X EPCC
Encontro Internacional de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017
ISBN 978-85-459-0773-2

AVALIAÇÃO DE GOMA ARÁBICA COMO AUXILIAR DE FLOCULAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO

Heloise Beatriz Quesada[1], Renata Mariane de Souza[1], Charleston de Oliveira Bezerra[2], Luis Fernando Cusioli[2], Rosangela Bergamasco[3], Flávia Vieira da Silva Medeiros[4]

[1]Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão. E-mail: heloisequesada@gmail.com; renatamarianee@gmail.com.
[2] Acadêmico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá. E-mail: charleston10@gmail.com; luiscusioli@gmail.com.
[3] Docente, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá. E-mail: ro.bergamasco@hotmail.com.
[4] Orientadora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão. E-mail: flaviavs@gmail.com.

RESUMO

O tratamento convencional de água consiste nas etapas de coagulação/floculação. Os sais de alumínio, coagulantes mais utilizados, não são biodegradáveis e podem apresentar problemas ao ambiente e à saúde humana, reforçando a importância da pesquisa de novos coagulantes ou auxiliares de floculação que diminuam a dosagem dos químicos. Para esse fim, os polímeros naturais vêm sendo utilizados em diversas pesquisas científicas. Dessa forma, este trabalho tem como objeto investigar o potencial de aplicação de goma arábica como auxiliar de floculação do coagulante químico Policloreto de Alumínio no tratamento de águas para abastecimento. Para isso foram realizados ensaios de coagulação/floculação em equipamento Jar Test, nos quais foram variados a temperatura de preparação do auxiliar de floculação e o pH da água bruta. As concentrações de PAC e goma arábica foram fixadas em 1 e 0,5ppm, respectivamente. Nos ensaios em pH 10, a adição do auxiliar de floculação contribuiu para a remoção da cor e turbidez, sendo os melhores resultados encontrados com a goma preparada a 100ºC (90,13 e 97,04% de remoção de cor e turbidez, respectivamente). Nos pHs 8 e 10, a adição da goma prejudicou o tratamento, sendo os piores resultados encontrados em pH 8 e goma preparada a 100ºC (19,94 e 33,66% de remoção de cor e turbidez, respectivamente). Os resultados indicam o potencial da goma arábica como auxiliar de floculação. A diferença entre os valores de remoção de cor e turbidez expressa a importância da análise das condições operacionais e de preparação do auxiliar.

PALAVRAS-CHAVE: Coagulação; Auxiliar na formação de flocos; Política de saúde.

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são elementos cruciais para o desenvolvimento humano, sendo a água um ponto central acometido no amplo ciclo que liga seres humanos, possuindo diversas implicações, seja na pobreza, saúde e educação (HEREDIA et al., 2010).O acesso à água potável de acordo com os padrões de potabilidade está diretamente ligado à saúde pública e qualidade de vida de uma população. (YIN, 2010).

A poluição das águas resulta das diversas atividades humanas, incluindo industriais, domésticas e agricultura. Essa poluição não é devida somente a derivados do petróleo e despejos orgânicos, mas também por substâncias químicas, como corantes, fertilizantes e pesticidas (CRINI e BADOT, 2007). Quando há a poluição, o tratamento de água se torna necessário (RENAULT et al., 2009).

O abastecimento de água ainda é desigual no mundo, especialmente nos países em desenvolvimento. No Brasil, cerca de 10% da população, ou seja, aproximadamente 17 milhões de pessoas não tem acesso à água tratada de qualidade (GEORGIN et al., 2014). Estes números indicam a necessidade do desenvolvimento de alternativas de tratamento com custos reduzidos que possam atingir esta parcela desassistida da população.

As características físicas da água são determinantes na escolha da tecnologia do tratamento a ser utilizado (DI BERNARDO; DANTAS, 2005). A água bruta que apresenta teores elevados de turbidez exige processos convencionais de tratamento que incluem a coagulação química e floculação seguida de sedimentação (RICHTER; NETTO, 2009).

ISBN 978-85-459-0773-2

O tratamento convencional de água, dentre os métodos mais conhecidos e utilizados, consiste nas etapas de coagulação/floculação. Esse método é o mais empregado devido ao baixo custo de operação, visto que as duas etapas são consideradas eficientes na remoção de coloides, partículas suspensas e dissolvidas. (OLADOJA, 2015). A coagulação promove a desestabilização dos coloides presentes na água bruta a partir da redução das forças que mantém tais partículas separadas (LEE et al., 2012; RICHTER, 2009; RENAULT et al., 2009), e é seguida pela floculação, em que as partículas previamente desestabilizadas se agregam e formam flocos maiores que podem ser efetivamente removidos através da sedimentação e/ou flotação (McCURDY; CARLSON; GREGORY, 2004; RICHTER, 2009; YANG et al, 1016).

