



ISSN: 1984-3151

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO UTILIZANDO COAGULANTES NATURAIS NA REMOÇÃO DE CIANOBACTÉRIAS

REVIEW OF COAGULATION/FLOCCULATION USING THE REMOVAL OF NATURAL COAGULANTS CYANOBACTERIA

Franciele Pereira Camacho¹; Ana Paula Stroher²; Milene Carvalho Bongiovani³; Leticia Nishi⁴; Rosangela Bergamasco⁵

- 1 Mestre em Engenharia Química. Universidade Estadual de Maringá, 2012. Doutoranda em Engenharia Química PEQ/UEM. Maringá, PR.franciele_camacho@hotmail.com.
- 2 Mestre em Engenharia Química. Universidade Estadual de Maringá, 2010. Doutoranda em Engenharia Química PEQ/UEM. Maringá, PR. ana_stroher@hotmail.com.
- 3 Mestre em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010. Doutoranda em Engenharia Química PEQ/UEM. Maringá, PR. mi-le-ne@hotmail.com.
- 4 Doutora em Engenharia Química. Universidade Estadual de Maringá, 2011.leticianishi@hotmail.com.
- 5 Doutora em Engenharia Química. Universidade Estadual de Maringá, 1984. Professora da Universidade Estadual de Maringá, PR. ro.bergamasco@hotmail.com.

Recebido em: 24/09/2012 - Aprovado em: 06/11/2012 - Disponibilizado em: 30/11/2012

RESUMO: A ocorrência de cianobactérias em mananciais de abastecimento é preocupante, principalmente, devido à possibilidade de algumas espécies liberarem toxinas para a água. Essas toxinas podem causar danos à saúde humana e levar à morte. No Brasil tem-se verificado um aumento de relatos da ocorrência de florações tóxicas de espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*. Neste contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de dois coagulantes naturais, um obtido a partir da semente de *Moringa oleifera* (MO) e outro, o coagulante comercial Tanfloc SG (um tanino vegetal extraído da Acácia Negra) para remoção de cor aparente, turbidez e células de *C. raciborskii* pelo processo de coagulação/floculação/sedimentação. Também avaliaram-se diferentes dosagens de MO e Tanfloc. Para os ensaios, foi utilizada uma água deionizada contaminada com cultura de células da espécie *C. raciborskii* para obter turbidez entre 50 e 450 NTU. Para a preparação da solução coagulante com a semente de MO, utilizou-se 1g das sementes descascadas e trituradas em 100 mL de solução salina NaCl (1M). Após a trituração, a solução foi agitada por 30 min e filtrada a vácuo. Para o tanino vegetal utilizou-se o produto comercial Tanfloc SG. Os resultados mostraram que o coagulante à base de semente de MO é tão eficiente quanto Tanfloc SG e pode se constituir em uma alternativa adequada para tratamento de águas com florações de cianobactérias.

PALAVRAS-CHAVE: *Moringa oleifera* Lam. Coagulação. Floculação. Cianobactéria.

ABSTRACT: The occurrence of cyanobacteria in sources of supply is of concern, mainly due to the possibility of some species release toxins into the water. These toxins can cause harm to human health and lead to death. In Brazil there has been an increase of reports of the occurrence of toxic blooms of *Cylindrospermopsis raciborskii* species. In this context, the study aims to evaluate the efficacy of two natural coagulants, one obtained from the seeds of *Moringa oleifera* (MO) and other, commercial coagulants Tanfloc SG (a vegetable tannin extracted from Wattle) for removal of apparent color, turbidity and cell *C. raciborskii* through coagulation / flocculation / sedimentation. We also evaluated different doses of MO and Tanfloc. For the tests used a deionized water contaminated with cell culture of *C. raciborskii* for turbidity between 50 and 450 NTU. For the preparation of coagulant solution with the seed of MO was used 1g peeled and crushed seeds in 100 ml of saline solution (1M).

After grinding, the solution was stirred for 30 min and filtered under vacuum. For vegetable tannin used the commercial product Tanfloc SG. The results showed that the coagulant-based seed MO is as efficient as Tanfloc SG and may be a suitable alternative for the treatment of water with cyanobacteria blooms.

KEYWORDS: *Moringa oleifera* Lam Coagulation. Flocculation. Cyanobacterium.

