

## VII-031 - PROPOSTA DE MODELO MULTI-VARIÁVEIS BASEADO NO PENSAMENTO SISTÊMICO PARA O CICLO DE TRANSMISSÃO DAS DOENÇAS GIARDIOSE E CRIPTOSPORIDIOSE

**Paulo Marcos Faria Maciel<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Ciências (Hidráulica e Saneamento) pela Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC/USP). Doutorando em Engenharia Hidráulica e Saneamento na EESC/USP.

**Lyda Patricia Sabogal Paz**

Professora do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC/USP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Trabalhador São-carlense, 400. Parque Arnold Schmidt. São Carlos/SP. CEP: 13566-590. Brasil. Tel: +55 (16) 33739548 - e-mail: pmfmaciel@sc.usp.br ou lysaboga@sc.usp.br

### RESUMO

*Giardia* e *Cryptosporidium* são protozoários responsáveis pela ocorrência da maioria dos surtos mundiais de protozoonoses. A rota hídrica tem importância substancial na veiculação de giardiose e criptosporiose e o entendimento das formas de transmissão, principalmente por essa rota, é fundamental nos processos de prevenção e tomada de decisões políticas. Neste contexto, o objetivo deste artigo é propor um modelo, baseado no pensamento sistêmico, que relacione as variáveis envolvidas no ciclo de transmissão das doenças giardiose e criptosporidiose, evidenciando as variáveis-chave do problema e possibilidades de ação para diminuição dessas ocorrências.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cryptosporidium*, *Giardia*, pensamento sistêmico, tratamento de água.

### INTRODUÇÃO

O problema de ocorrência de doenças de veiculação hídrica pode ser analisado por meio de ciclos que envolvam componentes específicos do agente biológico. Para a compreensão do tema, o estudo deve ser multidisciplinar e considerar as variáveis envolvidas e os fatores que influenciam essas variáveis. Assim, buscou-se, neste estudo, a construção de um modelo, baseado no conceito do pensamento sistêmico, que resumisse a transmissão da giardiose e criptosporidiose por meio de variáveis básicas.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Os passos para a construção do modelo, baseado no pensamento sistêmico, foram:

1. Definição do problema: infecção de pessoas (ocorrência de giardiose e criptosporidiose);
2. Definição de variáveis que influenciam diretamente o problema principal: ingestão de água gerada após tratamento deficiente, consumo de alimentos contaminados e contato pessoa a pessoa;
3. Definição dos efeitos ou possibilidades de influência do problema principal;
4. Montagem da retroalimentação com múltiplas variáveis de influência; e
5. Introdução de componentes externos à retroalimentação que possam influenciar as variáveis do ciclo.

### RESULTADOS

A Figura 1 apresenta um esquema simplificado da problemática da transmissão da giardiose e criptosporidiose sob a abordagem do pensamento sistêmico. Esta é uma ferramenta que permite uma visão global e não linear do sistema e pode auxiliar a tomada de decisão.

O ciclo é formado por variáveis de influência. Uma maneira de analisar possibilidades de ação é o isolamento de uma variável do sistema com a observação de componentes que a modificam diretamente. No caso do tema estudado, a variável “contaminação de mananciais” se apresenta como forte determinante do problema pelo grande número de interações com outros componentes.