Diversos coagulantes/floculantes estão sendo utilizados para remoção de cor e turbidez com finalidade de tornar a água própria para consumo. Sais de alumínio são os coagulantes mais utilizados em conjunto com polímeros orgânicos. Esses coagulantes são, na maioria das vezes, de alto custo e, em vários países, é necessária sua importação (ANASTASAKIS, 2009). O sulfato de alumínio é o coagulante mais utilizado no Brasil, por sua eficiência e baixo custo, porém o mesmo não é biodegradável, podendo apresentar problemas ao ambiente e à saúde humana (CARDOSO et al., 2008). Além disso, são sensíveis a variações de pH, de temperatura, e produzem grande quantidade de lodo (WEI et al., 2003; BRATBY, 2006; SHARMA et al., 2006).

Em substituição a esses polímeros sintéticos, os polímeros naturais vêm sendo utilizados em diversas pesquisas científicas, exercendo papel de coagulante ou auxiliar de floculação. Segundo Renault et al. (2009), polímeros naturais são mais vantajosos em relação aos polímeros inorgânicos pois produzem flocos mais compactos e densos, além de formarem menores volumes de lodo no tratamento. Como complemento, Abreu Lima (2007) afirma que, dessa maneira, quando usados em conjunto com o coagulante químico, esses polímeros podem reduzir o volume do lodo e do residual de alumínio e promover a mesma eficiência de remoção de particulados e matéria orgânica. Portanto, causam menos impactos ao meio ambiente, tanto em relação à biodegradabilidade, quanto à toxicidade.

Alguns polímeros naturais já estudados e que apresentam desempenho satisfatório como auxiliares de floculação são: malva (Malva sylvestris), quitosana (derivada da quitina), tanino (extraída da Acacia mearnsii), cactos (Cactaceae) (BELBAHLOUL; ZOUHRI, 2015; LEE; ROBINSON; CHONG, 2014).

Gomas naturais são polissacarídeos que possuem inúmeras aplicações industriais devido a características positivas, como a não toxicidade e biodegradabilidade, e estudos tem mostrado que tais polímeros também podem se comportar como floculantes (THOMBEREA et al., 2016). Estudos realizados por Gupta e Ako (2005), indicaram que a goma guar pode ser utilizada como auxiliar de floculação no tratamento de águas para abastecimento e análises feitas por Tomazzoni (2009) mostraram a possível aplicação da goma xantana no tratamento de águas para abastecimento. Não foram encontrados estudos que tenham utilizado a goma arábica no tratamento de águas, fortalecendo a importância de estudos com a mesma.

Dessa forma, este trabalho tem como objeto investigar o potencial de aplicação de goma arábica como auxiliar de floculação do coagulante químico Policloreto de Alumínio (PAC) no tratamento de águas para abastecimento, avaliando o desempenho do tratamento com a adição de goma em diferentes condições operacionais.

ISBN 978-85-459-0773-2

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 COLETA E CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA BRUTA

A água bruta foi coletada junto à Estação de Tratamento de Água do município de Campo Mourão. A mesma foi transportada em galões plásticos com capacidade de 5 L para o Núcleo de Pesquisa em Engenharia Ambiental (NUPEA) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. No laboratório, a mesma foi caracterizada segundo os parâmetros de qualidade da água cor, turbidez e pH. A cor foi mensurada no equipamento Colorímetro Digimed DM-COR, turbidez, no equipamento Turbidímetro Hanna HI 98703-02 e pH, e pH, no equipamento pHmetro Kasvi k39-1014B.

2.2 PREPARO DAS SOLUÇÕES

O alcalinizante e acidificante utilizados para a correção do pH da água bruta foi o Hidróxido de Cálcio ($Ca(OH)_2$), e Ácido Clorídrico (HCl). O coagulante em estudo foi o Policloreto de Alumínio (PAC) e o auxiliar de floculação, goma arábica. A solução do coagulante químico foi preparada de modo que 1 mL da solução representasse 1 ppm nos jarros de água bruta, a partir da dissolução de solução concentrada em água destilada a temperatura ambiente, de aproximadamente 25ºC. Já a solução de goma arábica foi preparada de forma que 1 mL representasse 0,1 ppm, a partir da dissolução do produto em pó em água destilada. Como foram avaliadas diferentes condições de preparação do auxiliar nos ensaios de coagulação/floculação, a dissolução foi realizada em três diferentes temperaturas: 80, 90 e 100ºC.

