Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2024
ISSN 2178-6925

USO DE DIFERENTES COAGULANTES À BASE DE TANINO PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS COM ELEVADA CARGA DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO

USE OF DIFFERENT TANNIN-BASED COAGULANTS FOR TREATMENT OF SURFACE WATER WITH HIGH SUSPENSION SOLIDS LOAD

Cristiane Nascimento Rolim dos Santos
Graduanda Química Industrial, UFAM/ICET, BRASIL
E-mail: crissantos2265@gmail.com

Alex Martins Ramos
Química Universidade Federal do Amazonas
Mestrado em Química Universidade Federal do Amazonas
Doutora em Engenharia Química pela UNICAMP
E-mail: alexmartins@ufam.edu.br

RESUMO

A água é um dos recursos naturais indispensáveis para vida terrestre e principalmente para o consumo humano. Porém, muitas vezes para tornar-se potável, precisa-se passar por processos físicos e químicos para consumos. Uns desses processos é a etapa de coagulação que é método fundamental no tratamento, onde os sólidos são separados da água por decantação por meio de um agente coagulante, que na maioria das vezes é um sal inorgânico como sulfato de alumínio ou ferro, que podem afetar gravemente o meio ambiente se o resíduo for descartado de forma incorreta. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de desempenho de coagulantes à base de tanino no tratamento de águas do médio Amazonas. Foram avaliados os parâmetros físico-químicos: pH, cor, turbidez, condutividade elétrica, temperatura e sólidos suspensos totais. Foram preparadas soluções a 1% dos coagulantes Tanfloc SG®, MTH® e MT®, tratados com volumes pré-determinados de 8, 10, 12, 14 e 20 mL. Os resultados apontaram pouca variação de pH mesmo depois do tratamento com valor entre 6-8, sendo boa para consumo, situação que evita uso de produtos químicos para correção. Os melhores em eficiência, principalmente na remoção da turbidez e manutenção do pH foram os Tanfloc SG® (8,0 mL), Tanfloc MTH® (14,0 mL) e Tanfloc MT® (12,0 mL) com percentual de remoção superior a 95%. Com relação ao tempo de sedimentação, levaram em torno de 35 minutos para sua deposição. Portanto, os coagulantes naturais provenientes de biomoléculas como taninos que foram que analisados têm potencial para substituir os coagulantes inorgânicos e facilitando o descarte do resido final.

Palavras-chave: Coagulante natural; Tanfloc; tratamento de água; variáveis físico-químicas.

Abstract

Water is one of the essential natural resources for life on Earth and especially for human consumption. However, in order to become drinkable, it often needs to undergo physical and chemical processes for consumption. One of these processes is the coagulation stage, which is a fundamental method in treatment, where solids are separated from the water by decantation using a coagulating agent, which is most often an inorganic salt such as aluminum or iron sulfate, which can seriously affect the environment if the waste is disposed of incorrectly. This study aimed to evaluate the potential performance of tannin-based coagulants in the treatment of waters from the middle Amazon. The following physical and chemical parameters were evaluated: pH, color, turbidity, electrical conductivity, temperature and total suspended solids. Solutions of 1% of the coagulants Tanfloc SG®□, MTH®□ and MT®□ were prepared, treated with predetermined volumes of 8, 10, 12, 14 and 20 mL. The results showed little variation in pH even after treatment with a value between 6-8, being good for consumption, a situation that avoids the use of chemical products for correction. The best in efficiency, mainly in removing turbidity and maintaining pH were Tanfloc SG®□ (8.0 mL), Tanfloc MTH®□ (14.0 mL) and Tanfloc MT®□ (12.0 mL) with a removal percentage higher than 95%. Regarding the sedimentation time, they took around 35 minutes for their deposition. Therefore, the natural coagulants from biomolecules such as tannins that were analyzed have the potential to replace inorganic coagulants and facilitate the disposal of the final residue.

Keywords: Natural coagulant; Tanfloc; water treatment; physical-chemical variables.

1. Introdução

Água potável reúne as características que a coloca na condição própria para o consumo humano, estando, portanto, livre de qualquer tipo de contaminação e deve seguir um padrão físico-químico (BRASIL, 2011). As águas naturais não são potáveis, devendo ser submetida a tratamento. Entre as principais etapas do processo de tratamento, está a coagulação na qual se emprega, normalmente, coagulantes inorgânicos, como sais de alumínio ou ferro (DI BERNARDO *et al*., 2011; CORAL *et al*., 2009; TREVISAN, 2014).

