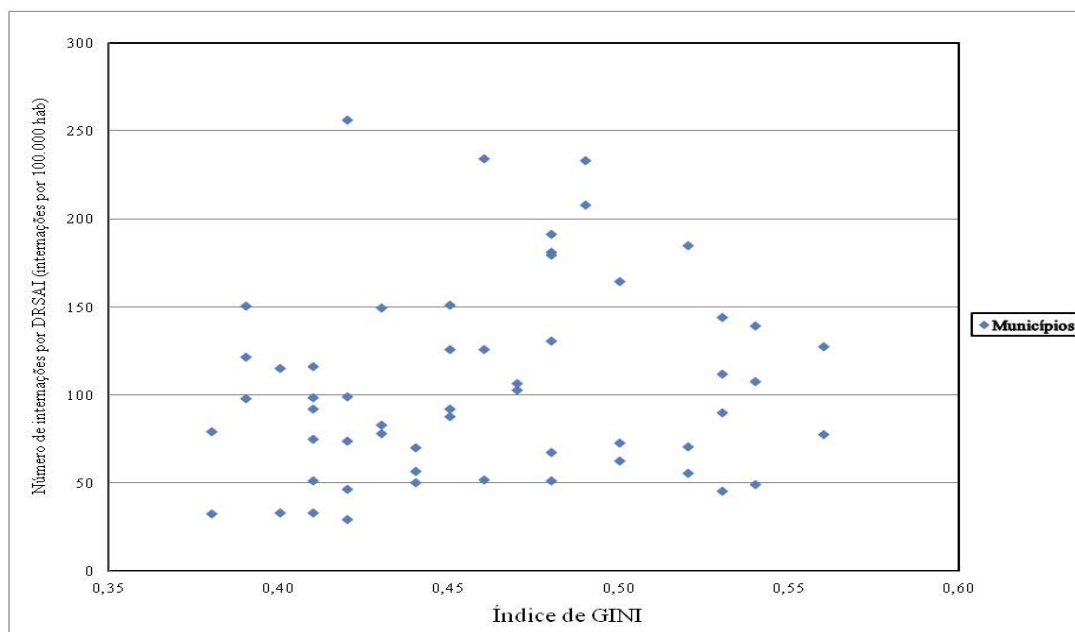


Figura 2. Gráfico de correlação para os indicadores DRSAI e GINI

CONCLUSÕES

O estudo dos impactos em saúde associados à qualidade ambiental é uma importante ferramenta de apoio para avaliação de desempenho da política de saneamento ambiental, neste caso para a escala de uma bacia hidrográfica. Portanto, subsídio chave para monitoramento do instrumento Plano de Bacia, como também para o estudo de priorização nos investimentos de obras e programas de capacitação no âmbito da bacia.

Os valores de correlação encontrados para os indicadores estudados apresentaram valores de correlação muito fraca.

Assim, cabem algumas reflexões sobre estes resultados:

- Os municípios das bacias PCJ apresentam um quadro de infraestrutura de saneamento bastante razoável, com taxas de cobertura de abastecimento de água e coleta de lixo bastante elevadas. Apresentam também índice de desenvolvimento elevado.
- Embora alguns indicadores analisados tenham apresentado grande variação entre os máximos e mínimos, observou-se que somente uma pequena parte do conjunto foge do padrão, ou seja, de forma geral, a maioria deles apresentam indicadores com níveis adequados.
- O fato dos coeficientes de correlação calculados terem sido muito fracos, reforça a teoria da multicausalidade (conjunto de fatores determinantes) na relação qualidade ambiental e saúde pública. Ou seja, sozinhos ou isolados, os indicadores de saneamento básico utilizados não apresentam coeficiente de correlação com robustez para medir os impactos associados.
- O fato de ter sido observado uma certa homogeneidade (no que tange às coberturas de saneamento, e mesmo dos níveis de desenvolvimento humano) entre os municípios, também é um fator que contribui para que os indicadores de saneamento básico utilizados de forma isolada não apresentem coeficiente de correlação com robustez para medir os impactos associados.
- Embora os coeficientes de correção apresentaram-se muito fracos, observou indicações de correlações invertidas. Ou seja, para os indicadores de % da população em domicílios com água encanada (correlação positiva) e IDHM era de se esperar correlação negativa quando analisados com as DRSAI.
Desta forma, o artigo conclui alguns pontos importantes, que merecem estudos mais aprofundados posteriormente:
- As bacias e municípios com diferentes níveis de desenvolvimento e infraestrutura de saneamento devem ser analisadas de forma diferenciada. Ou seja, muito possivelmente o indicador de DRSAI consegue captar melhor os impactos dos serviços de saneamento básico quando há maiores diferenças, municípios com baixas coberturas e municípios com coberturas mais elevadas.
- Para bacias hidrográficas, onde os municípios em sua maioria já apresentam níveis de saneamento elevados, é preciso utilizar um conjunto maior de indicadores para fazer a correlação com as DRSAI.
- Para o caso de ter-se observado relações de correlação invertidas, é preciso melhor investigação dos fatores que podem ter levado a este quadro. Era de se esperar que os municípios com maior IDHM apresentariam menor DRSAI. Mais uma vez, fica clara a necessidade de se utilizar outros indicadores que capturem melhor as peculiaridades dos determinantes propiciatórios das condições necessárias para a ocorrência da doença e do baixo nível de qualidade de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAIRNCROSS, S; FEACHEM, R. **Environmental Health Engineering in the Tropics: an introductory text**. Chichester (Inglaterra): Wiley; 1993.
2. CORVALÁN, C.; BRIGGS, D.; KJELLSTROM, T. Development of environmental health indicators. In: BRIGGS, D.; CORVALAN, C.; NURMINEN, M.. **Linkage methods for environment and health analysis. General guidelines**. Genebra: UNEP, USEPA, WHO, 1996.
3. FORATTINI, P. **Ecologia, epidemiologia e sociedade**. São Paulo: Artes Médicas, EDUSP; 1992.
4. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado**. Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010.
5. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Manual de saneamento**. Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2015

6. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do Censo de 2010**. Disponível em [<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>]. Acesso em 15/09/2016.
7. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil Edição 2016 - Online**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
8. MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. DATASUS - Departamento de Informática do SUS. Acesso a **Informações via TABNET 2016**. Disponível em [<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>]. Acesso em 15/09/2016.
9. PCJ – Agência das Bacias Piracicaba, Capivari, Jundiá. **Informações das bacias**. Disponível em [<http://www.agenciapcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/localizacao>]. Acesso em 15/09/2016.