1 INTRODUÇÃO

A eutrofização dos reservatórios de abastecimento de água é um grande problema, pois afeta negativamente a qualidade da água e compromete os seus usos. Dentre os problemas gerados, o favorecimento da ocorrência de florações de cianobactérias é preocupante, principalmente, devido à possibilidade de algumas espécies liberarem toxinas para a água, como o caso da *Cylindrospermopsis raciborskii*. Esta cianobactéria vem recebendo atenção da comunidade científica devido ao seu comportamento invasivo em diversos ambientes límnicos do mundo, por ser formadora de florações com alto potencial tóxico.

Dentre suas estratégias adaptativas, a *C. raciborskii* apresenta resistência a herbivoria, tolerância à baixa intensidade luminosa e altas concentrações iônicas, além da capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, o que favorece sua dominância sobre outras espécies desprovidas de heterocistos. Segundo Chorus e Bartram (1999), esta espécie não forma florações na superfície da água, e a densidade máxima de células ocorre entre 2 e 3 metros abaixo da superfície, sendo de difícil detecção. Outra peculiaridade atribuída a *C. raciborskii* é o fato desta não produzir compostos orgânicos voláteis, tais como a geosmina e MIB, que causam sabor e odor à água e são comumente associados a florações de cianobactérias. Comparada a outras cianobactérias, a *C. Raciborskii* é extremamente pequena, apresentando filamentos (tricomas) com cerca de 2 a 3 µm de largura e comprimento bastante variáveis, oscilando entre 10 e 20 µm (SANT'ANNA *et al.*, 2008).

As florações de *C. raciborskii* têm sido cada vez mais frequentes em reservatórios brasileiros em virtude da

sua alta capacidade competitiva em ambientes tropicais eutrofizados. Casos recorrentes de florações desta espécie vêm sendo registrada em vários estados brasileiros, como São Paulo (STOPPE; SATO; UMBUZEIRO, 1999), Pernambuco (SILVESTRE *et al.*, 1999; MOLICA *et al.*, 2005), Minas Gerais (RESENDE; MACHADO, 2005), Ceará (CARVALHO *et al.*, 2006), Rio Grande do Sul (YUNES *et al.*, 2000) e Florianópolis (SANTOS *et al.*, 2007).

Deste modo, verifica-se a necessidade da adoção de medidas preventivas para evitar a ocorrência de florações de *C. raciborskii*, mas, ao mesmo tempo, a necessidade do desenvolvimento ou adequação de tecnologias de tratamento de água que contemplem tanto a remoção das células viáveis destes organismos, quanto das toxinas dissolvidas.

Nos últimos anos vários trabalhos foram desenvolvidos no sentido da utilização de coagulantes naturais alternativos aos coagulantes químicos, para a obtenção de água potável. Estes trabalhos inicialmente preocuparam-se em substituir ou auxiliar os coagulantes convencionais com o intuito de melhorar a etapa de coagulação/floculação, tanto pela quantidade dos flocos produzidos, quanto pela ausência de metais do lodo gerado. Posteriormente, notou-se uma preocupação com a saúde da população, principalmente em relação ao mal de Alzheimer, que de acordo com estudos realizados, pode ser agravado pelo alumínio (RONDEAU *et al.*, 2000; KATAYON *et al.*, 2006).

O uso de materiais de origem natural para clarificação de águas superficiais com elevada turbidez não é uma idéia nova. Entretanto, são escassos os trabalhos que

avaliam a aplicação desses coagulantes no tratamento de águas eutrofizadas.

Quando o processo de coagulação/floculação é realizado por meio da semente de *Moringa oleifera* (MO), além da remoção de cor e turbidez da água, também ocorre uma grande remoção de bactérias, normalmente acima de 90%, pois as sementes contêm uma substância antimicrobiana (JAHN, 1981). Uma alternativa recente na remoção ou inibição ao crescimento de algumas espécies de cianobactérias é a utilização da semente de MO através de filtros (LÜRLING; BEEKMAN, 2010), em extração aquosa 1% (NISHI *et al.*, 2011; ZABLONSKY, 2012) ou através de taninos vegetais, como o Tanfloc (TANAC, 2007).

Portanto, o objetivo do trabalho foi verificar a eficiência da utilização de coagulantes naturais, como a semente de MO e o Tanfloc SG nos processos de coagulação/floculação para remoção de células da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*.

2 METODOLOGIA

Para a realização dos ensaios, foi utilizada uma água sintética (água deionizada com inóculo de células da espécie *C. raciborskii*) para obter turbidez entre 50 e 450 NTU, o que corresponde à concentração na ordem 10^6 para 10^7 células/mL, simulando uma floração. As florações de *C. raciborskii* relatadas principalmente no nordeste brasileiro apresentam, em média, essa concentração (SILVESTRE *et al.*, 1999; MOLICA *et al.*, 2005).

