



USO DO MANDACARU (*Cereus jamacaru*) COMO COAGULANTE NATURAL PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA



USE OF MANDACARU (*Cereus Jamacaru*) AS A NATURAL COAGULANT FOR WATER TREATMENT

SANTOS, Joicy Ribeiro dos^{1*}; VIEIRA, Maslândia Nogueira²

^{1,2} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, campus Currais Novos, Licenciatura em Química, R Manoel Lopes Filho, nº 773, Valfredo Galvão, CEP 59380-000, Currais Novos – RN, Brasil
(fone: +55 84 3412 2018)

* Autor correspondente
e-mail: joicylp@gmail.com

Received 06 May 2018; received in revised form 09 May 2018; accepted 30 May 2018

RESUMO

A água passa por várias etapas nas Estações de Tratamento de Água, uma delas utilizam-se coagulantes industriais para diminuir a turbidez. Mesmo sendo muito eficiente nesse processo, apresentam muitas desvantagens, como a produção de uma grande quantidade de lodo que é jogado em rios. É crescente o número de pesquisas que visam substituir os coagulantes industriais por coagulantes naturais. Alguns trabalhos publicados utilizam o polímero extraído de diferentes espécies de cactos. Com o objetivo de obter uma metodologia simples para o tratamento de água, utilizando produto natural no processo de coagulação/floculação, esse trabalho faz uso do cacto Mandacaru. A água utilizada foi coletada do açude Dourado, na cidade de Currais Novos – RN. Foram analisados os parâmetros de turbidez e pH em triplicata. Os resultados obtidos mostraram que a parte do Mandacaru entre miolo e casca, nomeada de parte externa, apresentou-se mais eficiente. As análises realizadas no tempo de 240 minutos utilizando 1g do material obtiveram reduções nos valores de turbidez acima de 90%. Mostrando assim sua eficiência no processo, chegando a valores abaixo de 5 UNT, como recomenda a legislação. Não houve alteração significativa nos valores de pH nos sistemas analisados. Comunidades rurais poderão utilizar a metodologia em águas barrentas.

Palavras-chave: Cacto, coagulação, floculação, turbidez, pH.

ABSTRACT

Before arriving at our houses, it passes for many steps on Water Treatment Stations, wherein one of them it is used industrial coagulants, mainly aluminum sulphate, in order to reduce the turbidity. Even being much efficient on that process, this coagulant shows many disadvantages, as the production in a large amount of sludge (which is dumped on rivers). It is growing the number of research which looks for substitute industrial coagulants for natural ones. Some published works use extracted polymer from different types of cactus. In order to obtain one simple methodology for water treatment, using a natural product on coagulation/flocculation process, this work uses cactus Mandacaru. The used water on this research was collected from Dourado River, in Currais Novos-RN. The parameters of turbidity and pH in triplicate were analyzed. The obtained results showed that the part of cactus between the core and the shell, named extern part, it showed more efficient. Analyses done for 240 minutes, using 1g of that material obtained reductions in turbidity value bigger than 90%. arriving to value less than 5 UNT, as recommend by legislation. There was no significant alteration in pH values of studied systems. Rural communities will be able to use this methodology in muddy water.

Keywords: Cacto, coagulation, flocculation, turbidity, pH.

INTRODUÇÃO

A água tem importância fundamental no equilíbrio e manutenção de todos os seres vivos e é o constituinte mais abundante na matéria viva (Bruni, 1993). A finalidade de seu uso irá determinar as qualidades necessárias de acordo com os parâmetros de qualidade químicos, físicos e microbiológicos (Richter; Azevedo Netto, 1991). Para atender a esses parâmetros, exigidos pela Portaria nº 2.914/2011, ela passa por uma série de tratamento nas Estações de Tratamento de Água, ETAs.

Uma que se destaca é a coagulação/floculação, processo onde utiliza-se coagulante com o intuito de reduzir ou eliminar compostos presentes na água, que causam modificações na sua cor, e devem ser eliminados na etapa da decantação (Lenz; Zara; Ostrowski, 2012).

A água tratada não é abundante, principalmente em pequenas comunidades localizadas em cidades do interior do Brasil, especificamente as do nordeste, onde a água é ainda mais difícil de ser obtida, visto que a seca é dominante nessa região. Em muitas dessas comunidades, ainda não abastecidas de água tratada por companhia de água, as únicas fontes para obtenção desse recurso são poços, barreiros ou açudes (Silva, 2012).

O coagulante mais utilizado nas ETAs é o sulfato de alumínio. Um problema nesse tipo de tratamento, que causa impacto ambiental, é que são geradas grandes quantidades de lodo, dentre outros resíduos (rejeitos), que ficam nos tanques de decantação e nos filtros, e que são lançados nos rios (Cordeiro, 2001).

