



Marcos Santos/USP Imagens

# **Crise hídrica, saúde e parâmetros de qualidade microbiológica da água no Brasil**

*Fernando Rosado Spilki*



## resumo

Vírus e outros microrganismos são responsáveis por doenças de veiculação hídrica, tais como gastroenterites e hepatites. Os marcadores de contaminação microbiológica correntemente adotados (coliformes fecais) já demonstram a gravidade da situação de contaminação das águas brasileiras por dejetos. Todavia, uma série de evidências demonstra que parâmetros complementares deveriam ser adotados para o monitoramento da qualidade microbiológica da água. Os níveis de coleta e tratamento de esgoto no Brasil são alarmantes, sendo essa uma fonte importante da contaminação de nossas águas. Adicione-se a isso um monitoramento parcial dos contaminantes microbiológicos e temos a atual situação de endemicidade de várias das enfermidades de veiculação pela água. Tal situação de vulnerabilidade tende a se agravar ainda mais em situações de crise de disponibilidade de água.

**Palavras-chave:** qualidade da água; microrganismos; doenças de veiculação hídrica.

## abstract

*Viruses and other microorganisms are responsible for waterborne diseases such as gastroenteritis and hepatitis. The microbial contamination markers currently adopted (fecal coliforms) already show how seriously Brazilian waters are contaminated by fecal matters. However, some evidences suggest that additional parameters should be adopted for monitoring the microbiological quality of water. The extent of waste collection and treatment activities in Brazil is alarming; and waste is a major source of contamination of our waters. Also, microbial contamination agents are only partially monitored, and all of these factors lead to the current situation in which we are faced with various endemic waterborne diseases. Such vulnerable situation is likely to aggravate more when water is scarce.*

**Keywords:** water quality; microorganisms; waterborne diseases.



## FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO, ESCASSEZ HÍDRICA E SAÚDE

**A** falta de saneamento básico tem íntima relação com a transmissão e importância relativa das doenças de veiculação hídrica em diferentes países. A comparação de dados referentes a surtos, morbidade e mortalidade de gastroenterites (doenças caracterizadas por diarreia e vômito) em qualquer levantamento mundial de casos notificados não deixa dúvidas: o impacto dessas enfermidades em países onde os sistemas de saneamento são deficitários é muito maior do que naqueles onde as condições de tratamento de esgoto estão em níveis satisfatórios. Bactérias, vírus e protozoários estão arrolados como as principais causas de gastroenterites (Hassine-Zafrane & Aouni, 2012). Além dessas, outras doenças de veiculação hídrica relevante são as hepatites virais A e E (Okoh, Sibanda & Gusha, 2010).

No caso específico do Brasil, ficamos lamentavelmente no extremo menos favorecido desse espectro de saneamento ambiental. A despeito de um ciclo de crescimento econômico razoável na última década, pouco se avançou na questão da coleta (ainda inferior a 50% no âmbito nacional) e do tratamento de esgoto doméstico (ainda em números na faixa de 30% no cômputo geral e ao redor de 40% para as zonas metropolitanas), perpetuando o atraso de décadas do direcionamento do investimento, voltado apenas à distribuição de água, iniciado no regime militar. Com a honrosa

exceção dos estados da Região Sudeste, que já tratam quase 50% de seus esgotos, ainda vivenciamos números pífios de tratamentos nas outras regiões brasileiras – na Região Norte (com o menor índice, ao redor de 15%), grande parte da Região Nordeste e, entre outros estados, o triste caso do Rio Grande do Sul, com números inferiores a 10%, em uma situação semelhante à dos países mais pobres do mundo. Nesse contexto, há um sistema extremamente frágil de saneamento em qualquer das situações, tendo em vista que dificilmente se nota um impacto real do tratamento de esgoto em variáveis de saúde em taxas de saneamento abaixo de 80%. Em uma situação de saneamento tão aquém do necessário, tem-se um sistema frágil, que pode ser mais suscetível a possíveis efeitos de variações do regime hídrico. De fato e não raro, encontram-se de forma frequente em águas brasileiras níveis relativamente altos de vírus entéricos, certamente em virtude desse conjunto de fatos (Fumian, Vieira, Leite & Miagostovich, 2013; Vecchia et al., 2012; Vieira et al., 2012).