As células de *C. raciborskii* (cepa ITEP31- tóxica) foram cultivadas no Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental do Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá – UEM. As culturas foram mantidas no meio ASM-1 autoclavados em erlenmeyers de 4L, sob agitação de compressor de ar (Atman 2500) para

aeração em aquário. A sala onde foram cultivadas as células de *C. raciborskii* era mantida sob condições de máxima assepsia, temperatura controlada em torno de 24°C, sob lâmpadas fluorescentes (Philips TLT 20 W/75 S cool) com foto-período de 12 horas.

A inoculação das culturas foi realizada quinzenalmente, seguindo a proporção de *inóculo: meio* (1:9). A concentração e o aspecto das células foram monitorados por meio de observações feitas através de microscópio.

A solução de coagulante foi preparada utilizando-se 1g das sementes de moringa descascadas e trituradas no liquidificador em 100 mL de solução salina de NaCl (1M). Após trituração, a solução foi agitada por 30 min e filtrada a vácuo.

A concentração da solução salina 1M foi utilizada neste trabalho, devido à eficiência de remoção comprovada por trabalhos da literatura. Madrona *et al.* (2010) avaliaram o teor de proteína da semente de MO cultivada no Paraná e, quando comparada com a extração aquosa e com solução salina NaCl em diferentes molaridades (0,01; 0,1 e 1 M), encontraram melhores remoções de cor, turbidez e compostos com absorção em UV-254nm para a maior molaridade, ou seja, solução de NaCl 1M para águas de alta turbidez (550 NTU), aproximadamente 99,7% de remoção.

O coagulante comercial Tanfloc SG, fornecido pela empresa Tanac S.A., foi escolhido para servir de base para comparação com o coagulante MO. É um polímero orgânico-catiônico de baixo peso molecular, de origem essencialmente vegetal. É extraído através de um processo de lixiviação aquosa da casca da Acácia Negra (TANAC, 2007). Foi fornecido na forma de partículas sólidas que foram dissolvidas em água deionizada para o preparo da solução utilizada nos ensaios.

Na determinação experimental da concentração ótima dos coagulantes, os testes de coagulação/floculação/sedimentação (C/F/S) foram

conduzidos em um equipamento *jar test* (Nova Ética – modelo 218 LDB). Foram utilizados béqueres de 200 mL nos ensaios para minimizar a geração de resíduos, já que para as análises de turbidez, cor aparente e contagem de células de *C. raciborskii* eram utilizadas um pequeno volume.

Para avaliar a eficiência do processo de tratamento, as amostras de água foram medidas antes e depois do processo de C/F/S. A cor, medida em espectrofotômetro HACH DR/2010, por comparação visual com padrão de cobalto-platina e, a turbidez, determinada pelo turbidímetro (HACH 2100P), segundo procedimento recomendado pelo Standard Methods (APHA, 2005). E para a medida do pH foi utilizado o pH-metro Digimed DM-2, conforme a metodologia descrita no manual do aparelho. As contagens de células de cianobactéria foram realizadas em microscópio (*Olympus BX51*) com auxílio de uma lâmina de microscópio com marcação em quadrante e de dimensões conhecidas, denominada câmara de Neubauer. Essa câmara, além de requerer pequena quantidade da amostra (100 µL), tem a vantagem do trabalho de contagem ser facilitado pela existência das marcações na própria lâmina.

Nos ensaios variou-se a dosagem das soluções coagulantes nas concentrações de 25 a 300 mg/L (NISHI *et al.*, 2011), em pH 7. Optou-se por utilizar o pH 7, pois, de acordo com a literatura, a MO não altera o pH da água tratada por não consumir alcalinidade do meio (MADRONA *et al.*, 2010; NISHI *et al.*, 2010). O mesmo comportamento é observado para o coagulante Tanfloc, onde o pH ideal se encontra na faixa entre 7-8 (TANAC, 2007).

As condições experimentais para o processo de C/F/S foram: gradiente de mistura rápida (100 rpm); tempo de mistura rápida (3 min); gradiente de mistura lenta (10 rpm); tempo de mistura lenta (15 min) e tempo de decantação (60 min) (MADRONA *et al.*, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESULTADOS PARA APLICAÇÃO DO EXTRATO DE MO COM NACL (1M)

As figuras 2a a 2f mostram a porcentagem de remoção de cianobactéria, cor aparente e turbidez, respectivamente para as diferentes concentrações de solução coagulante, utilizadas no processo de C/F/S para as diferentes condições de turbidez inicial.