Com o propósito de substituir os coagulantes industriais, estudos são realizados para se obter coagulantes de origem natural, uma vez que estes não causam danos ao meio ambiente, pois são biodegradáveis (Martinez, Chávez, Díaz, Chacín, e Fernández 2003). Coagulantes que, além de não prejudicarem o meio ambiente, tenham baixo custo, apresentem alta eficiência e sejam de fácil aplicação, são os mais procurados para serem utilizados.

Alguns trabalhos já publicados fazem uso, no tratamento de água, de polímeros naturais extraídos de vegetais, inclusive de algumas

espécies de cactos, a Tabela 1 descreve alguns deles estudados. Dos listados, não foi encontrado nenhum estudo que utilize diretamente o cacto no tratamento de água. O que tem descrito na literatura são aplicações de extratos obtidos de alguns vegetais, dentre eles cactos. A obtenção desses extratos é uma etapa adicional, que demanda reagentes, mais trabalho e tempo.

Tendo em vista todos os problemas relacionados à utilização de coagulantes comerciais, o presente trabalho procurou desenvolver uma metodologia simples, que pudesse ser aplicada em comunidades carentes, utilizando o Mandacaru *in natura* no processo de coagulação/floculação do tratamento da água barrenta. Nesse estudo, utilizou-se água proveniente do açude Dourado, localizado na cidade de Currais Novos - RN.

PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Coleta e preparo do cacto

Para as análises, foram coletados, entre os meses de setembro e dezembro de 2017, diversos pedaços de diferentes ramificações de espécimes do Mandacaru. Logo após a coleta, foi retirada toda a parte com espinhos e lavada sua superfície com água destilada. Foi dividido em três partes diferentes: parte externa com casca, parte externa sem casca e miolo (Figura 1), que para simplificar foram chamadas de casca, externa e miolo, respectivamente.



Figura 1. Diferentes partes do cacto: casca, miolo, externa.

2.2. Coleta da água

As coletas foram realizadas no açude Dourado, no município de Currais Novos/RN, entre os meses de setembro e dezembro de 2017. Para cada semana de estudos foram coletados 4 litros de água e armazenadas em garrafas de polietileno tereftalato (PET), previamente higienizadas.

2.3. Caracterização da água do açude

O pH foi medido antes e em diferentes tempos após a adição do cacto na água, usando o pH-metro (PH METER MODEL – PHS-3B). A turbidez foi medida da mesma maneira usando o turbidímetro (Modelo DLT-W). Todos esses parâmetros foram medidos utilizando-se sistemas em triplicata e os resultados expressos pela média e desvio padrão dos valores obtidos pelos sistemas.

2.4. Avaliação do cacto Mandacaru como coagulante

Devido as diferenças nas ramificações do cacto recolhido, optou-se por coletar apenas pedaços que estavam mais desenvolvidos. A escolha da parte mais eficiente como coagulante foi feita comparando-se medidas de turbidez da água com as diferentes partes do cacto (casca, miolo e externa), em diferentes tempos.

Foram montados, em béqueres de 150 mL, três sistemas com cada uma das partes, usando-se a proporção de 1g de pedaços de cacto para 100 mL de água do açude. A turbidez e pH iniciais (antes de adicionar o cacto) foram medidos. Após a adição do cacto, todos os sistemas passaram pelo “processo de mistura rápida” (agitação manual com um bastão de vidro, por 1 minuto). Após, deixou-se os sistemas em repouso, para o processo de decantação durante o tempo de 480 minutos. Em determinados tempos (primeiros 240 minutos, a cada 30 minutos e até o fim do tempo, a cada 1 hora) retirava-se de cada sistema uma alíquota de água e media-se a turbidez. As alíquotas foram retiradas com uma pipeta de plástico, com cuidado para não baldear. Após realizar a medida, a alíquota era devolvida ao sistema.

Após a escolha da parte mais eficiente, realizou-se o estudo da variação do mandacaru na água, adicionando-se diferentes quantidades da parte analisada: 0g; 0,5g; 1,0g e 1,5g, utilizando a mesma metodologia descrita anteriormente.

Para efeito da turbidez inicial, os sistemas foram variados entre $220 \pm 0,00$ e $273,33 \pm 1,53$ UNT, e o tempo reduzido para 240 minutos. Também foi investigada a possibilidade do cacto estar liberando substâncias na água, afetando assim, de forma negativa a turbidez. Foi realizada utilizando a mesma metodologia do

“processo de mistura rápida” com a parte externa e água destilada (em substituição à água do açude). O sistema foi nomeado de “branco” e a turbidez monitorada por um tempo total de 240 minutos.

