

**Microrganismos também existem nas águas: por que precisamos conhecê-los?** OTSUKA, A. A.<sup>1</sup>; ATTILI-ANGELIS, D.<sup>2</sup>; MORALES, M.A.M.<sup>3</sup>; ANGELIS, D.F.<sup>4</sup>

## **1. Introdução**

Ainda que pequena, uma gota de água pode conter inúmeras substâncias orgânicas, inorgânicas, vírus e milhões de microrganismos, dentre eles protozoários, fungos e bactérias. Esta ativa “vida aquática” pode conferir benefícios e/ou riscos de patogenicidade à população. Frente a isso, os gestores de recursos hídricos precisam estar sempre atentos, para que possam comunicar aos setores de saúde sobre os problemas que uma água microbiologicamente poluída pode causar na população por ela abastecida.

Existem muitos riscos à saúde que variam de acordo com a classificação dos microrganismos. Os riscos mais frequentes são induzidos pelas bactérias, seguidas dos vírus, protozoários e fungos. Os organismos mais perigosos são aqueles que podem causar doenças ao homem e animais, além de apresentar facilidades de disseminação para a comunidade, na ausência de profilaxia ou tratamentos efetivos.

O grande problema das doenças de veiculação hídrica é decorrente da aglomeração populacional que não trata, ou trata inadequadamente seus esgotos, permitindo assim que os microrganismos nocivos se dispersem rapidamente pelos corpos hídricos. Tal dispersão pode também atingir populações distantes, principalmente se as águas forem portadoras de cargas orgânicas específicas, que possam favorecer o crescimento

---

1 Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil (2015). Assistente técnico em pesquisa BASF S.A.

2 Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil (1994). Pesquisador e Curador da Coleção Brasileira de Micro-organismos de Ambiente e Indústria – CBMAI/ DRM - Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

3 Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil (1992). Professor titular de Pós-graduação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil.

4 Doutorado em Ciências pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, Brasil (1971). Professor Adjunto da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil.

microbiano. Outro agravante é que a falta de preparo e desinformação da população sobre tais riscos, faz com que não haja exigência dos munícipes para com o poder público, para que sejam implementados princípios básicos de saneamento e higiene.

Tratando-se de saúde e sistema de abastecimento, faz-se necessário conhecer a composição microbiológica da água a ser disponibilizada. Qualquer alteração neste quesito deve servir como alerta sobre os riscos expostos à população, se água de qualidade inadequada for distribuída. Neste contexto, é fundamental que estudos relacionados com o isolamento e a identificação dos microrganismos presentes nos corpos d'água sejam conduzidos. Estudos de microbiologia da água são liderados por grupos de pesquisa interessados em conhecer a biodiversidade dos ambientes aquáticos e o monitoramento da saúde, de grande carência no Brasil.

Este artigo objetiva fazer com que a informação sobre a microbiologia da água constitua um suporte técnico-científico para encorajar o cidadão e os gestores hídricos a demonstrarem comprometimento com a qualidade da água, e uma mudança positiva de comportamento frente aos cuidados com a sua própria saúde e o meio ambiente.

## **2. Importância social dos microrganismos e dos ensaios para monitorar a qualidade microbiológica da água**

Microrganismos constituem seres extremamente diversificados. Graças ao seu eficiente metabolismo, alguns pesquisadores atrevem-se a dizer que não há um substrato ou ambiente sequer em que não possamos encontrar um de seus representantes, desenvolvendo uma função química específica. O solo constitui uma das fontes mais bem exploradas para o isolamento dos microrganismos, mas em geral, é no ambiente aquático que os mesmos encontram seu destino final.

