

ÁREA TEMÁTICA: GESTÃO AMBIENTAL

ESTUDO DE AGENTE COAGULANTE E MEIO FILTRANTE APLICADOS PARA EFLUENTE TÊXTIL

Mariana Giacobbo Lang (marianalang03@gmail.com)
Dr. Luciano Peske Ceron (Luciano.ceron@pucrs.br)

Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS

RESUMO

No Brasil, a indústria têxtil está em ascensão, pois disponibiliza 1,6 milhões de empregos diretos e movimentada a economia. Todavia estas empresas, geram uma grande quantidade de resíduos e efluentes com potencial de poluição ao meio ambiente, capazes de causar degradação aos ecossistemas aquáticos quando lançados ao corpo hídrico. O objetivo deste trabalho é avaliar a utilização de coagulantes inorgânico e orgânico no tratamento de efluente têxtil investigando o emprego do melhor coagulante através do jar test, bem como a determinação da concentração ótima e a escolha do meio filtrante como poliéster e polipropileno através de ensaios de filtração à vácuo. Finalizados, observou-se um percentual de remoção significativo de DBO₅, DQO, SST e turbidez. Sabe-se que a concentração ótima de sulfato de alumínio é 150 g/L e filtro de PE 280 quanto ao Tanfloc SG a concentração ótima corresponde a 4g/L e filtro de PP 220.

Palavras-chave: Efluente têxtil; Coagulantes; Meio filtrante.

STUDY OF COAGULANT AGENT AND FILTERING MEDIA APPLIED TO TEXTILE EFFLUENT

ABSTRACT

In Brazil, the textile industry is on the rise as it provides 1.6 million direct jobs and drives the economy. However, these companies generate a large amount of waste and effluents with potential for environmental pollution, capable of causing degradation to aquatic ecosystems when released to the water body. The objective of this work is to evaluate the use of inorganic and organic coagulants in the treatment of textile effluent by investigating the use of the best coagulant through the jar test, as well as the determination of the optimal concentration and the choice of filter media such as polyester and polypropylene through filtration tests vacuum. Concluded, there was a significant removal percentage of BOD₅, COD, SST and turbidity. It is known that the optimal concentration of aluminum sulfate is 150 g/L and PE filter 280 for Tanfloc SG the optimum concentration corresponds to 4 g/L and PP 220 filter.

Keywords: Textile effluent; Coagulants; Filter Media.

1. INTRODUÇÃO

Embora, o segmento têxtil movimente a economia nacional gerando empregos e renda, observa-se que as indústrias têxteis destacam-se por utilizarem em seu processo produtivo elevada quantidade de água, corantes, produtos e insumos químicos, implicando na geração de efluentes potencialmente poluidores, com elevada carga orgânica, cor acentuada e compostos tóxicos (AQUINO NETO *et al.*, 2011).

O grau de toxicidade dos efluentes têxteis varia consideravelmente em função dos insumos utilizados. Dentre esses agentes destacam-se: sais, tensoativos, metais, compostos orgânicos (amido, dextrinas, gomas, graxas, pectinas, alcoóis, ácido acético, sabões e detergentes), biocidas e ânions tóxicos. Os efluentes têxteis caracterizam-se por uma grande variação de cargas na variação do processo industrial, que envolvem a sequência de produção a acabamento têxtil e o uso de agentes citados anteriormente (CERQUEIRA; RUSSO; MARQUES, 2009).

1.1 Parâmetros de Monitoramento

Junto com os principais sistemas utilizados para tratar os efluentes têxteis, é imprescindível controlar a eficiência destes processos. Por outro lado, a identificação de todas as substâncias no efluente é uma tarefa impraticável devido à diversidade de componentes nos efluentes. Dessa forma, ao invés de determinar composição, utiliza-se parâmetros indiretos que traduzem o potencial poluidor do lançamento do efluente nos corpos d'água (ARAÚJO *et al.*, 2016). A seguir serão descritos os principais parâmetros de monitoramento de no tratamento de efluente têxtil:

- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

É um Indicador da matéria orgânica biodegradável contida no efluente. O valor é uma medida do oxigênio consumido pelos microrganismos na oxidação da matéria orgânica. Simula a degradação natural que aconteceria se o efluente fosse lançado em curso receptor (ARAÚJO *et al.*, 2016).