Para Coral *et al*., 2009, em seu trabalho, o lodo gerado pelo sulfato de alumínio lodo gerado é visto como problema, pois, possui agentes contaminantes que descartado em lugares inapropriados causará impacto ambiental. Além disso, a presença de alumínio residual na água decorrente do tratamento vem sendo associado a um certo risco à saúde devido a um possível surgimento de doenças neurológicas nos humanos (ROSALINO, 2011).

A aplicação de coagulantes alternativos de origem vegetal no lugar dos coagulantes inorgânicos na etapa de coagulação vem sendo pesquisado sobre sua eficiência na remoção impurezas presentes na água pois, são biodegradáveis, não tóxicos e geram lodo em menor quantidade e com menores teores de metais (MENEZES, 2018). Segundo OLIVEIRA, 2019 em seu trabalho, as principais vantagens dos coagulantes naturais comparados com os coagulantes inorgânicos baixa corrosividade, além de biodegradável apresenta maior valor nutricional; em geral não apresentam riscos à saúde humana reduzem custos e perigos nos processos de tratamento de água.

A literatura descrita por (CORAL *et al*., 2009; TREVISAN 2014 & ZOLETT *et al*., 2014), vêm destacando que os coagulantes naturais à base de tanino são substitutos apropriados para coagulação em estações de tratamento de água. Isto se deve ao fato de estes coagulantes não afetarem o pH a ponto de necessitar de aditivos químicos para sua correção.

Assim sendo, o presente estudo busca avaliar o potencial de desempenho de coagulantes naturais à base de tanino para tratamento de água como alternativa aos coagulantes de sais inorgânicos. Visando conhecer a eficiência no tratamento de água superficial com elevado teor de sólidos em suspensão, como é o caso das águas do rio Amazonas.

2. Metodologia

Amostragem e local de coleta

As amostras de água bruta foram coletadas na margem esquerda do rio Amazonas, no novo porto de Itacoatiara/AM, localizado no Bairro de Jauary II, no mês de setembro de 2019 e julho de 2020. Nestes meses, situa-se o período de seca e da vazante no município e por isso é de se esperar elevada quantidade de sólidos em suspensão e turbidez. Foram coletados aproximadamente 20 litros de amostra de água, no período da manhã.

Figura 1- Localização Porto de Itacoatiara, indicado com a seta em amarelo o local de coleta da água para estudo.



Fonte: Google Earth, 2024.

Aplicação do Teste de Jarros

Para a realização do teste dos jarros, foi preparada cerca de 1,0 L de solução de coagulante numa concentração de 1,0% (v/v) de cada um dos seguintes coagulantes Tanfloc SG®, Tanfloc MTH® e Tanfloc MT®. Os coagulantes utilizados nos testes foram cedidos como cortesia pela empresa TANAC (Montenegro, Rio Grande do Sul). A mistura coagulante + água bruta foi submetida a duas velocidades de agitação: (i) agitação rápida por um minuto a 100 rpm e (ii) agitação lenta por cinco minutos em 50 rpm. Ambas as agitações foram feitas por um agitador mecânico da Marca Fisatom, modelo 713D.

Parâmetros Físico- Químicos

Cor Aparente e Cor Real

A cor aparente foi medida por meio do Espectrofotômetro da marca Global Trade Technology, modelo UV-5200S.

Turbidez

A turbidez das amostras foi obtida com turbidímetro digital da marca Akso, modelo TU430 a temperatura ambiente.

pH, condutividade elétrica, temperatura e oxigênio dissolvido

Para as leituras de pH, condutividade, temperatura e oxigênio dissolvido foi utilizado o medidor multiparâmetro da marca Akso, modelo AK88.

Sólidos Suspensos Totais

Os sólidos suspensos totais foram medidos por gravimetria com filtração à vácuo(bomba de vácuo da marca Solab, modelo SL-60) e amostras de 100 mL filtradas em membrana de celulose de 0,45 µm, foi seco em uma estufa da marca SP Labor, modelo SP-400 a 105 ºC e 110 ºC por uma hora.

3. Resultados e Discussão

Análise da água bruta

Inicialmente ou posteriormente a coleta da água bruta, foram avaliados os parâmetros físico-químicas que mostram as características da água superficial encontrada no médio rio amazonas. A Tabela 1 traz a caracterização da água bruta encontrado ao longo das pesquisas realizadas.