Grande parte da matéria orgânica presente no solo e nos corpos d'água é degradada por microrganismos aeróbios endêmicos, processo este chamado de autodepuração. No entanto, o excesso de carga orgânica em um corpo receptor resulta no aumento da densidade microbiana e, conseqüentemente, no consumo excessivo do Oxigênio Dissolvido (OD) na água, diminuindo drasticamente suas concentrações naturais. Cada corpo hídrico possui uma capacidade máxima de assimilação de carga orgânica sem que suas características naturais sejam prejudicadas. Quando os valores de OD das águas dos rios diminuem significativamente em relação aos valores normais, isso indica que a

capacidade assimilativa do rio foi ultrapassada (MURGEL, 1986; ZAGATTO & ZAGATTO, 2014).

A água pode ser utilizada para fins domésticos, agrícola e industrial e, quanto à disposição no ambiente, podem ser subterrâneas (poços e aquíferos), de superfície (lagos e rios) ou recreacionais (piscinas públicas, por exemplo). Todo corpo hídrico apresenta um potencial eminente de transmitir doenças quando se encontram sem qualidade, podendo afetar a saúde humana, animal e vegetal. A água entra nos sistemas biológicos mediante a ingestão direta, pelos alimentos, pelo uso pessoal, pelo uso na indústria e na agricultura.

Dentre as doenças veiculadas pela água, a cólera provoca mais de 100.000 mortes/ano no mundo (CDC, 2014). Apesar de ser tratável e prevista, a diarreia ainda constitui a segunda maior causa de morte em crianças abaixo de 5 anos, chegando a 760.000 mortes/ano (WHO, 2013). No Brasil encontramos a mesma situação: 80% dos casos de diarreia são provocados por água contaminada e as crianças e idosos são os grupos mais vulneráveis. Em 2014, 28.000 brasileiros morreram por doenças contraídas por algum tipo de exposição à água de má qualidade. Hepatite A, leptospirose, enterite, e febre tifoide são outros exemplos de doenças transmitidas por água não tratada.

As atividades humanas que mais contribuem para a poluição do ambiente são a concentração populacional, o uso excessivo das águas subterrâneas e o crescimento desenfreado do mercado imobiliário, pois interferem no ciclo hidrológico e desequilibram a distribuição de água-doce potável. Com certeza, muitas mortes poderiam ser evitadas, se maiores investimentos fossem destinados para a área de saneamento básico e pesquisa científica.

### **3. Saneamento básico**

Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente, com a finalidade de prevenir doenças e preservar a saúde; melhorar a qualidade de vida; dar suporte à produtividade e, conseqüentemente às atividades econômicas da população.

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição (Lei nº. 11.445/2007), como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgoto sanitário, limpeza e drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. Destes, o mais comum refere-se aos serviços de

acesso à água potável, de coleta e de tratamento dos esgotos. Esses serviços levam à melhoria da qualidade de vida das pessoas, sobretudo da saúde infantil, por reduzir a mortalidade e melhorar o desenvolvimento cognitivo. Também promovem a expansão do turismo, a valorização imobiliária, a renda do trabalhador, a despoluição dos rios e a preservação dos recursos hídricos.

Medidas de saneamento são atividades cada vez mais importantes para a manutenção da população humana, animal e vegetal. O aumento da população e suas necessidades (como a demanda hídrica, alimentação, habitação, escoamento sanitário, dentre outras) induzem modificações ambientais, muitas vezes sacrificando nichos ecológicos com microbiota específica, que são irremediavelmente perdidas. Neste contexto, a preservação dos microrganismos presentes no ambiente, em especial nos corpos hídricos, é essencial e fundamental para se garantir a recuperação de áreas contaminadas ou destruídas pelas atividades humanas ou climáticas.