- Demanda química de oxigênio (DQO)

Indica a quantidade total de matéria orgânica, tanto a biodegradável quanto não biodegradável. Refere-se a quantidade de oxigênio necessário para estabilizar quimicamente a matéria orgânica ao utilizar um forte oxidante químico (NECKEL *et al.*, 2016).

- Potencial hidrogeniônico (pH)

A eficiência de remoção dos poluentes é alcançada no pH ótimo da solução para um dado poluente. A precipitação do poluente tem início em determinado pH, e a sua eficiência de remoção decresce em caso de aumento ou diminuição do pH da solução em relação ao pH ótimo (KHANDEGAR; SAROHA, 2013).

- Turbidez

É o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar uma amostra, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, entre outros (MARQUES, 2017).

- Sólidos Suspensos Totais (SST)

Correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis) (ARAÚJO *et al.*, 2016).

1.2 Legislação Ambiental

Em relação ao lançamento de efluentes na natureza as legislações são Resolução CONAMA n° 357 de 2005 alterada pela Resolução CONAMA n° 430, de 2011 e, em âmbito estadual, a Resolução CONSEMA n° 355 de 2017 que revoga Resolução CONSEMA n° 128 de 2006. O Conselho Estadual de Meio Ambiente através da Resolução n° 355/2017 dispõe os critérios e padrões de emissão tanto de efluentes sanitário quanto industriais para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul, conforme quadro 1.

Quadro 1. Padrão para lançamento de efluentes líquidos em corpos hídricos

Faixa de vazão do efluente (m³/d)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	Fósforo Total		Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Coliformes Termotolerantes	
				mg/L	Eficiência		NMP/100mL	Eficiência
(1) Q < 100	120	330	140	4	75%	20	10 ⁵	95%
(2) 100 ≤ Q < 500	110	330	125	3	75%	20	10 ⁴	95%
(3) 500 ≤ Q < 1.000	80	300	100	3	75%	20	10 ⁴	95%

(4)	$1.000 \leq Q < 3.000$	70	260	80	2	75%	20	10^4	95%
(5)	$3.000 \leq Q < 7.000$	60	200	70	2	75%	20	10^4	95%
(6)	$7.000 \leq Q < 10.000$	50	180	60	2	75%	20	10^4	95%
(7)	$10.000 \leq Q$	40	150	50	1	75%	20	10^3	99%

1.3 Coagulação e Floculação

Dentre os métodos de tratamento de águas residuais e efluentes disponíveis, a coagulação e floculação (C/F) apresentam um baixo custo de implantação e consumo de energia, pois não requer maquinário complexo e possui simples operação, não se limitando à remoção de partículas, mas também de outros poluentes, como compostos orgânicos, micro poluentes, óleos e gorduras (OLADOJA, 2015). Este tipo de tratamento tem por objetivo a remoção de substâncias coloidais, material sólido em suspensão (turbidez) e/ou dissolvido (cor) (VAZ *et al.*, 2010) bem como a redução da DQO (MERZOUK *et al.*, 2011). Os fenômenos de coagulação e floculação são influenciados pelas variáveis velocidade e tempo de agitação, e também pela concentração do agente coagulante e/ou floculante. Por meio de ensaios, é possível definir os valores mais apropriados de velocidade e tempo de agitação para a etapa rápida (coagulação) e também para a etapa lenta (floculação), além do pH e da melhor dosagem de coagulante e/ou auxiliar de coagulação (RICHTER, 2009).

A coagulação inorgânica é definida pelo uso de sais de metais, que segundo Silva (2009), têm como os mais utilizados para tratamento de águas residuais os sais de Alumínio e de Ferro. Conforme Carvalho (2008), o sulfato de alumínio é o coagulante mais utilizado, devido à excelente formação de flocos, seu baixo custo e facilidade de transporte e de manuseio. O uso do sulfato de alumínio apresenta a melhor eficácia de remoção dos sólidos na faixa de pH entre 5,5 e 8,5 (ROSALINO, 2011; citado por MARTINS, 2014).