Em todos os sistemas descritos, foi feita a avaliação da ação do cacto no pH da água. Utilizou-se a mesma alíquota que era retirada para a turbidez. Por uma questão de simplificação, serão apresentados apenas os resultados obtidos nos sistemas usados para realizar o estudo do efeito da turbidez inicial da água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

3.1 Análise da estrutura das ramificações do Mandacaru

A estrutura das ramificações do cacto Mandacaru foi avaliada desde o momento da coleta até sua aplicação no laboratório. Algumas ramificações apresentaram-se mais desenvolvidas e outras menos desenvolvidas, de acordo com o tamanho do seu miolo (Figura 2).

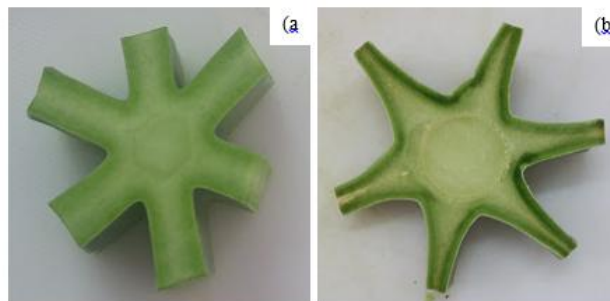


Figura 2. Diferença entre os miolos: a) Miolo não desenvolvido b) Miolo desenvolvido.

Essas diferenças na estrutura interferiram na análise, pois o miolo não desenvolvido apresentou diferença na sua coloração liberando substâncias à água (Figura 3). Já o outro tipo, não aconteceu esse escurecimento, por isso optou-se por escolher apenas pedaços que tivessem desenvolvido seu miolo. Geralmente, é preciso retirar uma grande parte da ramificação, pois o melhor miolo encontra-se na parte inferior, e para não perdê-la Cavalcante (2013) diz que a parte que será descartada (miolo pouco desenvolvido) poderá ser replantada, basta que se espere o tempo de cicatrização que demora cerca de 7 a 10 dias e então poderá ser plantada em solo úmido, onde criará raízes. Outra opção é usar a parte do cacto como forrageiro.

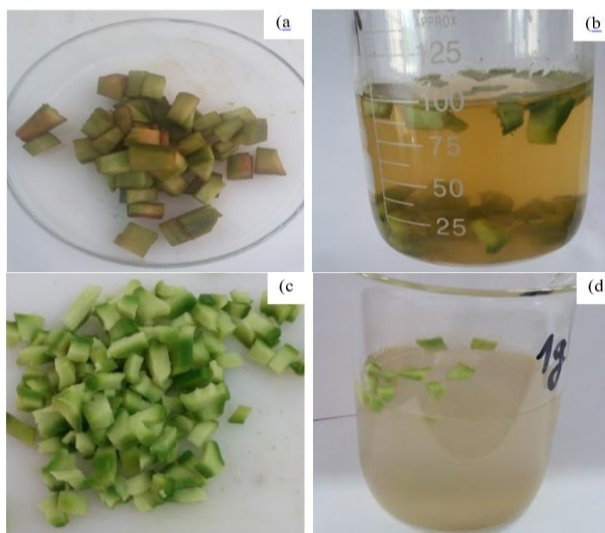


Figura 3. a) Cacto com miolo pouco desenvolvido. b) Água em contato com o cacto não desenvolvido. c) Cacto com miolo desenvolvido. d) Água em contato com miolo desenvolvido.

3.2 Análise das diferentes partes do Mandacaru

A Tabela 2 mostra os valores da turbidez em UNT em contato com as diferentes partes do cacto (miolo, casca e externa). A partir desses valores calculou-se a redução ocorrida na turbidez ao decorrer do tempo, em relação ao tempo inicial (0 min).

A escolha da melhor parte como coagulante se deu com a comparação da turbidez dos diferentes sistemas analisados (A, B e C). O sistema A, composto pelo miolo, teve sua redução de $22,08 \pm 0,80\%$ nos primeiros 30 minutos. Ao utilizar a parte da casca, sistema B, esse valor foi de $59,15 \pm 1,72\%$, resultado muito superior ao obtido quando se utiliza o miolo do cacto. Entretanto, a parte externa foi a que apresentou o melhor resultado nesse intervalo, com uma redução de $69,83 \pm 0,65\%$. Esse desempenho superior, em relação as duas outras partes estudadas, se manteve ao longo de 8 horas de análise. No final do estudo, no tempo de 24h, o sistema contendo apenas miolo apresentou o melhor resultado, entretanto a escolha da melhor parte, para estudos posteriores, foi a que se mostrasse mais eficiente, proporcionando a maior redução do menor tempo possível, sendo assim desconsideradas as análises para esse tempo.

