

I-032 - USO DA ULTRAFILTRAÇÃO PARA REMOÇÃO DE CIANOBACTÉRIAS E CIANOTOXINAS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA LAGOA DO PERI – FLORIANÓPOLIS/SC

Rafael Luiz Prim⁽¹⁾

Farmacêutico-Bioquímico pela Universidade Federal de Santa Catarina. Especialista em Saneamento Ambiental. Bioquímico da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento.

Elisabete Petry

Graduada no Curso Técnico em Saneamento IFSC, Florianópolis, SC. Bióloga pela Universidade do Contestado (UnC), SC. Especialista em Gestão Integrada em Saneamento e em Biologia Humana. Técnica em Saneamento da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Rodrigo Silva Maestri

Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Santa Catarina. Engenheiro da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento.

Leda Freitas Ribeiro

Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Santa Catarina. Bióloga da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento.

Endereço⁽¹⁾: Rua Quinze de Novembro, 230 - Balneário - Florianópolis - SC - CEP: 88075-220 - Brasil - Tel: (48) 3221-5792 - e-mail: rprim@casan.com.br

RESUMO

A tecnologia de filtração por membranas, incluindo a ultrafiltração, é relativamente pouco conhecida no Brasil. Poucas são as localidades aonde essas são utilizadas. O manancial Lagoa do Peri é utilizado pela Casan para abastecimento da Costa Sul-leste de Florianópolis, sendo que seu potencial para desenvolvimento de cianobactérias é amplamente conhecido. A Estação de Tratamento de Água (ETA) instalada na localidade trata aproximadamente 200 L/s, e é do tipo Filtração Direta Descendente (FDD), sendo que seus filtros de antracito/areia possuem capacidade de remoção de cianobactérias limitada. Uma unidade piloto de ultrafiltração foi instalada para verificação dos índices de remoção de cor, turbidez e cianobactérias da água bruta. Os resultados obtidos revelaram uma turbidez média da água ultrafiltrada na ordem de $0,25 \pm 0,09$ NTU, cor de $7,54 \pm 2,88$ uH e remoção de cianobactérias de 99,99%. Quanto a dosagem de cianotoxinas, obteve-se valores inferiores aos limites de quantificação da metodologia de ELISA, ou seja, $<0,001 \mu\text{L}$ na

PALAVRAS-CHAVE: Ultrafiltração, Cianobactérias, Turbidez.

INTRODUÇÃO

Filtração por membranas, incluindo a ultrafiltração, é um dos processos mais modernos para remoção de uma variedade de íons, moléculas e partículas em suspensão na água. Devido as dimensões dos poros, consegue-se remover microrganismos (bactérias, algas, protozoários, alguns vírus), toxinas, pesticidas, solventes e outros poluentes em águas para abastecimento público. Esta tecnologia pode ser definida como estruturas porosas que estão baseadas num conceito de separação física e atuam como barreira para componentes de duas soluções, separando-as. As membranas podem ser definidas como operações unitárias que permitem dividir um volume de líquido em um volume de produto e um volume de rejeito, isto é, quando o líquido passa pela membrana, uma porcentagem será o concentrado e a outra restante será o filtrado correspondente ao rendimento do processo.

A alta qualidade da água tratada por este processo é caracterizada pela remoção de bactérias e resíduos tóxicos e está sendo considerada como vantajosa para regiões onde existe a ocorrência de escassez da água, principalmente o uso em processos de tratamento para reuso potável e recarga de aquíferos (LAZAROVA et al., 1999).

Cada vez mais é necessário reduzir ou eliminar microrganismos presentes em ambientes aquáticos utilizados para o abastecimento público. Alguns desses organismos são capazes de produzir toxinas que podem ser responsáveis por surtos de doenças agudas ou crônicas, dependendo da dose, tempo de exposição e maneira de contágio. Os mananciais de água doce com a comunidade planctônica dominados por cianobactérias limitam a sua utilização da água para o abastecimento público.