Em meio ao cenário da crise hídrica que assola o estado de São Paulo, diversos veículos de comunicação relataram um incremento expressivo dos casos de diarreia aguda na capital e em mais sete cidades do interior. Os dados divulgados pela Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar relatando o fato ocorrido no segundo semestre

---

**FERNANDO ROSADO SPILKI** é professor da Universidade Feevale, em Novo Hamburgo (RS).

de 2014 tiveram ampla divulgação, iniciada pelo periódico argentino *El País*, e depois tomaram as páginas de jornais brasileiros. O relato expõe uma questão importante e por vezes negligenciada nos sistemas de gestão dos recursos hídricos no Brasil: pode haver sob determinadas condições uma relação entre escassez ou abundância de água e alteração da qualidade microbiológica. Em um dado momento uma estiagem severa pode levar à necessidade de captar água em um manancial que possui contaminação por bactérias, vírus ou protozoários em uma taxa que seja uma ameaça à saúde. De outro lado, chuvas torrenciais e enchentes podem fazer com que a água atinja e mesmo leve a transbordamento de fossas sépticas e outros locais de armazenamento e tratamento de dejetos (Jiang, Chu & He, 2007). Essa dinâmica, já bem reportada em inúmeros textos científicos, por vezes é negligenciada em virtude da máxima clássica de que “a diluição é a solução”. Essa visão, na qual o manejo dos recursos hídricos se resume a um problema de regulação de vazões, represamento, canalização ou redirecionamento de rios, tem uma base teórica que nem mesmo os engenheiros civis contemporâneos tomam como correta. Ironicamente, a simples busca de cursos d’água mais caudalosos para descarte direto de dejetos levou a uma situação dantesca em nossos rios: usualmente esses são os mesmos locais utilizados para captação de água para consumo, especialmente nos grandes centros urbanos. A essa altura, muitos poderão afirmar que mesmo assim, ainda que evidenciada uma situação de contaminação microbiológica induzida pelo uso humano nesses ambientes, há regulação, monitoramento e tecnologias de tratamento suficientes para reparar esse problema através do tratamento da água para “potabilização”. E aí, justamente na questão do monitoramento, reside uma das maiores limitações de nossos sistemas, que discutiremos a seguir.

## **PADRÕES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA: INADEQUAÇÕES E LIMITAÇÕES**

Para alcançar a potabilidade da água para consumo humano, é necessário que a água seja

tratada, com a finalidade de remover ou inativar substâncias químicas e organismos patogênicos que representam riscos à saúde humana. No mês de dezembro de 2011, o Ministério da Saúde brasileiro atualizou a legislação que trata dos padrões de potabilidade de água para consumo humano. Essa nova versão da norma brasileira, sétima desde o ano de 1977, identificada como Portaria MS nº 2.914/2011, apresenta poucas mudanças quando comparada à portaria anterior, MS 518/2004. Nessas regulamentações, têm-se os coliformes fecais como indicadores da qualidade microbiológica da água para consumo humano, aceitando serem adequados para a presença de outros agentes, tais como outras bactérias, vírus e protozoários. E aí reside grande parte da limitação de nossos sistemas de monitoramento. Os coliformes têm se mostrado marcadores insuficientes e limitados, pois podem não atestar a contaminação por outros patógenos, especialmente vírus, no ambiente.