2.3 ENSAIOS DE COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO

Foram realizados ensaios de coagulação/floculação em equipamento *Jar Test* de seis hastes e com velocidade regulável (modelo 218/LDB, Nova Ética, Brasil), onde a água bruta foi colocada em jarros de 1L. Nos ensaios foram variados o pH da água bruta (8, 10 e 12) e a temperatura de preparação do auxiliar de floculação (80, 90 e 100ºC).

Após homogeneização da água durante 1 min, o coagulante foi adicionado em cada jarro na dosagem de 1ppm. A mistura rápida foi de 1min a 120 rpm. A mistura lenta foi de 15min a 50 rpm, sendo o auxiliar de floculação adicionado após 4min do início do processo, na dosagem de 0,5ppm. Ao término das etapas de coagulação e floculação, o equipamento foi desligado e amostras retiradas de cada jarro após o tempo de sedimentação de 15 min para medição de cor, turbidez e pH.

Para melhor visualização dos resultados, foi calculada a porcentagem de remoção (Equação 1) de cor e turbidez e construídos gráficos comparativos entre as condições de preparação de goma arábica para cada valor de pH da água bruta. Na equação 1, Vi é o valor da concentração inicial e Vf é o valor da concentração final (em uC no caso de cor e uT no caso de turbidez).

$$\% \text{ remoção} = \frac{(Vi - Vf)}{Vi} \times 100 \quad (1)$$

ISBN 978-85-459-0773-2

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de remoção de cor e turbidez dos ensaios de coagulação/floculação realizados em pH 8, após o tempo de sedimentação, estão representados na Figura 1. Pode-se observar que o tratamento em que se utilizou apenas PAC resultou em 83,56 e 92,78% de remoção de cor e turbidez, respectivamente. A adição de goma arábica preparada à 80ºC pouco contribuiu para o processo, considerando a diferença entre os resultados. Ainda, conforme o aumento da temperatura de preparação, houve piora no tratamento, sendo os piores valores de remoção observados com a adição de goma preparada a 100ºC (19,94 e 33,66% de remoção de cor e turbidez, respectivamente).

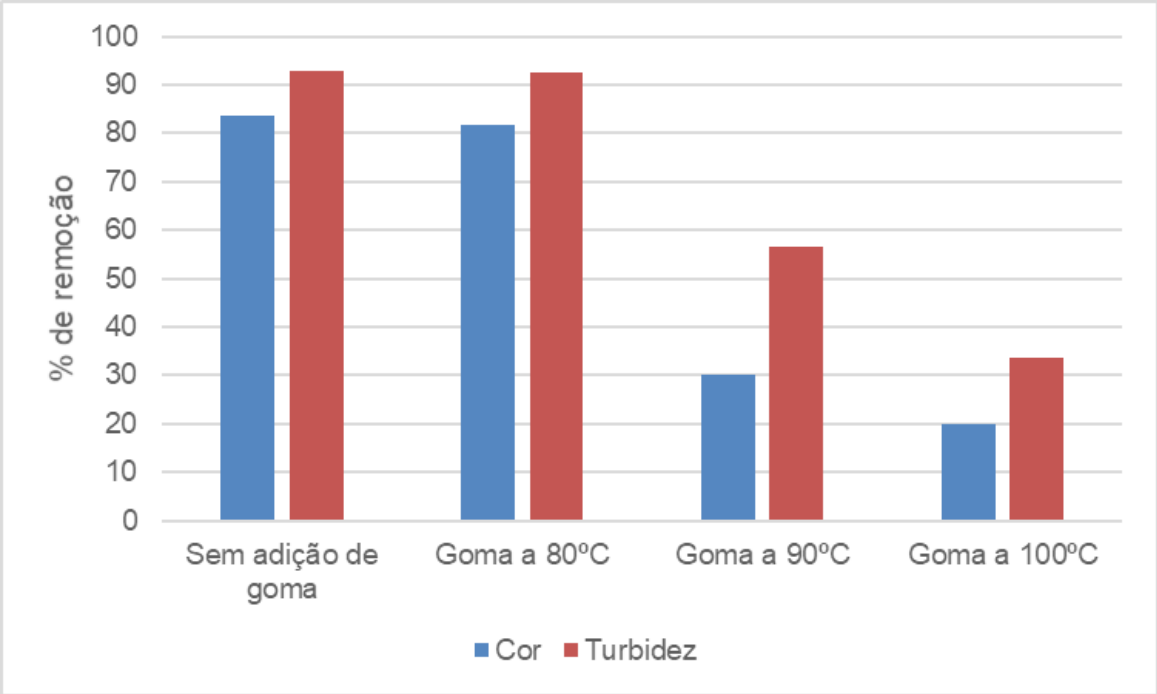

Figura 1: Remoção de cor e turbidez após coagulação/floculação em pH 8.

