



## Utilização da Água de Reuso com Alternativa Sustentável para Sociedade

Natasha Berendonk Handam<sup>1</sup>  
Priscila Gonçalves Moura<sup>2</sup>  
Adriana Sotero-Martins<sup>3</sup>

**RESUMO:** Objetivo: Avaliar a qualidade sanitária da água de reuso e a utilização na agricultura, visando o uso seguro da água. Metodologia: A qualidade da água de reuso foi avaliada, por meio de análise colimétrica. Foi analisada por meio de experimento, em que foram cultivadas hortaliças (salsa) irrigadas com água de reuso e com água potável, e por biologia molecular foi feita a extração de DNA total no tempo inicial da cultura e após 15 dias de ensaio. E também foi realizada a Reação da Polimerase em Cadeia (PCR), seguida de observação por eletroforese com os marcadores moleculares 16S rRNA, uidA, nifH, HadV, T-antigen, COWP e beta-giardin para bactérias, vírus e protozoários. Resultados e Discussão: As análises colimétricas indicaram baixos níveis de coliformes fecais e totais, no entanto nas análises moleculares foi detectada a presença de outros microrganismos, caracterizando a amostra de água de reuso avaliada como imprópria para fins de contato primário de recreação e de consumo humano. O estudo também indicou que a água de reuso favoreceu mais o crescimento de microrganismos no solo. Outro fato observado foi o maior desenvolvimento das plantas irrigadas com água de reuso. Conclusão: Para segurança alimentar humana outros estudos devem ser realizados, pois para determinados fins, a água de reuso não deveria conter contaminantes químicos e patogênicos para a segurança da saúde humana e animal.

## INTRODUÇÃO

Um dos direitos fundamentais ao humano é a água, tornando-se ainda mais relevante nos contextos onde está escassa. A falta de água ocorre em diversas regiões do mundo e no Brasil, principalmente, no Semiárido (1). A água é um recurso ambiental essencial a sobrevivência dos seres vivos. Em 2010 a legislação da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, Resolução A/RES/64/292 (2), reconheceu e determinou formalmente que a água e o esgotamento sanitário são um direito a todas as populações humanas. Após este marco, todas as cidades devem proporcionar e garantir o abastecimento de água e o esgotamento sanitário às residências (3).

A escassez de água, segundo a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, acomete mais de 40% da população no mundo, e deverá aumentar por conta das mudanças climáticas e da falta de

<sup>1</sup> 1Programa de Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente – ENSP/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: natashabhandam@gmail.com

<sup>2</sup> 1Programa de Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente – ENSP/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>3</sup> DSSA/ENSP/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil



gestão adequada da água. Um dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) é o 6 – Água Potável e Saneamento, para assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos. É possível atingir este objetivo, por meio da cooperação internacional, proteção às nascentes, rios e bacias e compartilhamento de tecnologias de tratamento de água (4).

Em meio à escassez de água para o consumo humano, a seca em diferentes regiões, a desigualdade no acesso à água de qualidade em diversas regiões do mundo, a água de reuso vem sendo estudada como uma fonte alternativa e sustentável para a sociedade.

O incentivo a utilização da água de reuso está incluída dentro dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Dentre estes estão, reduzir à metade a proporção de águas residuais não tratadas, e aumentar substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente, e o apoio ao desenvolvimento de capacidades para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados a água e ao saneamento, incluindo a reciclagem e as tecnologias de reuso (4).

A água de reuso estudada neste trabalho é aquela resultante do tratamento do esgoto doméstico, seja total ou parcial. No tratamento completo do esgoto, ele passaria pelas etapas de tratamento em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) da seguinte forma: tratamento primário (desinfecção), tratamento secundário (remoção da matéria orgânica) e tratamento terciário (remoção de fósforo e nitrogênio), e após a avaliação microbiológica e físico-química este se torna apropriado para retornar ao ambiente para fins balneáveis. Para o esgoto tratado ser transformado em água de reuso de boa qualidade ele deveria passar em mais três etapas de purificação, que são realizadas em Estações de Tratamento de Água de Reuso (ETAR), que são: filtração, ultrafiltração e osmose reversa (5-6).

A água de reuso tem potencial para ser utilizada em diversas atividades como, por exemplo, na agricultura, na indústria, em atividades domésticas, lavagem de carro, limpeza urbana, rega de canteiros (7).