Tabela 1 - Características físico-químicas da água bruta na época da seca/ vazante.

Parâmetros	SECA 2019			VAZANTE 2020			
	16/09	**23/09**	**30/09**	**21/07**	**Mín. – Máx.**	**Média ± Dp**	**Unidade**
Condutividade	31,00 ± 0,17	34,23 ± 0,13	36,67 ± 0,05	31,20 ± 0,61	31,00 – 36,67	33,28 ± 2,70	µS
Cor Aparente	297,42 ± 2,30	296,04 ± 0,95	312,25 ± 0,58	570,88 ± 4,85	297,42 – 570,88	369,15 ± 134,69	mg Pt/L
Cor Real	268,52 ± 1,57	268,52 ± 1,57	219,63 ± 1,13	316,65 ± 0,44	219,63 – 316,65	268,33 ± 39,61	mg Pt/L
O_2	4,67 ± 0,23	5,67 ± 0,12	5,27 ± 0,05	6,43 ± 0,15	4,67 – 6,43	5,51 ± 0,74	mg/L^{-1}
pH	6,80 ± 0,17	7,53 ± 0,06	7,13 ± 0,05	6,77 ± 0,12	6,77 – 7,53	7,06 ± 0,35	------
Salinidade	0,03 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 – 0,03	0,02 ± 0,00	ppt
Sólidos Totais	8,67 ± 4,51	1,00 ± 0,01	8,67 ± 4,51	25,00 ± 0,00	1,00 – 25,00	10,84 ± 10,11	mg/L
Temperatura	29,57 ± 0,01	30,60 ± 0,26	31,17 ± 0,05	30,20 ± 0,70	29,57 – 31,17	30,39 ± 0,67	°C
Turbidez	25,83 ± 1,04	28,47 ± 1,33	32,37 ± 0,40	37,30 ± 0,78	25,83 – 37,30	30,99 ± 4,99	NTU

*Nota: Mín. (Mínimo), Máx. (Máximo), Dp (Desvio Padrão).

Fonte: Autora (2023).

De acordo com o Vieira (2010), a temperatura da água influencia na solubilidade, fluoretação, mudança de pH, desinfecção e velocidade das reações químicas que podem ocorrer nos corpos hídricos.

Foi observado que a temperatura do rio no ponto estudado mostrou pouca variação sazonal, com média entre 29,57 e 31,17 ºC (Tabela 1), resultado observado também por Pantoja (2015).

O pH é uma variável ambiental importante juntamente com os outros parâmetros físico-químicos que fornecem indícios do grau de poluição (Vieira, 2010). O rio Amazonas apresentou valores de pH de 7,15 na seca e de 6,77 na vazante. Estes valores foram verificados em amostras de águas do rio Amazonas e afluentes (SILVA, 2013 e SILVA et al., 2013). Segundo os mesmos autores, os valores variaram entre 6,43 a 7,90. O pH observado por QUEIROZ et al., (2009) nos períodos de seca foram 7,0 no rio Purus, 6,30 no Madeira e 6,3 no Solimões, na vazante foram 8,4 no Purus, 7,50 no Madeira e 7,5 no Solimões. Como se pode notar, são valores próximos aos observados neste estudo para o Rio Amazonas.

Os valores de turbidez observados oscilaram entre 25,83 a 37,30 NTU nos períodos de seca e vazante respectivamente. Silva (2013) verificou que na calha principal do rio Amazonas, a turbidez varia de 2,08 a 73,58 UNT (período de estiagem) e de 20,57 a 177,26 UNT (período chuvoso). Resultados estes que diferente com o observado neste estudo.

A cor aparente apresentou um valor médio de 301,90 mg Pt/L no período da seca e 570,88 mg Pt/L no período de vazante. Nos rios de água branca a cor varia de 40,39 a 261,30 mg Pt/L e de água preta varia de 3,47 a 178,97 mg Pt/L (SIOLI, 1956), valores estes bem abaixo ao encontrado no presente estudo. A cor, é identificado como de água branca devido a elevada carga de material em suspensão e a água preta são originadas da decomposição das matérias orgânicas (SILVA, 2013).

Análise dos Testes de Jarros

O teste de jarros, onde os coagulantes foram aplicados, é simplificado e os resultados das características físico-químicas da água após a adição dos coagulantes, estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Características físico-químicas da água após o tratamento com agente coagulante nas amostras da seca/ vazante.