De acordo com os resultados obtidos, a remoção de *C. raciborskii* foi maior na turbidez baixa (50 NTU), com uma média de remoção de ≈85,5% (Figura 2a). Para turbidez 450 NTU (Figura 2b), as melhores remoções desta espécie foram com a utilização da menor dosagem do coagulante entre 25 à 75 mg/L, com uma média de remoção entre 61,5 à 80,0%.

Segundo Vlaski, Van Breeman e Alaerts (1996), as etapas de coagulação/floculação durante o tratamento são, provavelmente, as mais críticas para a remoção de cianobactérias. Edzwald (1993) atribuiu à estabilidade da suspensão das cianobactérias, o que dificulta a sua remoção por processos de tratamento de água convencionais, a três fatores: (1) interação eletrostática repulsiva, por causa da carga superficial, (2) efeito hidrofílico, em razão das moléculas de água adsorvidas na superfície das células e (3) efeito estérico, devido às macromoléculas adsorvidas ou matéria orgânica extracelular.

Cianobactérias que apresentam estruturas mais ou menos esféricas e com superfícies suaves lisas podem ser desestabilizadas pelo mecanismo de adsorção e neutralização de cargas, enquanto a remoção de organismos não esféricos, grande e filamentosos, como é o caso da cianobactéria tratada neste estudo, há predomínio da varredura (HENDERSON; PARSONS; JEFFERSON, 2010).

Coral (2009) utilizou o coagulante policloreto de alumínio (PAC) para a remoção de células da espécie *C. raciborskii*. O autor chegou a uma remoção de

97,5% das células e uma redução da turbidez de 74%. Porém, as concentrações de alumínio residual na água ficaram acima do permitido pela Portaria 518/2004 do Ministério da saúde. Desta forma, ressalta-se o uso de coagulantes naturais, mais especificamente, a MO.

Segundo Coelho *et al.* (2006), a proteína encontrada

na MO é a lectina, que é a responsável pelo processo de clarificação da água. Quando essa semente é extraída por meio de uma solução salina NaCl 1M, sua atividade coagulante apresenta uma eficiência de 7,4 vezes maior que a solução preparada somente com água destilada (OKUDA *et al.*, 2001).