Um dos possíveis benefícios do uso da água de reuso é o emprego na agricultura, que é a atividade econômica do país que mais demanda água, e devido à escassez das fontes de água para esta atividade em diversas regiões do país, seria uma alternativa para enfrentamento desse problema. Além disto, a água de reuso representa uma alternativa para diminuir a pressão da demanda sobre os mananciais (8). A água de reuso é a forma mais eficiente de obtenção alternativa de água e de reaproveitamento de água, em



comparação a outras formas importantes, como a dessalinização da água e o reaproveitamento da água de chuva. Esta maior eficiência se deve ao fato de que a água consumida e posteriormente transformada em esgoto ser novamente utilizada podendo ciclicamente acontecer o seu beneficiamento, o que também é importante para diminuir a necessidade de captação de água dos mananciais e reduzir a quantidade de esgoto descartada. Contudo, a utilização da água de reuso ainda pode enfrentar o problema do preconceito por parte da população:

"A água deve ser julgada por sua qualidade, e não por sua origem, portanto, sob o ponto de vista estritamente de tecnologias existentes, pode-se afirmar que é possível converter todo o efluente de uma indústria ou cidade em água de alta qualidade que pode ser amplamente reutilizada" (9).

A educação ambiental deve propor o debate com a sociedade de modo que evite o preconceito do uso desse tipo de água, como também o conhecimento seguro por parte da população, tendo a população segurança sobre a qualidade desse subproduto do esgoto tratado. Vale ressaltar que em diversos países, como Estados Unidos (10), Israel (11) e países europeus (12), a tecnologia empregada na produção de água de reuso é tão avançada que este tipo de água se torna potável.

Outro fato importante a se ressaltar é que, a água para ser utilizada na recreação e no consumo deve estar dentro de padrões de qualidade estabelecidos em leis. No Brasil ainda não há uma legislação específica para a água de reuso, o que existe é uma norma técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 13.969/97 (7), que traz instruções para a utilização da água de reuso:

- Define parâmetros da avaliação da qualidade da água de reuso de acordo com a classe de uso: lavagem de carros, lavagem de pisos, uso em vaso sanitário e rega de hortaliças.
- Define também como acondicionar e distribuir de forma segura.
- Alerta para o risco a saúde pública pelo contato direto do usuário com a água de reuso.

No entanto esta norma técnica da ABNT não define parâmetros quanto à presença de microrganismos patogênicos.

Estudos sobre água de reuso para fins de consumo geralmente utilizam como referência a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011 (13), que determina os padrões para potabilidade. E quanto a utilização da água de reuso para fins de recreação a 1102



referência é a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 274/2000 (14), na qual possui os padrões estabelecidos para balneabilidade, visando garantir condições seguras à recreação de contato primário. Contudo dependendo do nível de coliformes que a água de reuso apresentar, ela pode não ser utilizada para consumo e nem para recreação, mas pode ser utilizada para outros fins como, por exemplo, limpeza urbana e irrigação de jardins.

Tendo em vista que dentre as diversas formas de utilização de água, a agricultura é responsável por cerca de 70% do consumo global de água (15), o objetivo do projeto foi avaliar a qualidade sanitária da água de reuso e a utilização na agricultura, visando o uso seguro da água.

## **Metodologia**

Esse projeto teve início de forma laboratorial sendo testada a utilidade da água de reuso. Foi utilizado uma água de reuso proveniente do esgoto sanitário tratado até nível de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

A qualidade da água de reuso foi avaliada inicialmente, por meio de análises colimétricas for the Examination of the Water and Wasterwater (Eaton et al., 2005). Tendo como objetivo avaliar os benefícios e riscos deste tipo de água na agricultura, em um grupo de vasos de cultivo de hortaliça (salsa) foi irrigado com água de reuso e outros com água potável, que foram o grupo de comparação. Foram inseridos 100 mL de água no primeiro dia de experimento e após 15 dias, sendo coletados 14 mL da água que vazou pelo furo do vaso. E por meio da biologia molecular foi feita a extração de DNA total, por meio do Kit QIAGEN's Power Water® Sterivex™ DNA Isolation Kit, no tempo inicial da cultura e após 15 dias de ensaio. E posteriormente foi realizada a quantificação do DNA total encontrado, através do NanoDrop™ 1000 spectrophotometers.

Para avaliar quais os microrganismos que persistiram na água de reuso foi realizado o teste de DNA por Reação da Polimerase em Cadeia (PCR), seguida de observação por eletroforese com os marcadores moleculares 16S rRNA, uidA, nifH, HadV, T-antigen, COWP e beta-giardin para bactérias, vírus e protozoários que vem sendo utilizados como marcadores de poluição biológica, por serem microrganismos associados à humanos.



## Resultados e discussão

Os resultados do estudo mostraram que depois de 15 dias de utilização da água de reuso para irrigação do cultivo da hortaliça, houve aumento de 9,7 vezes mais DNA total do que no primeiro dia, enquanto que com a água potável o aumento foi de 1,5 vezes. Portanto, o estudo indicou que a água de reuso favoreceu mais o crescimento de microrganismos no solo. Outro fato observado foi o maior desenvolvimento das plantas irrigadas com água de reuso, devido provavelmente mais nutrientes provenientes da matéria orgânica que permanece neste tipo de água, quando comparada com a água potável. Alguns autores sugerem que devido a presença de nutrientes na água de reuso, o solo e os cultivos agem como biofiltros naturais, a sua utilização na irrigação pode diminuir os gastos com a fertilização dos cultivos (16).