#### **4. Coleções de culturas como suporte para a preservação e o conhecimento de microrganismos associados aos ambientes aquáticos**

Coleções de culturas de microrganismos são centros de conservação de recursos genéticos, que preservam organismos vivos, células, genes e registram as informações associadas, as quais constituem matéria-prima essencial para o avanço da biotecnologia em todas as áreas. Com a revolução da biologia molecular, ampliou-se a capacidade de obter e modificar estes recursos biológicos para serem usados em benefício de toda a humanidade (OCDE, 2001). Coleções também podem atuar como provedores de serviços especializados para a academia e indústria, além de representarem importantes centros de informação (como bibliotecas biológicas, cujo estoque é de recursos genéticos e não livros). Suas principais funções compreendem a aquisição, caracterização, manutenção e distribuição de microrganismos (URUBURU, 2003), protegendo e preservando sua biodiversidade e o inestimável patrimônio genético que os mesmos representam (OCDE, 2001). Microrganismos desempenham funções únicas e essenciais na manutenção de ecossistemas, pois são componentes fundamentais das cadeias alimentares e dos ciclos biogeoquímicos, representando imensa diversidade genética (MYERS, 1996; SCHIMEL, 1995). Apesar de sua grande importância na manutenção da biosfera, estima-se que menos de 10% dos microrganismos existentes no

planeta tenham sido caracterizados e descritos, até os dias de hoje; no caso de fungos apenas cerca de 5-7% (HAWKSWORTH, 2004).

O conhecimento sobre a microbiota de uma localidade e sua preservação pelas coleções pode ser extremamente útil em casos de acidentes ambientais. No recente evento catastrófico de Mariana e Cataguases, MG, por exemplo, os corpos de água comprometidos teriam uma chance de serem repovoados com os microrganismos da área, se os mesmos estivessem depositados em uma Coleção Microbiana. Mas, como não há conhecimento sobre a microbiota local, nada poderá ser feito neste sentido.

Microrganismos também constituem fonte de biomoléculas ativas, cuja aplicação pode envolver desde vacinas contra o tratamento de doenças até bioinseticidas para o controle do mosquito da Dengue. Por isso, reforçamos que os estudos ambientais e a manutenção de microrganismos em coleções são tão importantes. A falta ou diminuição dos microrganismos presentes nas águas dificulta a autodepuração dos corpos hídricos.

Mesmo tendo sua importância reconhecida, o desenvolvimento, expansão e sobrevivência das coleções de culturas ainda enfrentam muitos desafios. Destacam-se as incertezas de financiamento que ameaçam sua estabilidade, a necessidade de uma garantia adequada e limitações de acesso aos recursos biológicos decorrentes da proteção de investimentos e de segurança das linhagens de interesse industrial. Somam-se a este quadro os regulamentos de importação/exportação, direitos de propriedade intelectual, questões de biossegurança e as preocupações éticas sobre o uso de genes e outros recursos genéticos (OCDE, 2001).

Seguindo-se normas internacionais, é necessário que serviços e pesquisas oferecidas pelas coleções sejam gerenciados por profissionais qualificados, com experiência e conhecimento em microbiologia, em técnicas de preservação, taxonomia microbiana e propriedades e aplicações potenciais do acervo. Este responsável é conhecido como “Curador”, e representa o membro chave de uma coleção. Pesquisas desenvolvidas neste contexto, são fundamentais para se obter conclusões seguras acerca das interações entre parâmetros físico-químicos e os microrganismos presentes em uma amostra de água, no momento da avaliação da qualidade da mesma.

## **5. Necessidade de investimento em P&D - Pesquisa associada, desenvolvimento e treinamento**

Como uma atividade de importância social, ambiental e econômica, as pesquisas voltadas ao monitoramento e à manutenção da qualidade dos recursos hídricos constituem condição sem a qual a vida, no futuro, não poderá existir. Todos sabem que a água é elemento vital para a sobrevivência de plantas, animais e para a humanidade. Assim, todos os pesquisadores envolvidos nesta área, seja em laboratórios especializados em análises da qualidade de água, ou em coleções de culturas voltadas aos estudos da microbiota aquática, precisam receber treinamento continuado, específico e atualizado. Ambos são locais apropriados para o desenvolvimento e o aprimoramento de estratégias e procedimentos para diversas atividades relacionadas ao bem-estar da sociedade e à preservação do meio ambiente. Há outros desafios a serem enfrentados, como a frágil estrutura científica do país, onde encontramos poucos centros de excelência e história, e muitos grupos de pesquisa voláteis à mercê da falta de uma política de reposição, voltada para a contratação de profissionais capacitados e qualificados, quando ocorre a vacância dos cargos. Tanto os laboratórios de análise como as coleções de culturas microbianas necessitam de investimentos e programas de pesquisa para manterem-se competitivas tecnicamente, possibilitando a realização de serviços e pesquisas confiáveis.