Segundo Silva (1999), os coagulantes orgânicos a base de tanino são uma alternativa em substituição a coagulantes inorgânicos, devido a sua eficiência elevada no processo de coagulação, podendo ser encontrado abundantemente em várias partes das árvores como: raízes, galhos, folhas, flores, frutos e sementes. Ainda conforme Silva (1999), os taninos vegetais são usados como agentes antimicrobianos em fungicidas e antibacterianos, podendo assim se ter um efeito desinfetante no efluente após sedimentação. Estes coagulantes atuam em sistemas de partículas coloides, neutralizando cargas e formando pontes entre estas partículas, não alterando o pH, sendo efetivo em uma faixa de pH de 4,5 a 8,0, podendo ser aplicado sozinho ou em combinação com outros agentes de coagulação inorgânica como por exemplo Sulfato de Alumínio ou Cloreto Férrico (TANAC, 2014). Para a utilização deste coagulante, ainda vale ressaltar que consoante a CONSEMA nº 355/2017, não se tem padrão para lançamento de taninos em corpos hídricos.

1.4 Jar Teste

Este teste é um ensaio que simula as condições de coagulação em condições operacionais, para amostragens de água bruta, utilizado para identificar a melhor dosagem de coagulante, através da análise da eficácia de remoção dos sólidos em suspensão. Este teste consiste em uma mistura rápida do coagulante com o efluente para dispersar os sólidos totais e posteriormente uma mistura lenta com uma redução gradativa de velocidade (MARTINS, 2014). Nas cubas é adicionado o efluente a ser tratado com diferentes concentrações de coagulantes, que permitirá a determinação da dosagem ótima de coagulante a partir da maior eficiência de remoção de cor e turbidez. De acordo com Piantá (2008), este processo possui simulação das três etapas, a mistura rápida, mistura lenta e a decantação, da unidade de floculação e coagulação. Na mistura rápida os coagulantes devem ser adsorvidos pelas partículas coloidais de forma que durante a dispersão do coagulante ocorram as reações físico-químicas. A mistura lenta ocorre quando os coagulantes já estão dispersados, produzindo uma lenta agitação na água permitindo o crescimento do floco. No processo de decantação ocorre a sedimentação do floco já formado.

1.5 Filtração de Particulados Sólidos

A filtração de particulados é uma operação que retém sólidos contidos em uma corrente líquida através de um meio filtrante (CERON, 2016). O meio filtrante pode ser um tecido natural ou sintético

(não tecido), dependendo da aplicação (DIAS, 2008). As partículas acumuladas na superfície do elemento filtrante formam a torta de filtração, que com o passar do tempo aumenta sua espessura e atua como meio filtrante adicional (CERON, 2016).

Ao optar pelo tecido ideal para o processo de filtração, é necessário considerar diversas características técnicas que influenciam seu desempenho: a fibra têxtil (polipropileno, poliéster, poliamida, entre outros), o tipo de fio (monofilamento, multifilamento e fibra cortada), o ligamento (plano, sarja ou cetim), acabamento (termofixado ou calandrado), permeabilidade e o diâmetro do poro (SANTOS, 2016). Frisa-se que no estudo utilizou-se dois tipos de filtros (poliéster e polipropileno).

A fibra de poliéster tem alta elasticidade e é excelente pois possui uma ótima estabilidade dimensional. São termoplásticas, resistentes à ruptura e ao desgaste. A sua solidez se mantém constante tanto quando o material está úmido quanto quando está seco. Apresenta alta resistência às influências da luz solar e também às condições climáticas. Tem boa resistência a agentes químicos sintéticos e naturais (SILVEIRA, 2014). O poliéster é um dos polímeros com maior versatilidade devido às suas inúmeras aplicações e propriedades, se fazendo presente como fibras têxteis, não tecidos e filtros de filtração simples e/ou complexos (SKEIST, 1990).