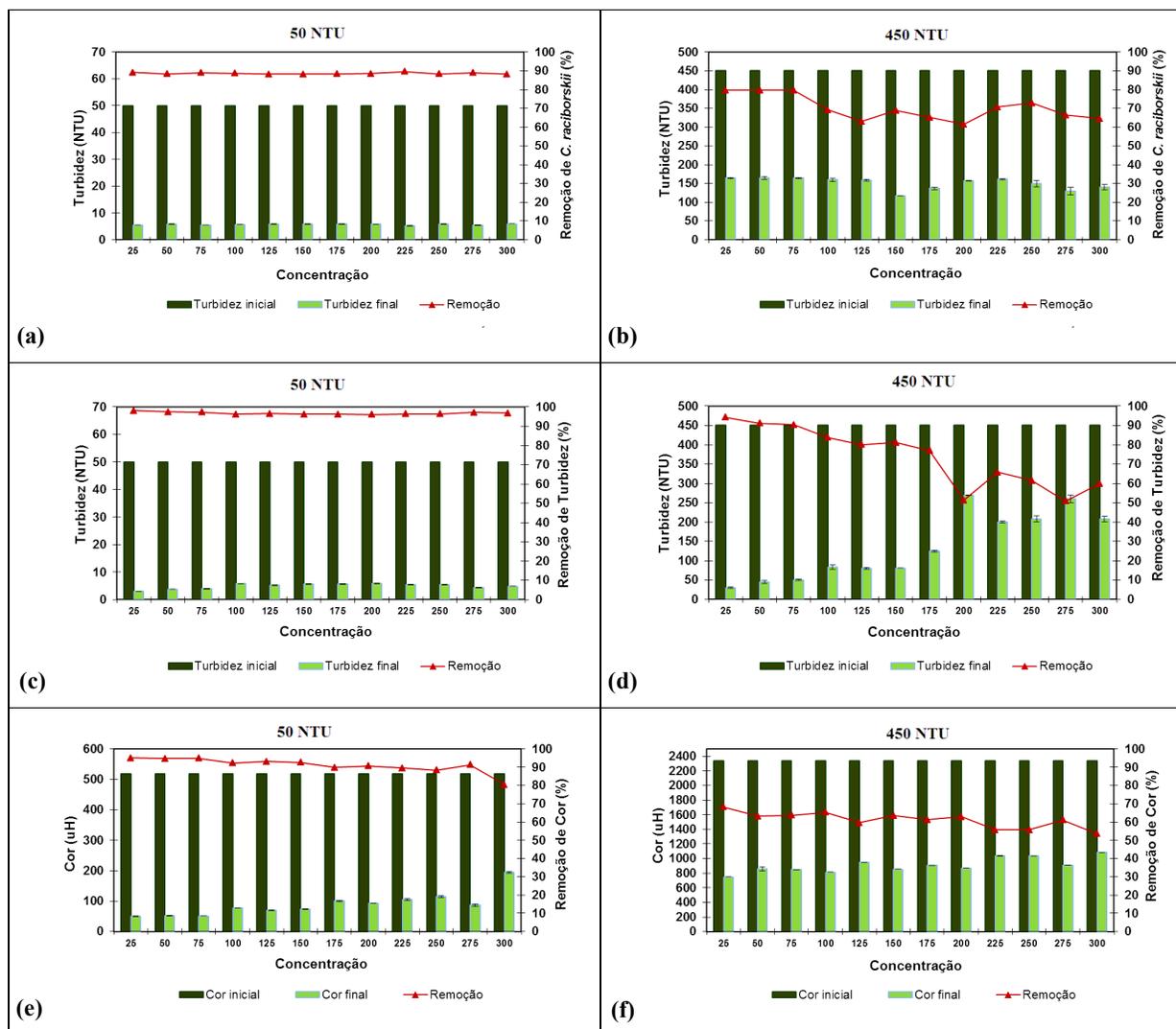


Figura 2 – Porcentagem de remoção para os diferentes valores de turbidez inicial: remoção de *C. raciborskii* (a) 50NTU, (b) 450 NTU; remoção de turbidez (c) 50NTU, (d) 450 NTU; remoção de cor aparente (e) 50NTU, (f) 450 NTU, usando a extração salina com NaCl (1M).

Poucos trabalhos são encontrados na literatura utilizando MO para a remoção de *C. racoborskii*. Desta

forma, necessitou de ser embasado em trabalhos desenvolvidos para outras espécies. Nishi *et al.*

(2010), utilizando extração aquosa com semente de MO no processo de coagulação/floculação, obtiveram resultados satisfatório na redução de *Microcystis protocystis*, cor aparente e turbidez, com valores de remoção em torno de 91%, 97% e 99,2%, respectivamente. Os autores observaram também que os melhores resultados obtidos foram para turbidez inicial alta (350 e 450 NTU) e com elevada concentração do coagulante (200 mg/L). O mesmo comportamento foi observado por Zablonky *et al.* (2012), com a espécie *Microcystis aeruginosa* (10^7 células/mL). Os autores observaram que a extração aquosa com MO não apresentou resultados satisfatórios para turbidez baixa (50, 150, 250 NTU), estando diretamente ligado ao aumento da carga orgânica, em decorrência da própria semente. Em contrapartida, os resultados obtidos no presente estudo utilizando a solução salina NaCl (1M), foram satisfatório: (1) para a turbidez 50 NTU não promoveu o aumento de matéria orgânica dissolvida na água; (2) para a turbidez 450 NTU, sugere uma menor dosagem do coagulante a ser utilizada no processo de C/F/S.

O comportamento para a remoção de turbidez (figuras 2c-d) e cor (figuras 2e-f) foi próximo dos encontrados para a remoção de cianobactéria (figuras 2a-b). Para a turbidez as melhores remoções obtidas foram de 50 a 94% para turbidez inicial 450 NTU (Figura 2d). Já para a cor a melhor eficiência foi para turbidez inicial 50 NTU com valores entre 80 a 95% (Figura 2e).

3.2 RESULTADOS PARA APLICAÇÃO DO TANFLOC SG

As Figuras 3a a 3f apresentam a porcentagem de remoção de cianobactéria, cor e turbidez, respectivamente, para as diferentes concentrações de

solução coagulante utilizadas no processo de coagulação/floculação em variados valores de turbidez inicial. A remoção de cianobactéria (figuras 3a-b) para turbidez inicial baixa (50NTU) foi $\leq 90,0\%$. E para turbidez inicial de 450 NTU, foi entre 36,4 e 96,7%. Com relação à turbidez (figuras 3c-d) as melhores remoções foram para 98,0% (50 NTU) e 87,5% (450 NTU). Já para a cor (figuras 3e-f) a eficiência da remoção foi bem maior quando comparado com a solução salina NaCl (figuras 2e-f). A melhor remoção foi de 99,1% (50 NTU) e 94,3% (450 NTU).