Os vírus entéricos são microrganismos presentes no trato gastrointestinal humano capazes de causar infecções ou enfermidades em indivíduos suscetíveis após serem transmitidos por via fecal-oral. Essas doenças são denominadas doenças de veiculação hídrica, uma vez que as pessoas contaminadas são capazes de excretar tais patógenos em suas fezes, que, por sua vez, podem atingir corpos d’água sem tratamento prévio (Hassine-Zaafrane & Aouni, 2012). Tais vírus se mantêm viáveis por longos períodos no meio ambiente. Dentre outros sintomas, os vírus entéricos estão associados a quadros de vômito e diarreia, denominados genericamente gastroenterites virais, em pacientes de várias faixas etárias. Os efeitos são usualmente mais graves em crianças em idade pré-escolar, idosos e imunossuprimidos, sendo que adultos podem excretá-los em grande quantidade sem sinais clínicos aparentes (Bosch, Abad & Pint, 2005).

Os mananciais de captação de água são frequentemente contaminados por vírus entéricos humanos através da descarga de esgotos domésticos não tratados ou mesmo tratados, já que os sistemas de tratamento convencional têm efeito limitado sobre esses agentes. Em regiões que não possuem saneamento básico ou com sistema precário, pode ocorrer contágio com esses vírus facilmente. Além disso, a legislação vigente exige apenas análises bacteriológicas das águas para consumo, como

as do grupo coliforme, não contemplando vírus, reconhecidamente agentes causadores de doenças, como gastroenterites, hepatites e conjuntivites (Vieira et al., 2012).

## VÍRUS ENTÉRICOS NA ÁGUA

Vírus entéricos são todos os grupos de vírus que estão presentes no trato gastrointestinal e que, após transmissão por via fecal-oral, podem causar infecções assintomáticas ou enfermidades em indivíduos suscetíveis. No que tange às enfermidades infecciosas, os vírus são os principais causadores de surtos relacionados à contaminação de água e alimentos mesmo nos países desenvolvidos (Mattison & Bidawid, 2009). Ainda que nesses locais a melhora dos tratamentos e depuração das águas residuais tenha reduzido a transmissão de grande parte dos patógenos bacterianos, existem várias rotas de exposição e contaminação por vírus entéricos, que podem ser adquiridos principalmente após o consumo de água ou de alimentos contaminados, incluindo os bivalves de ambientes marinhos contaminados, além de frutas e verduras irrigadas com água de baixa qualidade (Wei, Jin, Sims & Kniel, 2011).

Os vírus são capazes de permanecer viáveis por muito tempo na água, até mesmo em águas subterrâneas, resistindo em condições ambientais desfavoráveis, tais como extremos de pH, tempe-

raturas elevadas e salinidade alta. Existem mais de 100 tipos diferentes de vírus encontrados nos dejetos humanos, e todos são potencialmente transmitidos pela água. Os tipos e as concentrações dos vírus detectados no esgoto ou em locais contaminados por lançamentos de esgoto sem tratamento demonstram o fluxo dos vírus na população e refletem as infecções virais mais prevalentes na comunidade e o nível de poluição da água. Sabe-se que vírus entéricos como poliovírus, rotavírus, calicivírus, alguns adenovírus e vírus da hepatite A, presentes no trato gastrointestinal de indivíduos infectados, são eliminados através das fezes em grandes quantidades (até  $10^{11}$ /g de fezes) e são capazes de contaminar direta ou indiretamente águas destinadas ao consumo humano (Kishida et al., 2014). A contaminação dos mananciais hídricos pode ocorrer em função da falta de rede de esgoto, da manutenção inadequada da rede e reservatórios e aterros sanitários, que consequentemente podem contaminar lençóis freáticos.

## REGIME HÍDRICO E DOENÇAS TRANSMITIDAS PELA ÁGUA

Há indícios crescentes de que eventos climáticos, em especial extremos de secas e pluviosidade, são muitas vezes fatores desencadeantes de surtos de doenças transmitidas pela água.

Marcos Santos/USP Imagens



Recentes estudos relacionando dados de precipitação pluviométrica e das doenças veiculadas pela água nos Estados Unidos revelaram que mais da metade dos surtos de doenças transmitidas pela água durante o último meio século foi conseguinte a um período de chuvas extremas (Hofstra, 2011; Jiang et al., 2007).