Já em pH 10 (Figura 2), a adição da goma contribuiu para a remoção de cor e turbidez, principalmente com a solução preparada na temperatura de 100ºC. Utilizando o auxiliar de floculação nessas condições, os valores de remoção de cor e turbidez aumentaram de 82,29 para 90,14% e de 91,94 para 97,05%, respectivamente. Esse aumento representa a ação de goma arábica como auxiliar de floculação.

ISBN 978-85-459-0773-2

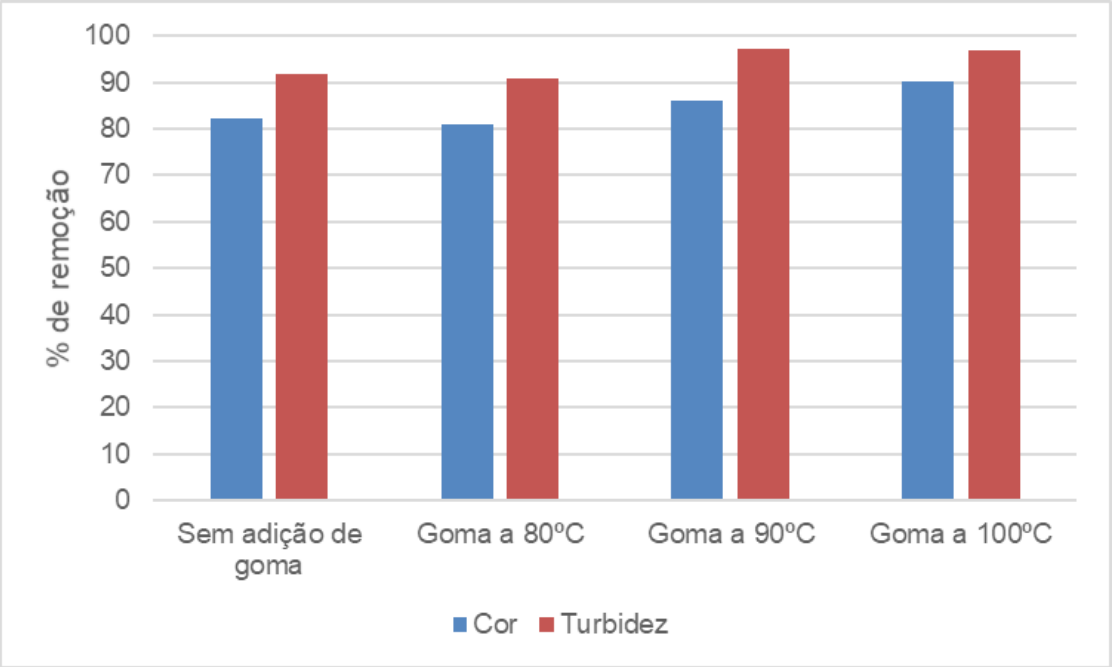

Figura 2: Remoção de cor e turbidez após coagulação/floculação em pH 10.

Por fim, a coagulação/floculação em pH 10 foi prejudicada com a adição de goma arábica, principalmente na preparação a 100ºC. Porém, a diferença dos valores de remoção foi mais sutil comparando com o pH 8, considerando que a maior observada foi na turbidez, de 90,35 para 76,34% com a adição de goma nessas condições.