Segundo a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, os mananciais superficiais que apresentam contagens de Cianobactérias acima de 10.000 cél/mL exigem um monitoramento semanal desse parâmetro. Caso a contagem ultrapasse 20.000 cél/mL, exige-se o monitoramento semanal de cianotoxinas.

Área de estudo

A Lagoa do Peri é uma lagoa costeira, profunda e que ocupa uma área de aproximadamente 5,07 km², dentro da bacia hidrográfica do mesmo nome, localizada no sul da Ilha de Santa Catarina, sendo utilizada para o abastecimento público das regiões sul e leste da ilha. Esse manancial vem sendo estudado há duas décadas e tem-se observado que na composição do fitoplâncton ocorre a dominância Cyanobacteria principalmente de *Cylindrospermopsis raciborskii*, espécie altamente competitiva com as demais espécies do fitoplâncton e também pela potencialidade de produzir cianotoxinas. Segundo (PADISÁK, 1997) é uma espécie de cianobactéria invasora, que no século 20 espalhou-se nos corpos d'água de todo o mundo. Esse manancial é utilizado para o abastecimento público da costa leste da ilha de Santa Catarina.

A Estação de Tratamento de Água da Lagoa do Peri faz parte do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul-Leste, que atende aos distritos da Barra da Lagoa, Lagoa da Conceição, Campeche, Morro das Pedras, Armação e Ribeirão da Ilha. A estação está localizada dentro do Parque Municipal da Lagoa do Peri, nas coordenadas 27°43'47" latitude Sul e 48° 30'33" de longitude Oeste. A captação da água é feita através de uma barragem de elevação de nível com um canal adutor até a Estação de Recalque de Água Bruta de onde é bombeada para a Estação de Tratamento de Água com vazão média de captação de 200 L/s.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Estação de Tratamento de Água (ETA), tem seu sistema composto por Filtração Direta Descendente com Filtros de Dupla Camada, mas que não estão tendo a eficiência requerida em alguns períodos do ano, reflexos da ocorrência de cianobactérias, fato comum em sistemas fechados como a Lagoa do Peri.

Diante das dificuldades encontradas neste processo de tratamento de água e as exigências da Portaria N.º 2914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, relativa às normas de qualidade para água de consumo humano estabelece padrões rígidos para a cor e da turbidez da água tratada, como também realizar o monitoramento de cianobactérias e o controle das cianotoxinas nos corpos d'água utilizados para abastecimento público, vem se realizando diversas pesquisas nesta Estação de Tratamento de Água com o objetivo aumentar as carreiras de filtração, que hoje demandam altas quantidades de água para lavagem das unidades filtrantes e que acarretam problemas na diminuição da produção de água tratada e produção de efluentes em quantidade e qualidade incompatíveis com os preceitos da sustentabilidade.

Foi realizado um estudo piloto com um equipamento de ultrafiltração, com o objetivo de avaliar a eficiência na remoção das variáveis de qualidade, como a turbidez, cor e contagem de cianobactérias e cianotoxinas da água bruta.

O piloto foi realizado com equipamento de ultrafiltração, marca INGE, modelo Dizzer® XL 0.9 MB 60 W de 0,02 µm e com 60m² de área útil de filtragem instalado em uma entrada paralela da ETA, nas proximidades da caixa de chegada de água bruta. A unidade experimental foi totalmente automatizada, desligando nas paradas da ETA e religando quando a mesma entrava em operação, além do processo de retro lavagem do sistema, tratando uma vazão média de 0,33 l/s. Anteriormente ao filtro em questão, utilizou-se um pré-filtro de celulose e malha de aço, com porosidade de 150 µm, objetivando a remoção de partículas maiores que poderiam ser prejudiciais a ultrafiltração, como grãos de areia, folhas, etc.

No experimento não se adicionou nenhum produto químico à água bruta antes desta entrar no sistema de tratamento de água por ultrafiltração. A retrolavagem com água filtrada era realizada automaticamente durante 30 segundos em intervalos de 30 min.



Figura – Vista da instalação experimental. Fotografias de propriedade da empresa INGE.