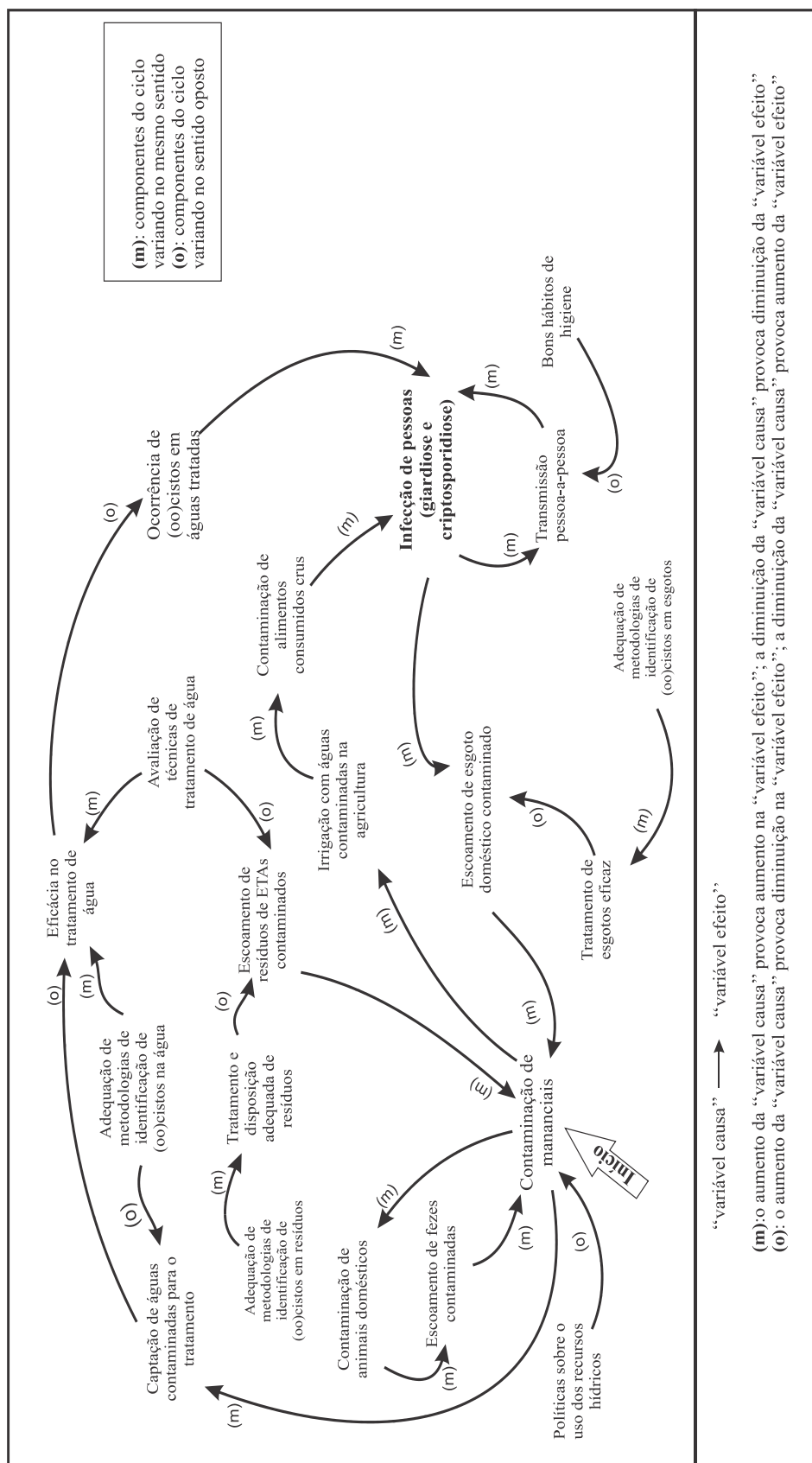


Figura 1: Transmissão das doenças giardíase e criptosporidíase analisada pela abordagem do pensamento sistêmico

Nota-se que existem duas possibilidades de relação entre variáveis na abordagem do pensamento sistêmico. Na primeira, de mesmo sentido (“m”), o aumento de uma variável provoca aumento de outra variável diretamente relacionada; ainda, a diminuição de uma variável provoca a diminuição de outra variável. Na outra relação possível, a de sentido oposto (“o”), a diminuição de uma variável provoca aumento de outra variável, diretamente relacionada, e, ainda, o aumento de uma variável provoca diminuição de outra variável. Para esta segunda relação tem-se, como exemplo, o aumento do tratamento eficaz de esgotos permite diminuir o escoamento deles aos mananciais.

O pensamento sistêmico é facilmente aplicável à base de conhecimentos existentes de avaliação e é capaz de transformar resultados de qualquer empreendimento (CABRERA, COLOSI e LOBDELL, 2008). Além disso, pode ser utilizado na maioria das áreas de estudo por sua generalidade (MINGERS e WHITE, 2010).