Todas as partes analisadas eram gelatinosas, com presença de mucilagem que

segundo Yin (2010) é rica em carboidratos (dentre eles a pectina), armazenando em almofadas internas e externas grande capacidade de retenção de água. A palma, cacto do gênero *Opuntia*, apresentou mucilagem rica em polissacarídeos complexos bastante eficiente na absorção de água. Foram encontrados também L-arabinose, D-galactose, L-ramnose, D-xilose e ácido galacturônico (um dos principais constituintes da pectina em plantas) (Sáenz; Sepúlveda; Matsuhira, 2004). O Coroa de Frade, analisado por Santos Neta (2016), apresentou o extrato rico em pectina. Assim, esse estudo buscou identificar qual das partes avaliadas agia como melhor coagulante natural e aplica-la.

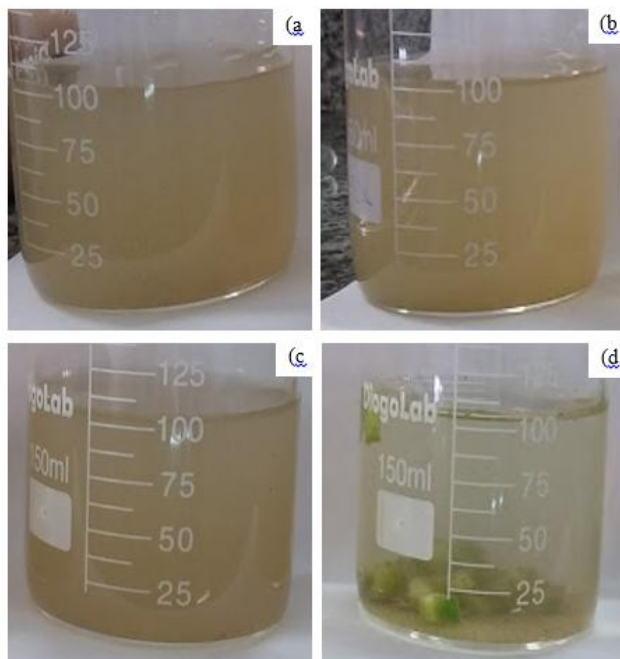
Zara, Thomazini e Lenz (2012) realizaram estudos de remoção da turbidez da água bruta (valor inicial de 20,3 UNT), utilizando extratos do Mandacaru. Concluíram que o polímero extraído quando usado como auxiliar de coagulação/floculação possibilita uma remoção acima da obtida quando usado apenas o coagulante metálico (sem extrato), onde obteve-se redução de cerca de 88% da turbidez inicial.

3.3 Variação da concentração do Mandacaru

Depois da escolha da parte mais eficiente, realizou-se estudos variando a sua concentração, adicionando-se quantidades diferentes de cacto em um mesmo volume de água, como mostra a Tabela 3.

O Sistema A não foi adicionado o cacto, a análise chamada de Branco do Método, para se verificar se a mesma metodologia contribui para a redução da turbidez sem a ação do cacto. Neste sistema observa-se uma pequena redução no valor, de apenas $8,93 \pm 0,37\%$, nos primeiros 30 minutos de análise. Apresentando as menores taxas de redução de turbidez, possivelmente por causa do lento processo de decantação, em decorrência dos pequenos sedimentos em suspensão, devido à ausência dos processos de coagulação/floculação. Os demais sistemas, com a presença do coagulante, apresentaram excelentes resultados, alcançando altos valores de redução em poucos minutos. O melhor desempenho foi observado do sistema C, onde utilizou-se 1g de cacto. Comparando-se o sistema contendo apenas água do açude (Sistema A) com os demais onde adicionou-se o Mandacaru (Sistemas B, C e D) fica evidente a importância da aplicação do cacto para acelerar o processo de decantação, permitindo obter uma

água livre de sedimentos em um tempo mais curto, pois o cacto libera substâncias para água que agem como coagulante e atuam no processo de coagulação/floculação dos sedimentos em suspensão, produzindo grandes flocos que sedimentam mais rapidamente. A Figura 4 mostra um sistema contendo apenas água do



açude e outro contendo 1g de cacto, no tempo inicial e final da análise após 240 minutos.

Figura 4: Água do açude Dourado em diferentes tempos de análise. a) Sistema A, no tempo inicial. b) Sistema A, em 240 min de análise. c) Sistema C, no tempo inicial. d) Sistema C, em 240 min de análise.

Lenz, Zara e Thomazini (2011) discutem em seu trabalho a importância da utilização do extrato do Mandacaru para o processo de formação dos flocos, pois este forma mais rapidamente comparado ao sulfato de alumínio. Zara, Thomazini e Lenz (2012) observaram que os flocos formados, quando usado o extrato do Mandacaru como coagulante auxiliar ao sulfato de alumínio, eram maiores e filamentosos (embora em menor quantidade), o que acelerou o tempo de decantação. Diferente do que foi observado apenas com a aplicação do coagulante metálico, onde os flocos, embora em grande quantidade, eram pequenos.