O polipropileno ou PP é um polímero termoplástico produzido a partir da polimerização do gás propileno ou propeno. Trata-se de um tipo de plástico que pode ser moldado quando submetido a temperatura elevada, por isso é classificado como um termoplástico (MAIS POLÍMEROS, 2019). Apresenta extrema resistência química e baixo peso molecular, características que possibilitam a utilização do material para diferentes fins. Uma das aplicações do polipropileno diz respeito à fabricação de filtros, suportando uma temperatura de até 60°C (MEIO FILTRANTE, 2016).

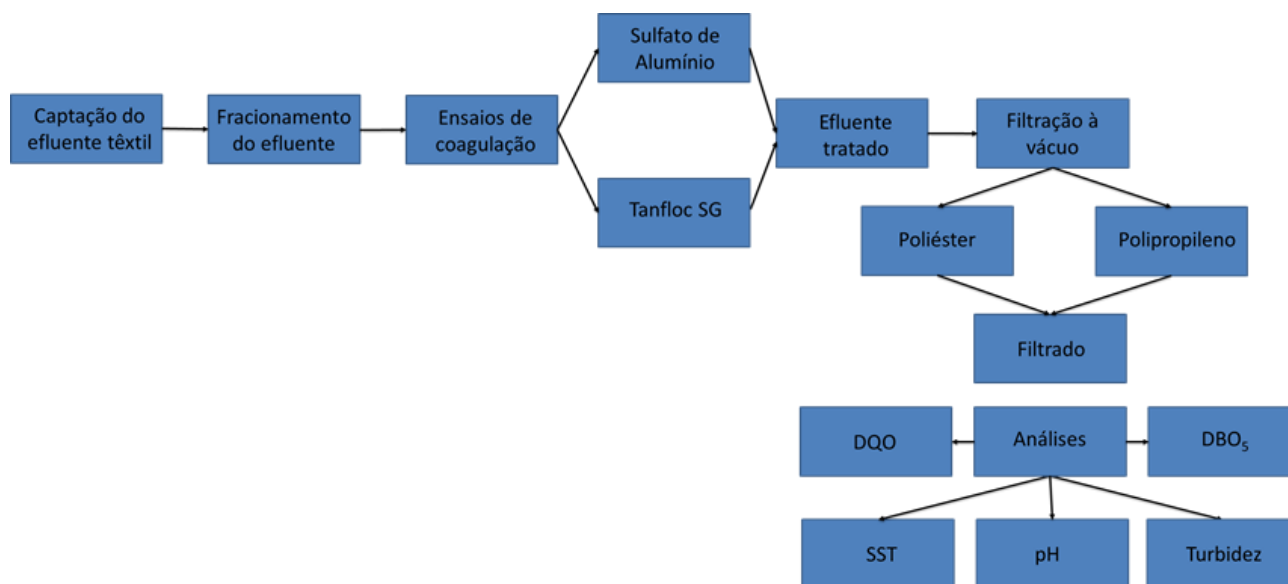
2. OBJETIVO

O estudo tem por objetivo avaliar a utilização de agentes coagulantes com matriz orgânica e inorgânica no tratamento de efluente têxtil, sendo investigados o emprego do melhor coagulante através do jar test, bem como a determinação da concentração ótima e a escolha do meio filtrante de matriz polimérica entre poliéster e polipropileno através de ensaios de filtração a vácuo.

3. METODOLOGIA

Todos experimentos presentes neste estudo foram realizados no Laboratório de Processos Ambientais (LAPA) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS – Porto Alegre), a seguir segue-se o sequenciamento das etapas realizadas, conforme a Figura 1.

Figura 1. Sequenciamento das atividades desenvolvidas



3.1 Captação do Efluente Têxtil

O efluente usado nos testes foi cedido por uma empresa produtora de não tecidos Inbrape, com preparo de soluções em bateladas localizada no município de Guaíba.

3.2 Fracionamento do Efluente

O fracionamento do efluente ocorreu em bombonas de 25 litros a fim de facilitar o transporte e o manuseio do mesmo.