		Parâmetros	*VMP	8 mL			10 mL			12 mL			14 mL			20 mL		
				SG	MTH	MT	SG	MTH	MT	SG	MTH	MT	SG	MTH	MT	SG	MTH	MT
	Coleta 16/09/2019 seca	pH	6,0 – 9,5	6,50	7,30	7,50	6,60	7,30	7,60	6,50	7,30	7,50	6,40	7,20	7,40	6,00	7,00	7,30
		Condutividade		40,30	37,30	40,00	44,00	37,50	40,80	46,10	39,20	43,20	48,50	40,70	42,60	52,30	45,00	48,70
		Temperatura		30,00	28,50	28,30	30,00	28,40	28,30	30,00	28,40	28,30	30,00	28,40	28,30	30,00	28,30	28,10
		Turbidez	1,0 NTU	0,00	7,69	0,83	17,23	4,10	1,84	27,30	0,92	0,58	26,90	0,00	3,51	26,70	3,01	23,60
		Remoção (%)		100,0	69,24	96,68	31,08	83,60	92,64	-9,20	96,32	97,68	-7,60	100,0	85,96	-6,80	87,96	5,60
	Coleta 23/09/2019	pH	6,0 – 9,5	7,30	7,50	7,50	7,40	7,40	7,60	7,30	7,30	7,50	7,20	7,20	7,40	6,20	6,80	7,30
		Condutividade		44,40	38,90	40,00	48,90	40,20	40,80	52,00	41,90	43,20	54,80	41,70	42,60	65,00	47,00	48,70

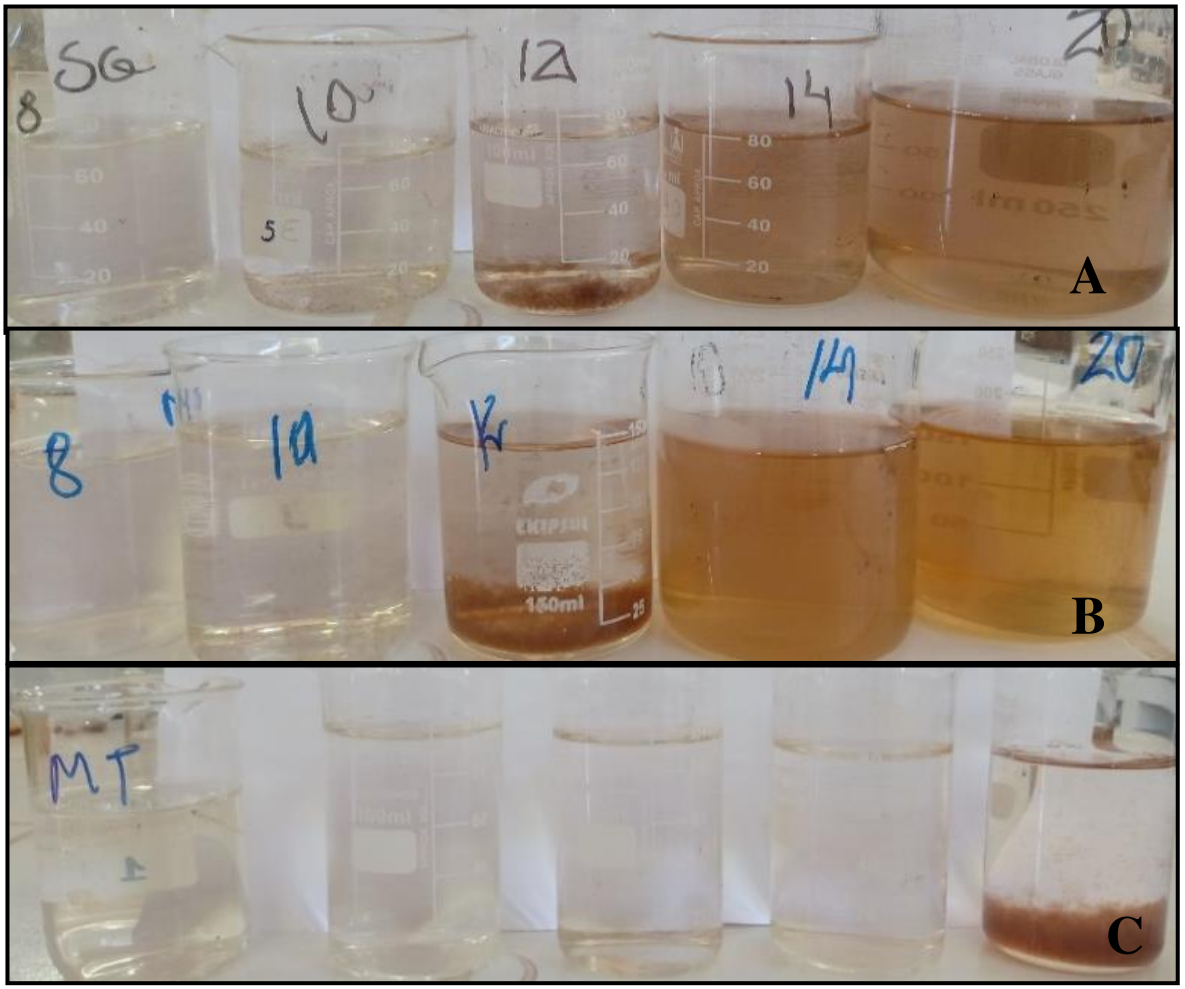
Observou-se que os melhores resultados de turbidez foram obtidos com os volumes de 8,0 mL para o Tanfloc SG, 14,0 mL para o Tanfloc MTH e 12,0 mL para o Tanfloc MT. As porcentagens de redução de turbidez, as quais atingiram valores dentro dos padrões de potabilidade da Portaria nº 05/2017, foram respectivamente, de 100,0%, 100,0% e 98,59% no tempo de 35 minutos. Além disso, os coagulantes Tanfloc SG (14,0 e 20,0 mL) e Tanfloc MT (20,0 mL) apresentaram resultados insatisfatório com excesso de coagulantes, pois não houve redução de turbidez e cor.