3.4 Efeito da turbidez inicial

Esse estudo avaliou a eficiência do cacto

como coagulante em 4 diferentes amostras de água do açude, variando a turbidez inicial entre $220,00 \pm 0,00$ e $273,33 \pm 1,53$ NTU, como mostra a Tabela 4. Nas análises posteriores, pôde-se observar que a partir de 240 minutos não houve redução significativa nos valores de turbidez. Com o intuito de se chegar a uma metodologia mais simples e rápida, o tempo foi reduzido para 240 minutos.

O sistema A, possuindo a água com o menor valor de turbidez, apresentou os melhores resultados, reduzindo de $220,00 \pm 0,00$ para $18,73 \pm 0,83$ UNT logo nos primeiros 30 minutos ($91,48 \pm 0,38\%$). Em todos os sistemas, a redução foi significativa. Os resultados obtidos ratificam que o Mandacaru atua de forma eficiente na coagulação, indicando que quanto menor o valor inicial da turbidez da água a ser tratada, mais eficiente será o tratamento e menor será seu valor final.

3.5 Análise do cacto em água destilada

Analizou-se a ação do cacto Mandacaru em água destilada (sistema chamado de Branco), averiguando se o cacto libera substâncias na água que afetam a sua turbidez de forma negativa, ou seja, aumentando a turbidez da água. Os resultados obtidos nesse estudo estão na Tabela 5.

Observando os valores presentes na segunda coluna da tabela, referente ao sistema Branco, nota-se que ao longo das 4h o cacto liberou substâncias que aumentaram a turbidez da água destilada, como mostra a Figura 5. A terceira coluna mostra um dos estudos de tratamento de turbidez realizados com o cacto na água do açude, já mostrado e discutido no tópico anterior. A última coluna da tabela (Sistema A – Branco) quantifica a diferença do quanto o cacto “sujou” a água (aumentando a sua turbidez) e o quanto ele limpou, retirando os sólidos suspensos e reduzindo assim, a turbidez. Dessa forma, a partir de 3h de tratamento de turbidez usando o cacto obtém-se valores dentro do limite recomendado pela Portaria nº 2.914/2011, que estabelece que a água deve ter turbidez menor que 5 UNT para se enquadrar na qualidade de água tratada.

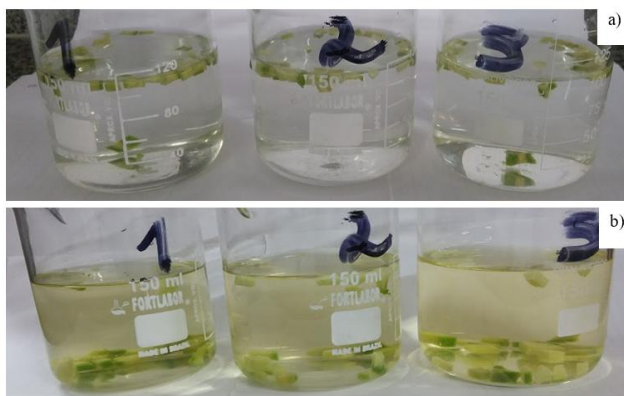


Figura 5: Cacto em água destilada (sistema Branco): a) Início da análise. b) Final da análise.

3.5 Ação do Mandacaru no pH da água

Todas as análises discutidas aqui, não mostraram uma alteração significativa no valor de pH, na Tabela 6 mostra os valores referente ao estudo descrito na Tabela 3. Estando todos dentro do limite recomendado pela Portaria nº 2.914/2011, que estabelece os valores entre 6,0 e 9,5.

CONCLUSÕES:

Esse trabalho propõe uma nova metodologia utilizando o Mandacaru para o tratamento de águas brutas apresentando alta turbidez. O uso do cacto *in natura* é uma opção mais acessível, que poderá ser empregado em comunidades carentes de água tratada, em substituição aos coagulantes industriais, visto que, o Mandacaru é bastante abundante pelo sertão.

Durante as análises, o *Cereus jamacaru* apresentou bons resultados como coagulante. O melhor desempenho foi alcançado quando aplicou-se 1g da parte externa do cacto na água com turbidez mais baixa, obtendo-se redução de $220 \pm 0,00$ para $2,23 \pm 0,85$ UNT. Em todas as análises realizadas, não observou-se alterações significativas nos valores de pH da água. Dessa forma, após o tratamento da água com o Mandacaru, os valores dos dois parâmetros estudados ficaram dentro do exigido pela Legislação nº 2.914/2011, confirmando assim, a viabilidade do uso do Mandacaru no tratamento da turbidez da água.