## **6. Comentários finais**

A conscientização do setor industrial e da comunidade em geral sobre a importância de investir em pesquisa voltada à qualidade das águas pode contribuir para que o cidadão, cada dia mais, induza demandas de políticas adequadas e efetivas que garantam a qualidade e a disponibilidade da água para as populações. Infelizmente a comunidade ainda não se conscientizou da real importância de sua participação neste contexto.

Laboratórios de análise de água e coleções de culturas microbianas, dentre outros, têm um papel crucial na manutenção e utilização da diversidade microbiana, contribuindo para um adequado equilíbrio ambiental. A importância destas pesquisas foi reconhecida pela OCDE desde 2001, mas ainda hoje existem pontos no sistema operacional a serem desenvolvidos e melhorados, como a capacidade institucional

(infraestrutura e recursos humanos) para atendimento da crescente demanda destas investigações. Também é necessário observar que outras pesquisas que contribuam para o monitoramento das condições ambientais sejam garantidas, como por exemplo, aqueles que investiguem a toxicidade da água. Um país que não investe em pesquisa, desenvolvimento e inovação não tem como garantir a qualidade de vida para a sua sociedade.

## 7. Referências bibliográficas

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. 2014. Disponível em:

<http://www.cdc.gov/cholera/general/>. Acesso em 29/01/2016.

HAWKSWORTH, D. L. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. *Studies in Mycology* 50: 9–18, 2004.

MURGEL BRANCO, D. Hidrobiologia Aplicada a Engenharia Sanitária. 3ed, São Paulo: **Cetesb/Ascetesb**, 1986.

MYERS, N. Environmental services of biodiversity. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA.**, 93(7): 2764-2769, 1996.

OCDE. Biological Resource Centers: underpinning the future of life sciences and biotechnology. 2001. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/55/48/2487422.pdf>. Acesso em: 24/10/2014.

SCHIMEL J. Ecosystem consequences of microbial diversity and community structure. **Ecol. Stud.**, 113: 239-254, 1995.

SMITH, D. Cap 4 Culture Collections. **Adv. Appl. Microbiol.**, 7, 73–118, 2012.

URUBURU, F. History and services of culture collections. **Intern. Microbiol.**, Spain, v. 6, n. 2, p. 101-103, 2003.

WHO – World Health Organization. Laboratory biosafety manual. – 3rd ed, Geneva 2004. Disponível em:

<http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/Biosafety7.pdf?ua=1>. Acesso em: 24/10/2014



WHO – World Health Organization. Biorisk management Laboratory biosecurity guidance, 2006 . Disponível em:  
[http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/WHO\\_CDS\\_EPR\\_2006\\_6.pdf](http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/WHO_CDS_EPR_2006_6.pdf).  
Acesso em: 24/10/2014.

WHO – World Health Organization. 2013. Diarrhoeal disease. Fact sheet N°330.  
Disponível em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs330/en/>. Acesso em  
29/01/2016.

ZAGATTO, P. A.; ZAGATTO, N. P. Tendência da qualidade das águas dos rios da  
bacia do Piracicaba, dos últimos 35 anos de monitoramento (1978 a 2012). Bioagri;  
Zagatto Consultoria Ambiental e Social. Piracicaba. 2014. Disponível em:  
[http://www.comitespcj.org.br/images/Download/Rel-Tendencia-Qualidade-  
Agua\\_Pedro-Zagatto.pdf](http://www.comitespcj.org.br/images/Download/Rel-Tendencia-Qualidade-Agua_Pedro-Zagatto.pdf). Acesso em: 24/10/2014.