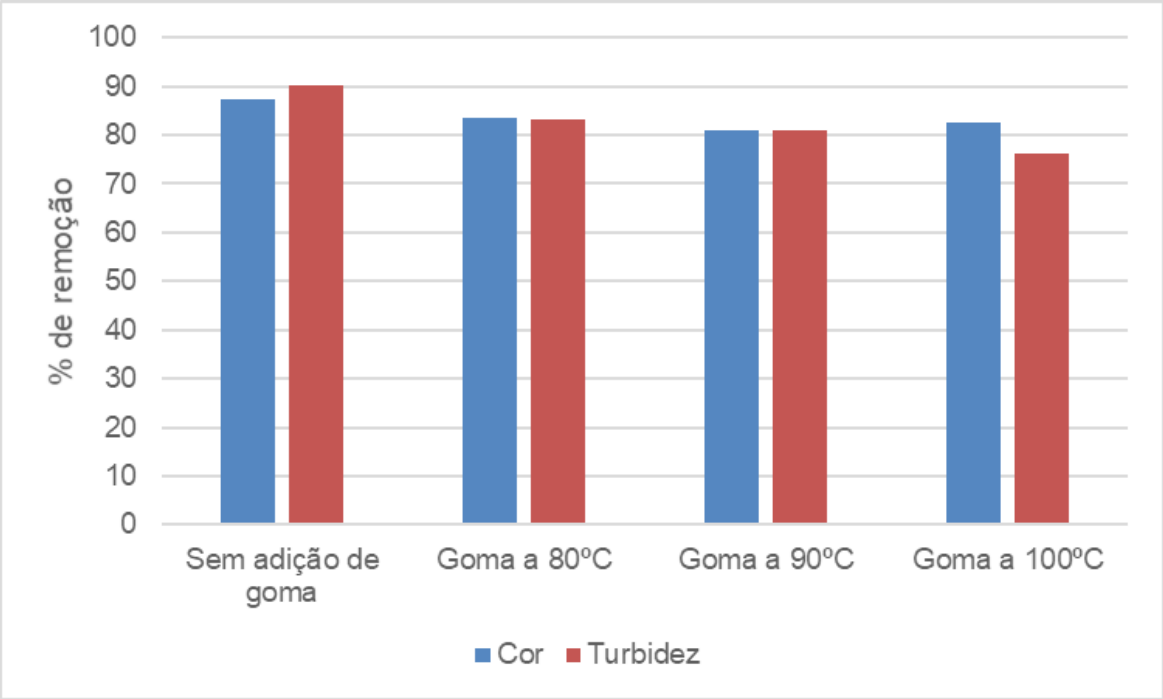

Figura 3: Remoção de cor e turbidez após coagulação/floculação em pH 12.

Valverde et al. (2015) utilizaram associação do Policloreto de Alumínio com extrato de *Moringa oleifera* Lam. para o tratamento de água de abastecimento. Em condições operacionais de

ISBN 978-85-459-0773-2

mistura rápida e lenta semelhantes, obtiveram remoções de 95,4% de cor e 95,3% de turbidez. Já Zara et al. (2012) em seu estudo da eficiência do polímero extraído de cacto mandacaru como auxiliar de floculação, puderam observar que o mesmo possibilitou a formação de flocos maiores do que os desenvolvidos pelo coagulante metálico sulfato de alumínio, obtendo redução de turbidez de 93,5%. Os valores obtidos pelos trabalhos citados podem ser equiparados aos do presente trabalho.

Zara et al. ainda explicam que os polímeros, além de facilitarem a desidratação do lodo gerado na estação de tratamento de água, possibilitam a redução da concentração do coagulante químico. Por possibilitarem a formação de flocos maiores, aumentam a velocidade de decantação, o que maximiza o tratamento das estações de tratamento de água, sendo desnecessária a ampliação de seu espaço físico.

3 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam o potencial de goma arábica como auxiliar de floculação no tratamento de águas de abastecimento. A diferença encontrada entre os valores de remoção de cor e turbidez entre os ensaios expressa a importância da análise das condições operacionais e de preparação do auxiliar de floculação. As condições ótimas encontradas foram em pH 10 e preparação da goma a 100ºC, obtendo remoção de cor e turbidez de 90,14% e 97,05%, respectivamente. A água bruta corrigida a pH 8 não foi favorável para o tratamento quando houve a adição de goma, tendo os piores resultados de 19,94 e 33,66% de remoção de cor e turbidez, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ABREU LIMA, Guilherme J. 2007. Uso de polímero natural do quiabo como auxiliar de floculação e filtração em tratamento de água e esgoto. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

ANASTASAKIS, Konstantinos, KADERIS, Dimitrios, DIAMADOPOULOS, Evan. Flocculation behavior of mallow and okra mucilage in treating wastewater. **Desalination**, v.249, n.2, p.786-79, 2009.

BELBAHLOUL, M.; ZOUHRI, A. Bioflocculants extraction from Cactaceae and their application in treatment of water and wastewater. **Journal of Water Process Engineering**, v. 7, p. 306–313, 2015.