Após início da operação, foram realizados ajustes de forma a permitir uma melhor avaliação dos resultados. Foi iniciado um cronograma de coleta de amostras que constavam dos parâmetros temperatura da amostra em (°C), pH, cor (uH), turbidez (NTU), Cianobactérias (cél/ml), Cianotoxinas ($\mu\text{g/l}$) (Microcistina, Saxitoxina e Cilindrospermopsina). As análises foram realizadas, inicialmente, três vezes por semana por 6 semanas, passando para duas vezes após consolidação dos resultados iniciais, sendo realizadas um total de 19 amostragens para análises físico-químicas e duas amostragens para análise de Cianobactérias.

Para análise de turbidez, utilizou-se o equipamento 2100Q (HACH), por nefelometria. As análises de cor aparente foram realizadas pela metodologia Tristímulus (Policontrol). A quantificação de cianobactérias foi feita segundo o método de Utermöhl, que consiste na sedimentação em câmara de volume pré-definido. A contagem de células e filamentos através de microscópio invertido em aumento de 630 vezes. Na análise de cianotoxinas, o preparo da amostra para lise das células através de congelamento e descongelamento da amostra por 3 vezes. A metodologia realizada através do Método ELISA, com kits em Microplaca Microcistina, Saxitoxina e Cilindrospermopsina (Beacon Analytical Systems Inc.)

RESULTADOS

A figura 1 mostra os resultados obtidos com relação a turbidez das amostras, antes e depois da ultrafiltração. Percebe-se claramente que a mesma se manteve abaixo de 0,5 NTU durante todo o período do experimento, enquadrando a água no que preconiza a Portaria MS 2.914/11. Vale ressaltar que nenhum produto químico foi utilizado para obtenção desse resultado, apenas a passagem pela membrana de ultrafiltração. O valor médio de turbidez da água ultrafiltrada foi de $0,25 \pm 0,09$ NTU.

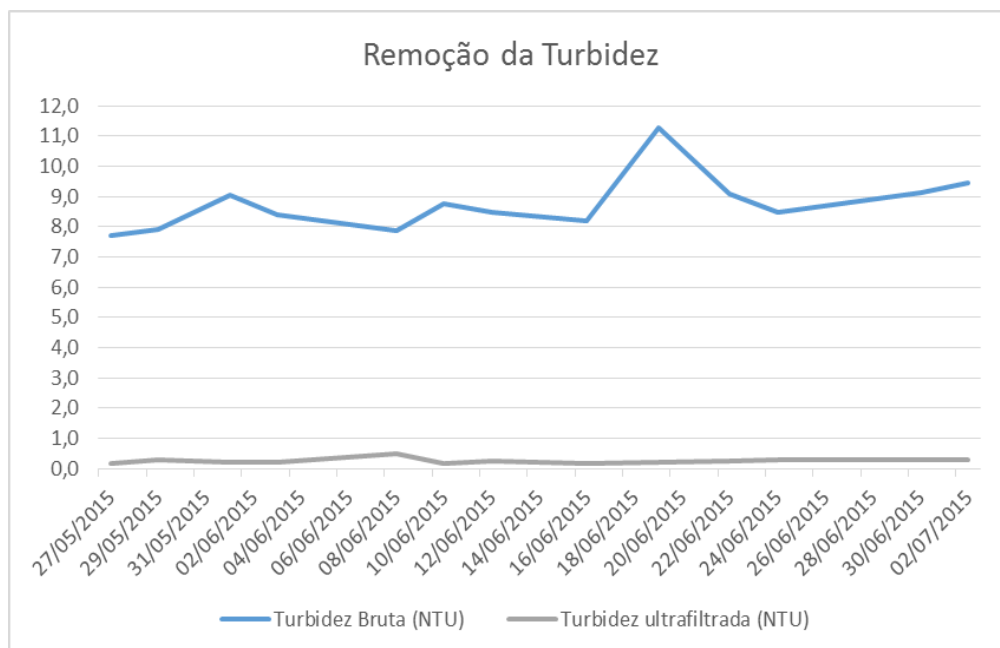


Figura 1: Turbidez da água bruta da Lagoa do Peri e da água ultrafiltrada.