Os valores de remoção obtidos para *C. raciborskii*, turbidez e cor a partir do coagulante comercial Tanfloc SG foram bem próximas dos encontrados para solução salina NaCl (1M). Porém, observou-se que as melhores eficiências de remoção dos parâmetros avaliados para turbidez inicial 450 NTU ocorreram com o aumento da concentração do coagulante a partir da dosagem de 175 mg/L, ao contrário do observado pela solução salina de MO.

Durante os ensaios, em algumas ocasiões foi observada a presença de heterocisto nos tricomas da *C. raciborskii*, o que corresponde a uma modificação da célula que possibilita ao organismo a fixação de nitrogênio atmosférico, quando ocorre a ausência deste no meio. A presença de acineto, que proporciona a formação de células de resistência em condições ambientais não ideais. Além da presença de aerótopos em seu conteúdo celular, que permite o posicionamento na coluna d'água.

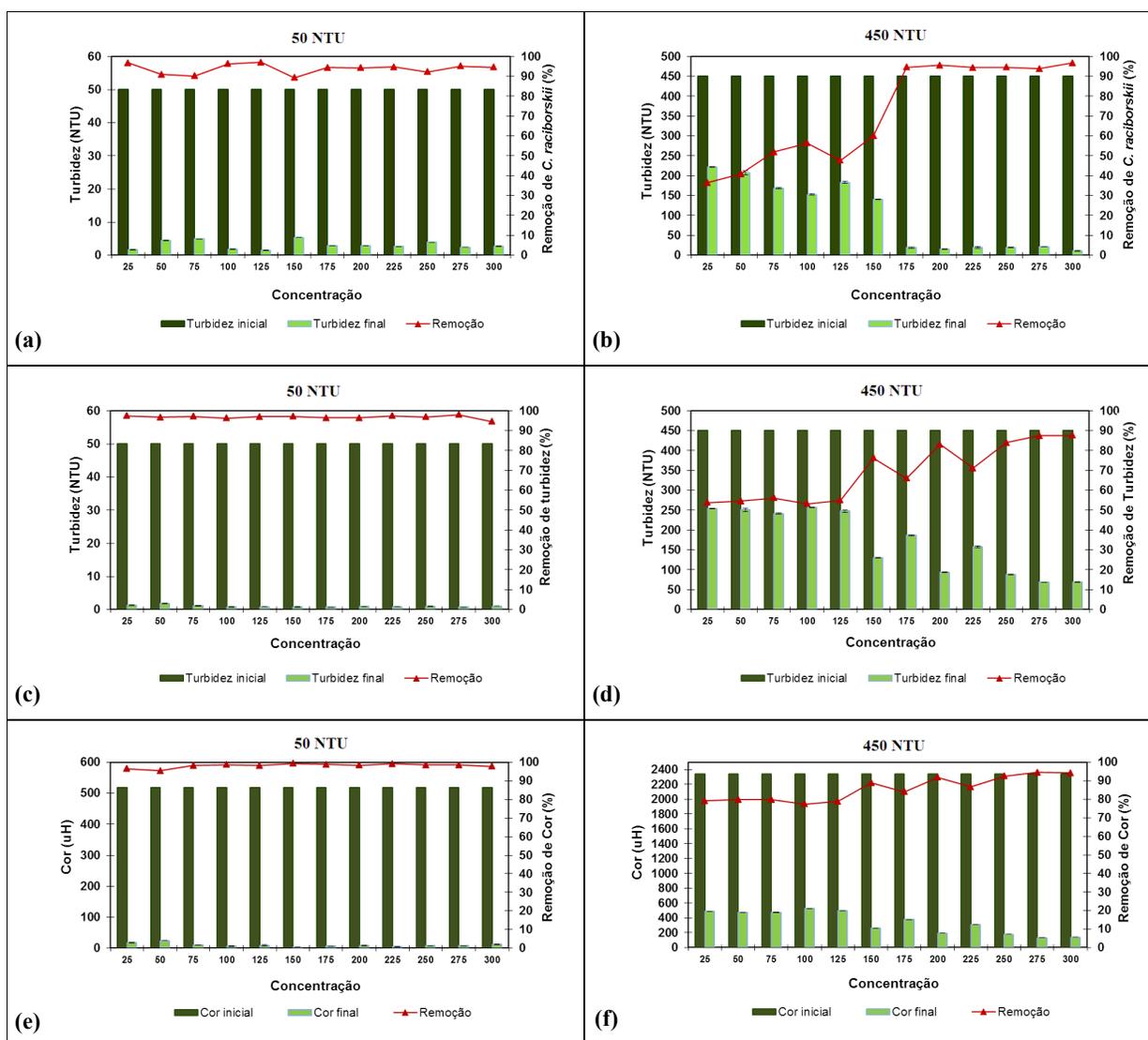


Figura 3 – Porcentagem de remoção para os diferentes valores de turbidez inicial: remoção de *C. raciborskii* (a) 50NTU, (b) 450 NTU; remoção de turbidez (c) 50NTU, (d) 450 NTU; remoção de cor aparente (e) 50NTU, (f) 450 NTU, usando o coagulante comercial Tanfloc SG.

4 CONCLUSÕES

Resultados obtidos para aplicação do extrato salino de MO foram bem próximos dos encontrados para o Tanfloc SG.

Para a turbidez 50 NTU, a utilização do extrato salino de MO não promoveu aumento de matéria orgânica dissolvida na água de estudo. E para turbidez 450 NTU as melhores remoções de *C. raciborskii*, turbidez e cor foram entre 50 a 75 mg/L, sugerindo assim, uma

menor dosagem do coagulante a ser utilizada na etapa de C/F/S.

Em contrapartida, a melhor eficiência com o Tanfloc SG foi com o aumento da concentração do coagulante, principalmente para a turbidez alta (450 NTU).

A utilização dos coagulantes naturais na etapa de C/F/S para a remoção da espécie *C. raciborskii* pode atingir eficiência $\leq 80\%$ com a MO e $\leq 90\%$ com o Tanfloc SG.

Porém, como a remoção das células de cianobactéria nessa etapa não foi completa, estudos futuros são necessários com a combinação de outras técnicas de tratamento, bem como pesquisas em relação ao comportamento desses coagulantes na remoção das cianotoxinas.

A utilização do pH 7 para ambos os coagulantes estudados, obteve uma grande eficiência para todos os parâmetros avaliados.