O cacto é biodegradável, é uma alternativa sustentável e não prejudica o meio

ambiente, diferente do sulfato de alumínio, utilizado nas ETAs, que gera lodo rico em alumínio, um metal persistente que pode prejudicar o meio ambiente e a saúde humana. O lodo produzido após o tratamento da água barrenta usando o cacto *in natura* pode ser jogado no ambiente ou até ser utilizado como adubo, visto que, têm alta concentração de material orgânico. A composição química e estrutural das cactáceas é bastante diversificada, com proteínas, amilase, ácido málico, vitaminas e celulose (Zhang; Zhang; Luo; Yang, 2005). Com toda essa riqueza, o Mandacaru não apresenta toxicidade pois é bastante utilizado como alimento para o gado e com seu caule produz-se medicamentos populares para curar males dos rins.

REFERÊNCIAS:

- BRASIL. Ministério da saúde. **Portaria nº 2.914/2011**. Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 08 fev 2018.
- BRUNI, J. C. A água e a vida. Tempo Social. **Revista de Sociologia da USP**. S. Paulo, 5(1-2): 53-65, 1994. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ts/v5n1-2/0103-2070-ts-05-02-0053.pdf> Acesso em: 26 maio 2017.
- CARDOSO, K. C.; BERGAMASCO, R.; COSSICH, E. S.; MORAES, L. C. K. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2008. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/5493/5493> Acesso em: 15 jun 2017.
- CAPELETE, B. C. **Emprego da quitosana como coagulante no tratamento de água contendo *Microcystis aeruginosa* - avaliação de eficiência e formação de**

- trihalometanos**. 2011. 127f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia, Departamento de Eng. Civil e Ambiental. Brasília/DF, 2011. Disponível em: <<http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/03/Capelete-B-C-Disserta%C3%A7%C3%A3o-Mestrado-1.pdf>> Acesso em: 15 jun 2017.
5. CORDEIRO, J. S. Processamento de lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs). In: ANDREOLI, Cleverson Vitorio. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final**. Rio de Janeiro: Rima. p. 121-141, 2001. Disponível em: <<http://www.unigaia-brasil.org/Cursos/Apresenta/PDFs/Marcelo/Agua/APROVEIT.PDF#page=140>> Acesso em: 02 jun 2017.
 6. DI BERNARDO, A. S. **Influência das condições de aplicação de polímeros catiônicos na eficiência da floculação**. 2000, 207 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-02122015-112130/pt-br.php>>. Acesso em: 17 mar 2018.
 7. LENZ, G. F.; ZARA, R. F.; OSTROWSKI, J. Perspectivas da aplicação de polímero obtido do cacto mandacaru (*Cereus jamacaru*) como floculante no tratamento de água. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (SICITE), 17., 2012, Paraná. **Anais**. Paraná. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/articloe/view/2935>>. Acesso em: 15 maio 2017.
 8. LENZ, G. F. ZARA, R. F.; THOMAZINI, M. H. Ação de polímero natural, extraído do cacto mandacaru (*Cereus jamacaru*), no tratamento de água. In: ENCONTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 3., 2011, Paraná. **Anais**. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.
 9. LIMA, G. J. de A. **Uso de polímero natural do quiabo como auxiliar de floculação e filtração em tratamento de água e esgoto**. 2007, 113f. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental). Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2007/GuilhermeJulioMdeAbreuPEAMB_2007.pdf> Acesso em: 12 jun 2017.
 10. MARTINEZ, D.; CHÁVEZ, M. DÍAZ, A.; CHACÍN, E.; FERNÁNDEZ, N. Performance of *Cactus lefaria* to use like coagulating in the water clarification. **Revista Téc. De la Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia**. v.26. n.1. Abr. 2013. Disponível em: <<http://200.74.222.178/index.php/tecnical/article/view/5794>>. Acesso em: 06 jul 2017.
 11. MILLER, S.; FUGATE, E. J.; CRAVER, V. O.; SMITH, J. A.; ZIMMERMAN, J. B.; Toward understanding the efficacy and mechanism of *Opuntia* spp. as a natural coagulant for potential application in water treatment. **Environmental science & technology**, v. 42, n. 12, p. 4274-4279, 2008. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es7025054>> Acesso em: 09 jan 2018.
 12. SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E. ; MATSUHIRO, B. **Opuntia spp. mucilage's : A functional component with industrial perspectives**. **Journal of Arid Environments**. v. 57, n. 3. p.275-290, 2004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014019630300106X>> Acesso em: 17 mar 2018.
 13. SANTOS NETA, M. do S. da S. **Extração, caracterização e aplicação do polímero natural presente no cacto *Melocactus zehntneri* (coroa de frade) e como coagulante/floculante no tratamento de água**. 2016. 40 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Currais Novos/RN, 2016.