3.3 Ensaio de Coagulação/Floculação

Os testes de coagulação foram realizados em ambiente controlado (23°C de temperatura e 55% de umidade) empregando o equipamento de *Jar Test* da marca Policontrol, cujo objetivo é avaliar a eficiência dos diferentes coagulantes empregados. Para a realização do ensaio a amostra foi distribuída em 5 cubas fixando o volume em 2 L de efluente têxtil para diferentes dosagens de coagulantes. Frisa-se que a concentração adotada para o sulfato de alumínio é de 150g/L e a concentração do Tanfloc SG é de 5g/L. Destaca-se a realização de testes pilotos com o coagulante de matriz inorgânica para identificar a formação de uma área clarificada que justifica não apenas o emprego do Teste de Jarros, como também os ensaios de filtração realizados posteriormente. Por isso, empregou-se uma solução concentrada de sulfato de alumínio (150g/L) quando comparado ao Tanfloc SG (5g/L). As condições do experimento foram estabelecidas, conforme a norma brasileira NBR 12216/1992 que preconiza uma mistura rápida cujo gradiente de velocidade está fixado em 150 s⁻¹ (150 RPM) durante 2 minutos, de forma que a dispersão do coagulante e as reações físico-químicas ocorram. Finalizado a etapa de mistura rápida inicia-se o preparo para a mistura lenta sendo dividida em dois momentos. Inicialmente, as amostras são submetidas a uma velocidade de mistura de 60 RPM durante 5 minutos e 30 RPM por 15 minutos com a prerrogativa que ocorra a diminuição gradativa da velocidade para favorecer o crescimento dos flocos. Para o processo de sedimentação as amostras devem ser deixadas em repouso por 20 minutos para a sedimentação dos flocos formados.

3.4 Ensaio de Filtração

Finalizados os ensaios de coagulação/floculação, sucederam-se os testes de filtração à vácuo com kitassato com o efluente tratado, resultante do tratamento com sulfato de alumínio e Tanfloc SG, empregando os filtros de polipropileno e de poliéster com diâmetros de 11,3 cm. A Tabela 1 ilustra os ensaios de filtração realizados.

Tabela 1. Identificação dos ensaios de filtração.

Teste	Coagulante	Material	Jarro 1 (mL)	Jarro 2 (mL)	Jarro 3 (mL)	Jarro 4 (mL)	Jarro 5 (mL)
1	Sulfato de alumínio	Polipropileno (PP 220)	0	50	100	150	200
2	Sulfato de alumínio	Poliéster (PE 280)	0	50	100	150	200
3	Tanfloc SG	Polipropileno (PP 220)	0	1	2	3	4
4	Tanfloc SG	Poliéster (PE 280)	0	1	2	3	4

A Tabela 2 informa as propriedades dos meios filtrantes empregados nos ensaios de filtração.

Tabela 2. Propriedades dos elementos filtrantes.

Produto	Material	Gramatura (g/m ²)	Permeabilidade (L/min.dm ²)
PE 280	Poliéster	280	700
PP 220	Polipropileno	220	550

3.5 Sólidos Suspensos Totais

A análise é realizada após o término do teste de filtração, em que os filtros (torta úmida) foram pesados e, posteriormente eram secos em estufa a 100°C por 24 horas, esfriados por 15 a 30 minutos em dessecador e determinados a sua massa (torta seca), adaptado de APHA, 1995.

3.6 Turbidez

A partir do filtrado obtido em cada ensaio de filtração, foi analisado a remoção da turbidez através da MB- 3227/1990. Para determinação da turbidez, utilizou-se do turbidímetro DIGIMED DM-C2.

3.7 DQO

Os procedimentos laboratoriais para determinação da DQO se deram através da NBR 10357/1988, utilizando-se o método de refluxo fechado. As amostras analisadas sucederam-se com o efluente tratado, de acordo com a dosagem estabelecida para cada coagulante (Tabela 1).

3.8 DBO₅

A NBR 12614/1992, preconiza os ensaios para determinação da DBO₅. As amostras analisadas correspondem ao efluente tratado, de acordo com a dosagem para cada coagulante (Tabela 1).

3.9 pH

A verificação do pH foi fundamentada pela NBR 9251/1986 através do pHmetro Multitec PG 1800.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização Físico-Química do Efluente Bruto

A Tabela 3 discorre sobre os resultados obtidos a partir das análises de DBO, DQO, SST, pH, turbidez e espuma.