Estudos sobre a qualidade da água de reuso analisam apenas bioindicadores bacteriológicos, os coliformes totais e a *Escherichia coli* (*E. coli*), porém outros microrganismos patogênicos de difícil detecção por estas metodologias tradicionais têm sido persistentes nas amostras e não são avaliados, e ainda pode haver neste tipo de água poluentes que podem inviabilizar o crescimento dos coliformes, mascarando os resultados dessas análises. Por isso neste projeto foi proposto a utilização da avaliação por biologia molecular, de organismos indicadores de poluição por elementos patogênicos.

Nas análises colimétricas da água de reuso os resultados apresentaram 4 UFC/mL de coliformes totais e 2 UFC/mL de *Escherichia coli*. Os níveis de coliformes e de *E. coli* ficaram fora do padrão para potabilidade, ou seja, para beber, lavar os alimentos e para a higiene pessoal, pois não poderia ser detectado nenhuma colônia de coliforme. No entanto, estes valores estão dentro do padrão para balneabilidade (recreação). Em análises por biologia molecular, que permite avaliar a presença ou ausência dos microrganismos alvos por meio do DNA destes, sendo uma técnica mais sensível e específica, foram encontradas bactérias de origem humana e vírus patogênicos que oferecem risco a saúde humana e animal.

Com isto, as análises colimétricas indicaram baixos níveis de coliformes fecais e totais, por análises moleculares, e foi detectada a presença de outros microrganismos, caracterizando a amostra de água de reuso avaliada como imprópria para fins de contato primário de recreação e de consumo humano. Nosso grupo irá avaliar futuramente outra



água de reuso, que seja produzida passando por etapas de produção em ETAR, antes de iniciar os experimentos em campo.

## Conclusões

Para segurança alimentar humana outros estudos devem ser realizados, pois para determinados fins, a água de reuso não deveria conter contaminantes químicos e patogênicos para a segurança da saúde humana e animal. Além disto, os resultados demonstram que os tratamentos para a produção de água de reuso da amostra coletada não estão sendo capaz de retirar todos os microrganismos, sendo sugerida uma reavaliação das etapas de tratamento, ou a inclusão de novas etapas de tratamento.

## Referências

1. Campos CH, Pereira CM, Cordeiro DL, et al Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e Protagonismo Social / Irio Luiz Conti e Edni Oscar Schroeder (organizadores). Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome - MDS / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2013.
2. United Nations General Assembly (UNGA). Human Right to Water and Sanitation. Geneva: UNGA; 2010. UN Document A/RES/64/292
3. Neves-Silva P, Heller L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2016;21(6):1861–1870.
4. PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Plataforma Agenda 2030. Objetivo 6. Água Potável e Saneamento. Acesso em: 20 de setembro de 2017. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/ods/6/>
5. Prolagos. Estação de tratamento de Água de Reúso (ETAR). Disponível em: <http://www.prolagos.com.br/estacao-de-tratamento-de-agua-de-reuso-etar/>
6. Oenning Júnior A, Pawlosky U. Avaliação de tecnologias avançadas para o reúso de água em indústria metal-mecânica. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro. 2007;12(3):305 – 316.
7. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR (13.969/97).
8. Urkiaga A, De las Fuentes L, Bisb B, et al. Development of analysis tools for social, economic and ecological effects of water reuse. *Desalination*. 2008;218:81-91.



9. Revista TAE. Especializada em tratamento de água e efluentes. Reuso de água: alternativa para preservar e economizar. 2015. Disponível: <http://www.revistatae.com.br/9252-noticias>
10. EPA. United States Environmental Protection Agency. Guidelines for Water Reuse. 2012.
11. Friedler E. Water reuse an integral part of water resources management: Israel as a case study. Water Policy. 2001;3:29–39.
12. Monte MHM. Water Reuse in Europe. E-Water Official Publication of the European Water Association (EWA). 2007.
13. BRASIL. Portaria nº 2914 de Ministério da Saúde de 12 de dezembro de 2011. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 de dezembro de 2011.
14. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n.274, de 29 de novembro de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 25 jan. Seção 1, p. 70-71. 2001.
15. World Health Organization (WHO). Water Security & the Global Water. Agenda AUN-Water Analytical Brief. Canada. 2013.
16. Eaton AD, Rice EW, Baird RB, et al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21. ed. New York: American Water Works Association; 2005:1368p.
17. Haruvy N. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment. 1997;66:133-119.