Neste sentido, o coagulante à base de sementes de MO é tão eficiente quanto Tanfloc e podendo ser empregado em pequenas comunidades rurais, onde não há tratamento de água adequado, além de ser de

fácil acesso e de baixo custo. Desta forma, a utilização destes coagulantes naturais traz benefícios econômicos para os países produtores, além de se constituir uma alternativa ambientalmente correta.

AGRADECIMENTOS

À professora Dr. Maria do Carmo Bittencourt de Oliveira por ceder as cepas de *C. raciborskii* (ITEP31) do BCCUSP (Brazilian Cyanobacterial Collection of University of São Paulo)

Ao CNPQ pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

APHA. **American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 21st, Centennial Edition, Washington, 2005.

CHORUS, I., BARTRAM, J. **Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management.** World Health Organization/E&FN. Spon/Routledge, London, 1999.

CARVALHO, S. M. C.; PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, E. R. A; MACAMBIRA B. M. T.; MOURA, S. R. Primeiro registro de florações de cianobactérias tóxicas em reservatório utilizado para abastecimento público no Estado do Ceará. In: VIII SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, SIBESA, Fortaleza- Ceará, Brasil. **Anais...** p. 1-8, 2006.

COELHO, N. M. M.; DE PAULA, L. O.; MIRANDA, F. M.; DA SILVA, C. A. Uso da *Moringa oleifera* para Remoção de Flúor em Águas. **Revista Analytica.** (2): 72-75, 2006.

CORAL, L. A. **Remoção de cianobactérias e cianotoxinas em águas de abastecimento pela associação de flotação por ar dissolvido e nanofiltração.** Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2009.

EDZWALD J. K. Algae, bubbles, coagulants and dissolved air flotation. **Water Science and Technology**, 27 (10), 67-81, 1993.

HENDERSON R. K.; PARSONS S. A.; JEFFERSON B. The impact of differing cell and algal organic matter (AOM) characteristics on the coagulation and flotation of algae. **Water Research** 44 (12), 3617-3624, 2010.

JAHN, S. A. A. Monitored water coagulation with *Moringa* seeds in village households. **GTZ: Gate. Eschborn**, n.1, p. 40-41, 1989.

LÜRLING, M.; BEEKMAN W. Anti-cyanobacterial activity of *Moringa oleifera* seeds. **J Appl Phycol.** 22(4): 503-510, 2010.