14. SILVA, J. da S. **Estudos da utilização de polímeros naturais como auxiliares de floculação no tratamento de água para fins industriais**. 2012. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Pará. Belém, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/4637>> Acesso em: 21 jun 2017.
15. SILVA, T. S. S. da. **Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto**. 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz. 1999. Disponível em: <<http://portalteses.iciq.fiocruz.br/pdf/FIOCRUZ/1999/silvatssm/capa.pdf>>. Acesso em: 21 jun 2017.
16. SPINELLI, V. A. **Quitosana, polieletrólito natural para o tratamento de água potável**. 2001. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Santa Catarina, 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82191>>. Acesso em: 15 jun 2017.
17. YIN, Chun-Yang. Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. **Process Biochemistry**, v. 45, n. 9, p. 1437-1444, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511310002114>> Acesso em: 09 jan 2018.
18. ZAMPERO, R. **Uso da Semente de *Moringa oleífera* no tratamento do efluente líquido da indústria de vidros**. 2011. 51p. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas de Produção Agropecuária) Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, MG, 2011. Disponível em: <<http://tede2.unifenas.br:8080/jspui/bitstream/jspui/49/1/RosangelaZampero-dissertacaocompleta.pdf>> Acesso em: 09 jan 2018.
19. ZARA, R. F.; THOMAZINI, M H; LENZ, G. F. Estudo da eficiência de polímero natural extraído do cacto Mandacaru (*Cereus jamacaru*) como auxiliar nos processos de coagulação e floculação no tratamento de água. **REA - Revista de estudos ambientais (online)**. Paraná, v.14, n. 2 esp, p. 75-83, 2012. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/2935/2078>>. Acesso em: 26 mai 2017.
20. ZHANG, J; ZHANG, F.; LUO, Y.; YANG, H. A preliminary study on cactus as coagulant in water treatment. **Process Biochemistry**. v. 41. p.730-733, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511305003557>>. Acesso em: 14 jun 2017.

Tabela 1: Alguns trabalhos utilizando polímeros naturais no tratamento de água.

Autores/ano	Polímero natural
Capelete (2011)	Quitosana
Cardoso, Bergamasco, Cossich e Moraes (2008)	Moringa oleifera
Di Bernardo (2000)	Milho e mandioca
Lima (2007)	Quiabo
Martínez, Chávez, Díaz, Chacín e Fernández (2013)	<i>Cactus lefaria</i>
Miller Fugate, Craver, Smith e Zimmerman, (2008)	Opuntia
Oliveira (2015)	<i>Mimosa tenuiflora</i>
Santos Neta (2016)	Coroa de Frade (<i>Melocactus zehntneri</i>)
Silva (1999)	Taninos
Spinelli (2001)	Quitosana (proveniente de cascas de camarão)
Zampero (2011)	<i>Moringa oleifera</i>
Zara, Thomazini e Lenz (2012)	Mandacaru

Fonte: Própria da autora (2017)

Tabela 2: Estudo das diferentes partes do cacto em 100mL de água (valores de turbidez em UNT).

Tempo (min)	Sistema A (1g de miolo)	Sistema B (1g de casca)	Sistema C (1g de externa)
0	274,67 ± 0,58	272,67 ± 2,08	273,33 ± 1,53
30	214,00 ± 2,64	111,50 ± 6,36	82,20 ± 1,55
60	104,00 ± 1,41	94,40 ± 2,12	67,80 ± 1,91
90	99,05 ± 0,49	78,85 ± 1,45	53,00 ± 3,39
120	83,50 ± 1,98	67,65 ± 0,07	50,30 ± 2,97
150	80,15 ± 2,76	64,26 ± 0,85	46,60 ± 1,84
180	71,10 ± 2,97	60,85 ± 0,92	36,00 ± 5,51
210	65,80 ± 0,56	53,60 ± 0,28	32,10 ± 5,51
240	62,30 ± 2,40	50,63 ± 1,11	31,50 ± 1,55
300	56,20 ± 0,42	45,50 ± 1,27	25,43 ± 1,98
360	51,05 ± 0,63	27,96 ± 1,36	24,23 ± 1,20
420	43,00 ± 7,21	26,60 ± 1,35	22,70 ± 1,12
480	35,75 ± 1,48	24,50 ± 1,35	21,93 ± 0,90
24 horas	10,11 ± 0,83	17,50 ± 0,42	17,95 ± 0,77

Fonte: Própria da autora (2017).

Tabela 3: Estudo de diferentes quantidades de cacto em 100mL de água (valores de turbidez em UNT).