O pH apresentou pouca variação durantes os testes. Oliveira (2019) verificou que coagulantes a base de tanino apresentam boa eficiência em faixas de pH entre 7 e 8, havendo boa remoção de cor e turbidez. Há diferentes tipos de Tanfloc que possuem características semelhantes, apresentando eficiência em valores de pH próximos de 7 (BOMFIM, 2015).

Neste estudo, os coagulantes foram mais eficientes com pH abaixo de 7,0 apresentando elevada remoção de turbidez em menores volumes. Skoronski *et al*. (2014) afirmaram que não há necessidade de ajuste de pH, quando aplicado coagulantes a base de tanino em água de abastecimento. O que foi observado

neste estudo. Da mesma forma Talib, Idris & Aslina (2016), afirmam não haver mudanças significativas no pH causada pelo uso do tanino no tratamento de esgoto, mesmo em dosagens mais altas do coagulante. Essa constatação também foi observada no presente estudo.

Figura 2 – Resultado da mudança de coloração do teste de jarros dos coagulantes Tanfloc.



Fonte: A autora (2024).

O teste do Jarros na figura 2.A foi utilizado oTanfloc SG, volumes 8,0, 10,0, 12,0, 14,0 e 20,0 mL. Observou-se que em concentrações mais baixas para os tempos de vazantes e cheias os resultados foram visualmente promissores, porem para volumes superiores a 100 mL, os resultados foram próximos do coagulante na figura (1.B), Tanfloc MTH, volumes 8,0, 10,0, 12,0, 14,0 e 20,0 mL. Com pouca mudança na coloração quando o volume de água dobrava ou triplicava.

Os melhores resultados para as coagulações vieram visualmente do Tanfloc MT, volumes 8,0, 10,0, 12,0, 14,0 e 20,0 mL; que em todos os volumes com tempo abaixo de 30 minutos, decantou todo material em suspensão, na figura 1.C, pode-se observar que para todos os volumes houve decantação total do material suspenso.

5. Conclusão

A água coletada no médio rio amazonas, nesta pesquisa apresentou os valores para às variáveis físico-químicas pH, cor real e turbidez de 7,06, 268,33 mg/L, 30,99 NTU respectivamente, os quais estão relacionados às características naturais da região, com valores altos para turbidez e coloração devido a quantidade alta de material particulado.

No processo de tratamento, observou-se que a quantidade de coagulantes contidos nos volumes 8,0 mL (Tanfloc SG), 14,0 mL (Tanfloc MTH) e 12,0 mL (Tanfloc MT) obtiveram melhores desempenhos nos ensaios realizados quanto ao pH e à turbidez. Foi observado que o pH não precisou ser corrigido durantes os experimentos. Dessa forma, o tratamento de água utilizando os coagulantes apresentaram-se eficientes com alta remoção, na maioria acima de 80%, das características físico-químicas de cor e turbidez.