Para a montagem do diagrama apresentado na Figura 1, consideraram-se as variáveis mais importantes, já evidenciadas na literatura, tais como: i) transmissão pessoa a pessoa pela rota fecal-oral (FRANCO e CORDEIRO, 1996; GONÇALVES, 2006); ii) ocorrência de cistos e oocistos em águas tratadas (MACKENZIE et al., 1994; WIDERSTROM et al., 2014); iii) contaminação de alimentos consumidos crus (PEREIRA, 2010); iv) contaminação de mananciais destinados ao abastecimento (RAZZOLINI, SANTOS e BASTOS, 2010); e v) adequação de metodologias para identificação de protozoários em diferentes matrizes (BONATTI, FRANCO e CANTUSIO NETO 2007; FRANCO et al. 2012; SANTOS et al. 2011), entre outras.

A variável-chave do ciclo é a “contaminação de mananciais”. O diagrama evidencia as ações que geram essa contaminação e as possibilidades de interferência para sua diminuição.

## CONCLUSÕES

A proposta de um modelo multi-variáveis de transmissão da giardiose e criptosporidiose foi capaz de identificar múltiplas possibilidades de ação. O componente “contaminação de mananciais” mostrou-se a variável-chave no sistema.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelo projeto temático (Processo nº 2012/50522-0) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CPNq pela bolsa concedida no mestrado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BONATTI, T. R.; FRANCO, R. M. B.; CANTUSIO NETO, R. Comparison of two methodologies for detection of *Giardia* spp. cysts and *Cryptosporidium* spp. oocysts in activated sludge samples from a sewage treatment plant in the city of Campinas, Sao Paulo State, Brazil. *Journal of Water and Health*, v. 5, n. 4, p. 609-614, Dec 2007. ISSN 1477-8920.
2. CABRERA, D.; COLOSI, L.; LOBDELL, C. Systems thinking. *Evaluation and Program Planning*, v. 31, n. 3, p. 299-310, Aug 2008. ISSN 0149-7189; 1873-7870.
3. FRANCO, R. M. B., CORDEIRO, N. da S. Giardiose e criptosporidiose em creches no município de Campinas, SP. *Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 1996;29:585-591
4. FRANCO, R. M. B. et al. Avaliação da performance de metodologias de detecção de *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp. em água destinada ao consumo humano, para o atendimento às demandas da Vigilância em Saúde Ambiental no Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, 21(2):233-242, abr-jun 2012
5. GONÇALVES, E. M. N. et al. Multilocus genotyping of *Cryptosporidium* hominis associated with diarrhea outbreak in a daycare unit in São Paulo. *Clinics* [online] 2006;61:119-126.
6. MACKENZIE, W. R. et al. A massive outbreak in milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water-supply. *New England Journal of Medicine*, v. 331, n. 3, p. 161-167, Jul 1994. ISSN 0028-4793.
7. MINGERS, J.; WHITE, L. A review of the recent contribution of systems thinking to operational research and management science. *European Journal of Operational Research*, v. 207, n. 3, p. 1147-1161, Dec 16 2010. ISSN 0377-2217.

8. PEREIRA, J. A. Avaliação da contaminação da alface (*Lactuca sativa*) variedade crespa por bactérias e enteroparasitas. Dissertação (mestrado) – Centro de tecnologia da Universidade Federal do Paraíba. 2010.
9. RAZZOLINI, M. T. P.; SANTOS, T. F.; BASTOS, V. K. Detection of *Giardia* and *Cryptosporidium* cysts/oocysts in watersheds and drinking water sources in Brazil urban areas. *Journal of Water and Health*, v. 8, n. 2, p. 399-404, 2010. ISSN 1477-8920.
10. SANTOS, L. U.; CANTUSIO NETO, R.; FRANCO, R. M.; GUIMARÃES, J. R. Detecção de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e cistos de *Giardia* spp. em amostras de esgoto bruto ou tratado: avaliação crítica dos métodos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. V. 16, n. 2, p. 115-120, abr/jun 2011.
11. WIDERSTROM, M. et al. Large Outbreak of *Cryptosporidium hominis* Infection Transmitted through the Public Water Supply, Sweden. *Emerging Infectious Diseases*, v. 20, n. 4, p. 581-589, Apr 2014. ISSN 1080-6040; 1080-6059.