A transmissão de agentes de doenças infecciosas é influenciada por muitos fatores, incluindo as condições sociais, econômicas, ecológicas e climáticas (Hofstra, 2011). Os riscos de doenças veiculadas pela água poderiam ser aumentados por excesso de precipitação, enchentes, altas temperaturas, estiagens e secas. Estudos demonstram que as mudanças climáticas afetarão os padrões de muitas das doenças infecciosas que são conhecidas por serem sensíveis às condições do clima, particularmente as infecções transmitidas por águas contaminadas, insetos e alimentos contaminados (Greer, Ng & Fisman, 2008).

## **LIMITAÇÕES PARA O MONITORAMENTO DE PATÓGENOS EMERGENTES NA ÁGUA E POSSÍVEIS SOLUÇÕES**

Grande parte da negligência dos serviços oficiais em adotar metodologias para o monitoramento de vírus e outros patógenos emergentes em água destinada ao consumo e efluentes de esgotos se baseia nos seguintes argumentos: elevado custo das análises, dificuldade intrínseca das metodologias, falta de parametrização e confiabilidade dos resultados considerando a dificuldade em estabelecer se os vírus detectados estariam de fato viáveis nas amostras (Girones et al., 2010). O custo de uma análise viral de fato é mais alto que aquele esperado para uma análise por coliformes, assim como usualmente são utilizadas técnicas que exigem um grau mais elevado de treinamento. Todavia, há que

ressaltar que houve uma real redução no preço de equipamentos e insumos necessários e que o custo é mais baixo que aquele de muitos parâmetros químicos incluídos na legislação, assim como a própria complexidade dos protocolos é por vezes inferior à de vários desses parâmetros (Vecchia et al., 2012). Acerca da questão de integridade e viabilidade dos vírus encontrados, há diversas técnicas baseadas em cultivo celular, métodos moleculares e mesclas desses que permitem atestar e quantificar a viabilidade dos agentes virais encontrados (Reynolds, 2004). Da mesma forma, sabe-se que grande parte dos coliformes presentes em água por vezes não é detectada pelos métodos convencionais (Lipp, Futch & Griffin, 2007).

Assim, como propostas gerais para melhorar as condições de monitoramento de qualidade microbiológica da água sugere-se fortemente: a) desenvolvimento de metodologias avançadas de monitoramento e caracterização de agentes virais e outros microrganismos na água, com enfoque na redução de custos, o que possibilitaria sua adoção por órgãos públicos; b) fomento à formação de grupos de pesquisa e redes colaborativas para pesquisa e desenvolvimento na área de análise virológica da água; c) projetos de caráter multidisciplinar, que incluam ferramentas computacionais para análise longitudinal de dados secundários dos sistemas de saúde, que permitam avaliar ao longo do tempo o impacto das mudanças climáticas sobre a incidência de doenças transmitidas pela água ou ainda o cruzamento de dados de sensoriamento remoto com a incidência de tais enfermidades; d) proposição de novas metodologias de saneamento, para tratamento de água e esgoto, dotadas de maior eficácia para a remoção de vírus e outros microrganismos; e) formação de recursos humanos capacitados à realização de tais atividades e proposição de soluções para tais problemas com viabilidade técnica, econômica, social e dotadas de sustentabilidade ambiental frente às mudanças que estão por vir neste século.