Tempo (min)	Sistema A (0 g)	Sistema B (0,5 g)	Sistema C (1,0 g)	Sistema D (1,5 g)
0	246,33 ± 1,15	246,66 ± 1,52	246,00 ± 1,00	244,66 ± 1,53
30	224,33 ± 0,57	77,63 ± 2,24	56,05 ± 0,77	62,65 ± 1,91
60	215,00 ± 1,00	61,07 ± 1,12	47,00 ± 1,69	51,40 ± 2,82
90	113,50 ± 0,71	56,15 ± 0,92	35,70 ± 2,12	45,35 ± 1,34
120	97,70 ± 0,86	51,03 ± 1,85	28,53 ± 0,91	32,90 ± 1,27
150	93,23 ± 2,15	47,80 ± 0,62	25,93 ± 0,77	27,60 ± 0,56
180	79,10 ± 2,40	38,70 ± 0,84	24,86 ± 0,77	25,70 ± 0,28
210	78,16 ± 1,33	34,63 ± 2,80	24,06 ± 0,58	25,10 ± 0,14
240	73,83 ± 0,72	29,05 ± 1,34	23,46 ± 0,23	23,30 ± 2,00
300	65,10 ± 0,52	26,86 ± 0,60	22,00 ± 0,50	23,00 ± 1,13
360	57,30 ± 0,71	24,40 ± 1,10	21,23 ± 0,75	22,15 ± 0,49
420	55,00 ± 0,14	23,40 ± 0,61	20,66 ± 0,40	21,30 ± 1,47
480	53,40 ± 1,13	22,86 ± 0,49	20,13 ± 0,58	22,20 ± 0,56
24h	17,40 ± 0,78	13,36 ± 1,24	18,20 ± 0,62	15,80 ± 2,96

Fonte: Própria da autora (2017).

Tabela 4: Estudo do efeito da turbidez inicial da água (valores de turbidez em UNT).

Tempo (min)	1 g de parte externa do cacto/ 100mL de água			
	Sistema A	Sistema B	Sistema C	Sistema D
0	220,00 ± 0,00	246,00 ± 1,00	266,33 ± 0,57	273,33 ± 1,53
30	18,73 ± 0,83	56,05 ± 0,77	72,85 ± 5,73	82,20 ± 1,55
60	15,83 ± 0,72	47,00 ± 1,69	58,55 ± 1,34	67,80 ± 1,91
90	13,13 ± 1,20	32,30 ± 2,69	49,05 ± 0,64	53,00 ± 3,39
120	10,96 ± 0,60	28,53 ± 0,91	36,85 ± 2,05	50,30 ± 2,97
150	9,09 ± 0,54	25,93 ± 0,77	31,75 ± 5,73	46,60 ± 1,84
180	8,71 ± 0,30	24,86 ± 0,77	25,25 ± 2,61	36,00 ± 5,51
210	8,40 ± 0,55	24,06 ± 0,58	23,70 ± 1,27	32,10 ± 5,51
240	7,73 ± 0,34	23,46 ± 0,23	24,40 ± 2,41	31,50 ± 1,55

Fonte: Própria da autora (2017).

Tabela 5: Estudo do cacto em 100mL de água destilada (valores de turbidez em UNT).

Tempo (min)	Branco	Sistema A	Sistema A – Branco
0	0,06 ± 0,01	220,00 ± 0,00	219,94 ± 0,01
30	2,87 ± 0,07	18,73 ± 0,83	15,85 ± 0,90
60	3,12 ± 0,27	15,83 ± 0,72	12,71 ± 0,99
90	3,97 ± 0,71	13,33 ± 1,20	9,36 ± 1,91
120	4,12 ± 0,51	10,96 ± 0,60	6,84 ± 1,11
150	4,30 ± 0,46	9,09 ± 0,54	5,60 ± 1,00
180	4,54 ± 0,07	8,71 ± 0,30	4,17 ± 0,37
210	4,33 ± 0,45	8,40 ± 0,55	4,07 ± 1,00
240	5,50 ± 0,51	7,73 ± 0,34	2,23 ± 0,85

Fonte: Própria da autora (2017).

Tabela 6: Estudo da ação do Mandacaru no pH da água.

Tempo (min)	1 g de parte externa do cacto/ 100mL de água			
	Sistema A	Sistema B	Sistema C	Sistema D
0	7,76 ± 0,05	7,74 ± 0,03	7,94 ± 0,02	8,18 ± 0,03
30	7,63 ± 0,05	7,43 ± 0,05	7,71 ± 0,02	7,65 ± 0,03
60	7,55 ± 0,04	7,38 ± 0,02	7,69 ± 0,00	7,60 ± 0,09
90	7,64 ± 0,11	7,40 ± 0,06	7,67 ± 0,00	7,61 ± 0,05
120	7,63 ± 0,27	7,35 ± 0,07	7,61 ± 0,02	7,65 ± 0,01
150	7,69 ± 0,03	7,38 ± 0,03	7,66 ± 0,02	7,66 ± 0,01
180	7,72 ± 0,06	7,48 ± 0,05	7,68 ± 0,01	7,66 ± 0,01
210	7,76 ± 0,35	7,53 ± 0,06	7,66 ± 0,03	7,70 ± 0,03
240	7,82 ± 0,02	7,57 ± 0,04	7,20 ± 0,75	7,68 ± 0,04

Fonte: Própria da autora (2017).