Quanto ao tempo de sedimentação, os três coagulantes apresentam um valor de 35 minutos. Ressalta-se que a variável pH tanto na água bruta quanto na água pós-processada manteve-se, praticamente, inalterado, o que é uma excelente vantagem, uma vez que as águas do rio Amazonas apresentam pH acima de 6,0. Assim sendo, os coagulantes naturais à base de tanino estudados nesta pesquisa têm um grande potencial para substituir os coagulantes inorgânicos.

Referências

BOMFIM, A. P. D. S. Avaliação dos coagulantes Tanfloc em comparação aos coagulantes inorgânicos a base de alumínio no tratamento de água. 2015. 210f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Brasília, 2017. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html> Acesso em: 05 março 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Potenciais fatores de risco à saúde decorrentes da presença de subprodutos de cloração na água utilizada para consumo humano. Brasília, 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/potenciaisfatoresriscosaude_cloracao_agua_consumo_humano.pdf> Acesso em: 10 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005. Aprova regulamento de característica microbiológicas para água mineral natural e água natural. Brasília. 2005. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/res0274_22_09_2005.html > Acesso em: 05 março 2019.

CORAL, L. A.; BERGAMASCO, R.; BASSETTI, F. J. Estudo da Viabilidade de Utilização do Polímero Natural (TANFLOC) em Substituição ao Sulfato de Alumínio no Tratamento de Águas para Consumo. In: International Workshop Advances in Cleaner Production, 2., 2009, Sao Paulo, p. 1–9, 2009.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N. Tratabilidade de Água e dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água. São Carlos: LDiBe Editora, 2011.

MENEZES, P. H. N. Estudo do desempenho do sulfato de alumínio no processo de clarificação de água de uma refinaria de petróleo e avaliação do Tanfloc como agente coagulante alternativo. 2018. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Universidade Federal do Bahia, Salvador, 2018.

OLIVEIRA, C. AVALIAÇÃO OPERACIONAL DA APLICAÇÃO DE TANINO VEGETAL NO TRATAMENTO DE ÁGUA DO RIO CAVEIRAS. 2019. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2019.

PANTOJA, N. G. P. A utilização da água de rio para o consumo humano nas comunidades ribeirinhas na região de Coari a Itacoatiara / Amazonas – Brasil. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

QUEIROZ, M. M et al. Hidroquímica do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães – Amazonas – Brasil. Acta Amazônica, vol. 39(4), 2009.

ROSALINO, M. R. R. Potenciais efeitos da presença de alumínio na água de consumo humano. 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

SILVA, M.S.R. Bacia hidrográfica do Rio Amazonas: contribuição para o enquadramento e preservação. 2013. 199 f. Dissertação (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; DOMINGOS, R. N.; SILVA, S. L. R.; SANTANA, G. P. Classificação dos rios da Amazônia: Uma estratégia para preservação desses recursos. HOLOS Environment, v. 13, n. 2, 2013.

SIOLI, H. As águas do Alto Rio Negro. Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Norte, v. 32, 1956.

SKORONSKI, E., NIERO, B., FERNANDES, M., ALVES, M., TREVISAN, V**.** Estudo da aplicação de tanino no tratamento de água para abastecimento captada no rio Tubarão, na cidade de Tubarão, SC. Ambiente e Água, v. 9, n.4, p. 445–458, 17 out. 2014.

TALIB, Y.; IDRIS, A.; ASLINA, S. A tannin-based agent for coagulation and flocculation of wastewater: Chemical composition, performance assessment compared to Polyaluminum chloride, and application in a pilot plant. Journal of Environmental Management, v. 184, p. 494–503, 2016.

TANAC. Boletim Informativo. Montenegro – RS. Tratamentos de Águas. 2013. Disponível em: <http://www.tanac.com.br/pt-br/produtos/aguas>. Acesso em: 10 fev. 2019.

TREVISAN, T. S. Coagulante Tanfloc SG como alternativa ao uso de coagulantes químicos no tratamento de água na ETA cafezal. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, p. 1-106. 2014.

VIEIRA, M. R. Parâmetros de qualidade da água. Agência Nacional de Águas-ANA, 2010.

ZOLETT, E. R.; JABUR, A. S.; SILIPRANDI, E. M. Uso de polímero natural a base de tanino (TANFLOC) para o tratamento de água para o consumo humano. SICITE XVII Seminário de iniciação cientifica e tecnológica da UTFPR. Londrina, p. 1-8, 2014.