## BIBLIOGRAFIA

- BOSCH, A.; ABAD, F. X.; PINT, R. M. "Human Pathogenic Viruses in the Marine Environment", in Shimshon Belkin & Rita R. Colwell (eds.). *Oceans and Health: Pathogens in the Marine Environment*. New York, Springer, 2005, pp. 109-32.
- FUMIAN, T. M.; VIEIRA, C. B.; LEITE, J. P. G.; MIAGOSTOVICH, M. P. "Assessment of Burden of Virus Agents in an Urban Sewage Treatment Plant in Rio de Janeiro, Brazil", in *Journal of Water and Health*, 11(1), 2013, pp. 110-9. Disponível em: <http://doi.org/10.2166/wh.2012.123>.
- GIRONES, R. et al. "Molecular Detection of Pathogens in Water – The Pros and Cons of Molecular Techniques", in *Water Research*, 44(15), 2010, pp. 4.325-39. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.watres.2010.06.030>.
- GREER, A.; NG, V.; FISMAN, D. "Climate Change and Infectious Diseases in North America: The Road Ahead", in *Canadian Medical Association Journal*, 178(6), 2008, pp. 715-22. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.cgh.2012.05.002>.
- HASSINE-ZAAFRANE, M.; AOUNI, M. "Viral Gastroenteritis: Etiologic Agents, Epidemiology and Management", in Amrit Bandopadhyay & Lokesh Prajapati (eds.). *Gastroenteritis: Epidemiology, Management and Prevention*, 2012, pp. 21-36. Laboratory of Infectious Diseases and Biological Agents, Faculty of Pharmacy, University of Monastir, Monastir, Tunisia: Nova Science Publishers, Inc. Disponível em: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84892359940&partnerID=40&md5=15edb63933a44b5dd4ecc8bb19f6f178>.
- HOFSTRA, N. "Quantifying the Impact of Climate Change on Enteric Waterborne Pathogen Concentrations in Surface Water", in *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(6), December 2011, pp. 471-9. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.10.006>.
- JIANG, S. C.; CHU, W.; HE, J. W. "Seasonal Detection of Human Viruses and Coliphage in Newport Bay, California", in *Applied and Environmental Microbiology*, 73(20), 2007, pp. 6.468-74. Disponível em: <http://doi.org/10.1128/AEM.01370-07>.
- KISHIDA, N. et al. "Quantitative Detection of Human Enteric Adenoviruses in River Water by Microfluidic Digital Polymerase Chain Reaction", in *Water Science and Technology: a Journal of the International Association on Water Pollution Research*, 70(3), 2014, pp. 555-60. Disponível em: <http://doi.org/10.2166/wst.2014.262>.
- LIPP, E. K.; FUTCH, J. C.; GRIFFIN, D. W. "Analysis of Multiple Enteric Viral Targets as Sewage Markers in Coral Reefs", in *Marine Pollution Bulletin* 54(2), 2007, pp. 1.897-902. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.08.001>.
- MATTISON, K.; BIDAWID, S. "Analytical Methods for Food and Environmental Viruses", in *Food and Environmental Virology*, 1(3-4), 2009, pp. 107-22. <http://doi.org/10.1007/s12560-009-9017-6>.
- OKOH, A. I.; SIBANDA, T.; GUSHA, S. S. "Inadequately Treated Wastewater as a Source of Human Enteric Viruses in the Environment", in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(6), 2010, pp. 2.620-37. Disponível em: <http://doi.org/10.3390/ijerph7062620>.
- REYNOLDS, K. A. "Integrated Cell Culture/PCR for Detection of Enteric Viruses in Environmental Samples", in *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 268, 2004, pp. 69-78. Disponível em: <http://doi.org/10.1385/1-59259-766-1:069>.
- VECCHIA, A. D. et al. "First Description of Adenovirus, Enterovirus, Rotavirus and Torque Teno Virus in Water Samples Collected from the Arroio Dilúvio, Porto Alegre, Brazil", in

*Brazilian Journal of Biology*, 72(2), 2012, pp. 323-9. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/S1519-69842012000200013>.

VIEIRA, C. B. et al. P. "Detection of Enteric Viruses in Recreational Waters of an Urban Lagoon in the City of Rio de Janeiro, Brazil", in *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 107(6), 2012, pp. 778-84. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/S0074-02762012000600012>.

WEI, J.; JIN, Y.; SIMS, T.; KNIEL, K. E. "Internalization of Murine Norovirus 1 by *Lactuca Sativa* During Irrigation", in *Applied and Environmental Microbiology*, 77(7), 2011, pp. 2.508-12. Disponível em: <http://doi.org/10.1128/AEM.02701-10>.