Quanto ao parâmetro Cor, o valor médio ficou em $7,54 \pm 2,88$ uH durante o período do experimento. Isso pode ser explicado pelo fato de que a cor aparente é influenciada pela turbidez, e, nesse caso específico, pela grande concentração de cianobactérias na água bruta.

Com relação a contagem de cianobactérias, observou-se uma remoção extremamente alta, sendo que a quantidade de células de cianobactérias que transpassou a membrana foi praticamente insignificante. Comparando com a contagem na água bruta, o filtro de antracito/areia da ETA removeu 64,20% das cianobactérias, enquanto que a ultrafiltração removeu 99,99%. A figura 2 evidencia o resultado obtido.

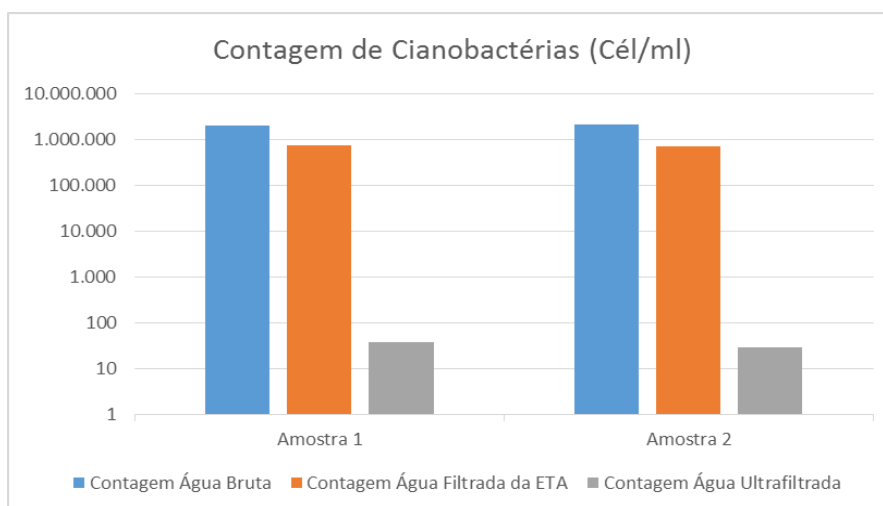


Figura 2: Remoção de cianobactérias comparando o filtro de antracito/carvão com a ultrafiltração (escala logarítmica).

Com relação a dosagem de cianotoxinas, obteve-se valores inferiores aos limites de quantificação da metodologia de ELISA, ou seja, $<0,001 \mu\text{L}$. Essa era uma das preocupações dos autores, tendo em vista que o processo de ultrafiltração poderia promover a lise das cianobactérias e a consequente liberação da cianotoxina.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos comprovaram a elevada eficiência da unidade de ultrafiltração piloto na remoção da turbidez, cor e cianobactérias na água bruta do manancial de captação Lagoa do Peri. A tecnologia mostrou-se interessante na medida em que não foi necessária a dosagem de coagulantes ou qualquer outro produto para obtenção de água filtrada dentro dos parâmetros exigidos pela Portaria MS 2.914/11.

As vantagens observadas pela ultrafiltração por membranas em comparação com o tratamento convencional foram a qualidade superior da água tratada, através da remoção de partículas e microrganismos resistentes aos tratamentos químicos como cloro; fácil controle operacional; redução das perdas operacionais com água, redução dos custos operacionais com energia, além de menor impacto ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BICUDO C. E. M.; MENEZES M. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Paulo: Rima; 2005.
2. LAZAROVA, V.; SAVOYE, P.; JANEX, M. L.; BLATCHLEY, III E. R.; and POMMEPUY. Advanced wastewater disinfection technologies: state of the art and perspectives. Water Science & Technology, v. 40, n.º 4, p. 203-213, 1999.
3. MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011. http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso: 07 de junho 2015.
4. PADISÁK, J. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium; worldwide distribution and review of its ecology. Archiv für Hydrobiologie, 107 (4): 563-593, 1997.