BRATBY, John. Coagulation and flocculation in water and wastewater treatment. IWA publishing, 2006.

CARDOSO, Karina. C.; BERGAMASCO, Rosangela.; COSSICH, E. S.; MORAES, C. K. M. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagução/floculação da água bruta por meio da Moringa Oleifera Lam. **Acta Scientiarum. Technology**, v.30, n.2, p.193-198. 2008.

CRINI, G., BADOT, P. 2007. Application of chitosan, a natural Aminopolysaccharide, for dye removal from aqueous solutions by adsorption processes using batch studies: a review of recent literature. **Progress In Polymer Science**, n.4, p.399–447.

ISBN 978-85-459-0773-2

DI BERNARDO, LUIS., DANTAS, ANGELA. D. B., Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 2a ed. v. 1.São Carlos, RiMa, 2005.

GEORGIN, Jordana; LAZZARI, L., CABRAL, J., & MARANGONI, L. D. Brazil: Universal Access to Sanitation. **Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3649-3654, 2014.

GUPTA, Bhaskar Sen; AKO, Jubilant E. Application of guar gum as a flocculant aid in food processing and potable water treatment. **European Food Research and Technology**, v. 221, n. 6, p. 746-751, 2005.

HEREDIA, J. B.; MARTÍN J. S.; M.C. G. MUNOZ. New coagulant agents from tannin extracts: Preliminary optimisation studies. **Chemical Engineering Journal**, v. 162, n.1, p. 1019–1025. 2010.

LEE, Khai E.; MORAD, N.; TENG, T. T.; POH, B. T. Development, characterization and the application of hybrid materials in coagulation/flocculation of wastewater: A review. **Chemical Engineering Journal,** v. 203, p. 370-386, 2012.

McCURDY, K.; CARLSON, K.; GREGORY, D. Floc morphology and cycling shearing recovery: a comparison of alum and polyaluminium chloride coagulants. **Water Research**, v. 38, p. 486-494, 2004.

OLADOJA, Nurudeen Abiola. Headway on natural polymeric coagulants in water and wastewater treatment operations. Journal of Water Process Engineering, v. 6, p. 174-192, 2015.

RENAULT, F., SANCEY, B., BADOT, P.M., CRINI, G. Chitosan for coagulation/flocculation processes–an eco-friendly approach. European Polymer Journal, 45, 1337-134, 2009.

RICHTER, C. A. Água: Métodos e Tecnologia de Tratamento. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

SHARMA, B.R., DHULDHOYA, N.C., MERCHANT, U.C. 2006. Flocculants- an ecofriendly approach. Journal Polymers And The Environment, 14, 195–202.

THOMBAREA, Nandkishore; JHA, U. MISHRA, S.; SIDDIQU, M. Z. Guar gum as a promising starting material for diverse applications: A review. International Journal of Biological Macromolecules, v. 88, p. 361–372, 2016.

TOMAZZONI, Giancarlo. Goma xantana como auxiliar de floculação no tratamento de águas para abastecimento. In: Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão, 2009, Irati-PR. **Anais...** Irati, PR.: SIEPE, 2009.

VALVERDE, Karina. C.; COLDEBELLA, Priscila. F.; NISHI, Leticia; SANTOS, T. R. T.; SANTOS, O. A. A.; BERGAMASCO, Rosangela. Otimização dos parâmetros de operação no processo de coagulação/floculação e sedimentação no tratamento de água com a associação pac e moringa oleifera lam. **Engevista**, v.17, n.4, p.491-499, 2015.

ISBN 978-85-459-0773-2

WEI, Yuansong, VAN HOUTEN, R.T., BORGER, A.R., EIKELBOOM, D.H., FAN, Y. Minimization of excess sludge production for biological wastewater treatment. **Water Research**, v.37, p.4453–4467, 2003.

YANG, R.; LI, H.; MUANG, M.; YANG, Hu; LI, A. A review on chitosan based flocculants and their applications in water treatment. **Water Research**, 2016.

YIN, C-Y. Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. **Process Biochemistry**, v. 45, p. 1437-1444, 2010.

ZARA, Ricardo Fiori; THOMAZINI, Maria Helena; LENZ, Guilherme Felipe. Estudo da eficiência de polímero natural extraído do cacto mandacaru (Cereus jamacaru) como auxiliar nos processos de coagulação e floculação no tratamento de água. **Revista de estudos ambientais**, v. 14, n. 2, p. 75-83, 2012.