KATAYON, S., NOOR, M. J. M. M., TAT, W. K., HALIM, G. A., THAMER, A. M., BADRONISA, Y. Effect of natural coagulant application on microfiltration performance in treatment of secondary oxidation pond effluent. **Deslination**, 2004: 204-212, 2007.

MADRONA, G.S.; SERPELLONI, G.B.; VIEIRA, A.M.S.; NISHI, L.; CARDOSO, K.C.; BERGAMASCO, R. Study of the Effect of saline Solution on the Extraction of the *Moringa oleifera* Seed's Active Component for Water Treatment. **Water, Air and Soil Pollution** 211 (1-4), 409-415, 2010.

- MOLICA, R. J. R.; OLIVEIRA, E. J. A.; CARVALHO, P. V. V. C.; COSTA, A. P. N. S. F.; CUNHA, M. C. C.; MELO, G. L.; AZEVEDO, S. M. F. O. Occurrence of saxitoxins and na anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in Brazilian drinking water supply. **Harmful Algae** 4: 743-753, 2005.
- NISHI, L., GUILHERME, A. L. F., VIEIRA, A. M. S., de ARAUJO, A. A., AMBROSIO-UGRli, M. C. B., BERGAMASCO, R. Cyanobacteria removal by coagulation/flocculation with seeds of the natural coagulant *Moringa oleifera* Lam. **Chemical Engineering Transactions** 24, 1129-1134, 2011.
- RESENDE, S. M.; MACHADO, M. I. Ocorrência de cianobactéria em represas e estações de tratamento de água no abastecimento público da cidade de Uberlândia, Minas Gerais – 2004. In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL ABES, **Anais...** Campo Grande- MS, Brasil, p.1-9, 2005.
- OKUDA, T.; BAES, A. U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. Isolation and characterizations of coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution. **Water Research**, 35(2), 405-410, 2001.
- RONDEAU, V.; COMMENGES, D.; JACQMIN-GADDA, H.; DARTGUES, J. F. Relation between Aluminum Concentrations in Drinking Water and Alzheimer's Diseases: An 8-year Follow- up Study. **American Journal of Epidemiology**. 152: (1), 59-66, 2000.
- SANTOS, H. A. P St.; COSTA, C. H.; MOSER, M. C.; SALOMON, P. S.; MATIAS, W. G. Estudo da toxicidade de *Cilindrospermopsis raciborskii* na lagoa do Peri, Florianópolis- SC: subsídios para estratégias de manejos. In: 24º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, ABES, **Anais...** Belo Horizonte- MG, Brasil, p. 1-7, 2007.
- SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M. T. P., WERNER, V. R., DOGO, C. R., RIOS, F. R., de CARVALHO, L. R. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. **Algological Studies** 126 (1), 251–265, 2008.
- SILVESTRE, A. N.; CARVALHO, P. V. B. C.; MUORA, E. B. A.; OLIVEIRA, M. S. Florações tóxicas de cianobactérias do gênero *Cilindrospermopsis* em mananciais de abastecimento público no estado de Pernambuco. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, ABES, **Anais...** Rio de Janeiro, Brasil, 3794-3802, 1999.
- STOPPE, N. C.; SATO, M. I. Z.; UMBUZEIRO, G. A. Avaliação da mutagenicidade de culturas de algas *Cilindrospermopsis raciborskii* isoladas do Reservatório Billings. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, ABES, **Anais...** Rio de Janeiro, Brasil, 2961-2969, 1999.
- TANAC S. A. (2007). Manual- Tanfloc SG. Disponível em: <www.tanac.com.br>. Acesso em: 2 mar.2011.
- VLASKI, A.; VAN BREEMAN, A. N.; ALAERTS, G. J. Optimisation of coagulation conditions for the removal of cyanobacteria by dissolved air flotation or sedimentation. **Journal Water SRT- AQUA**, 45 (5), 253-261, 1996.
- YUNES, J. S.; CUNHA, N. T.; CONTE, S. M.; GIORDANI, A. T.; RABELLO, I. M. M.; BENDATTI, M. M.; MAIZONAVE, C. R.; GRANADA, G. L.; HEIN, R. P.; COIMBRA, N. J. Programa AGUAAN: Agilização do Gerenciamento e Utilização de Água com Algas Nocivas. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** Porto Alegre, RS. Brasil, 2000.
- ZABLONSKY, J. R. **Avaliação da remoção de cianobactérias e cianotoxinas de ambientes eutrofizados por coagulação e membranas filtrantes**. Dissertação (Mestrado) –UTFPR. Curitiba. 2012.