Tabela 3. Caracterização físico-química do efluente bruto

Parâmetros	Valor
DBO ₅ (mg/L)	250
DQO (mg/L)	356,41
SST (mg/L)	43,32
pH	5,57
Turbidez (NTU)	33,48
Espumas	Presente

Foram detectadas concentrações de matéria orgânica (DBO₅ e DQO), pH e espumas em desconformidade com os padrões exigidos pela legislação (CONSEMA nº 355/2017), sendo indispensável o tratamento adequado do efluente bruto. O valor identificado de SST apresenta-se de acordo com as condições permitidas pela legislação vigente. As observações realizadas podem ser concebidas já que é conhecida a vazão de efluente correspondente a 55,2 m³/dia.

Os valores de pH obtidos do efluente bruto se mostraram dentro das faixas normalmente empregadas para o processo de coagulação/floculação com o sulfato de alumínio e com os coagulantes naturais e por este motivo não realizou-se correção de pH (ROSALINO 2011, citado por MARTINS 2014).

Conceitualmente, a DBO₅ indica a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável mediante processos bioquímicos aeróbicos por um período de incubação de cinco dias, a 20°C. Por outro lado, a DQO — que também determina o nível de oxigênio existente no meio — é o resultado da oxidação das matérias orgânica e inorgânica por meio de um oxidante químico extremamente forte. Esses parâmetros, em conjunto, podem ser muito úteis para indicar a biodegradabilidade de um efluente ou despejo industrial. Quanto mais próximos forem os valores de DBO₅ e DQO, maior é a biodegradabilidade do despejo (CETESB, 2009; VON SPERLING, 1996). Os níveis elevados de DBO₅ podem estar associados à presença de detergentes, sabões e outros compostos orgânicos biodegradáveis, oriundos das etapas de lavagem/processamento de não tecidos. Os valores de DQO indicam que, além das impurezas obtidas nas etapas de lavagem, o processo de impermeabilização contribuiu para a incorporação de aditivos ao efluente. Valores elevados de DQO podem, ainda, ser um indicador da presença de substâncias capazes de consumir oxigênio, tais como Fe⁺² (aq.), Mg⁺² (aq.), NH₄⁺ (aq.) e elevados teores de cloretos (FENZL, 1988).

4.2 Caracterização do Efluente Tratado

Das dosagens de sulfato de alumínio e de Tanfloc SG utilizadas nos testes de ensaios 1, 2, 3 e 4, respectivamente do *Jar Test*, os jarros que apresentaram clarificação visível do efluente foram os jarros nº 3, 4 e 5 (coagulante inorgânico) e nº 4 e 5 (coagulante orgânico). A caracterização físico-química destas amostras de efluente tratado, para escolha da dosagem adequada está apresentada nas Tabela 5 a 8.

Tabela 4. Resultados do Teste 1

Jarro nº	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Torta úmida (mg)	Torta seca (mg)	SST (mg/L)	pH	Turbidez (NTU)	Espumas
1	250	356,41	-	-	43,32	6,48	33,48	Presente
2	120	86,78	64,55	52,88	11,67	3,60	9,97	Presente

	120	87,15	62,94	52,26	10,68	3,62	10,05	Presente
3	0,00	77,56	63,13	53,62	9,51	3,24	12,56	Presente
	0,00	77,98	65,28	54,51	10,77	3,26	12,45	Presente
4	0,00	75,34	63,74	53,08	10,66	3,07	11,59	Ausente
	0,00	75,37	67,85	56,71	11,14	2,96	11,63	Ausente
5	0,00	90,67	63,20	53,70	9,50	2,61	11,95	Ausente
	0,00	90,67	64,78	54,66	10,12	2,54	11,95	Ausente

Tabela 5. Resultados do Teste 2

Jarro nº	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Torta úmida (mg)	Torta seca (mg)	SST (mg/L)	pH	Turbidez (NTU)	Espumas
1	250	356,41	-	-	43,32	6,48	33,48	Presente
2	120	84,29	74,85	53,65	21,20	3,42	9,93	Presente
	120	85,56	72,98	52,37	20,61	3,56	10,67	Presente
3	0,00	70,34	76,56	54,47	22,09	3,13	11,73	Ausente
	0,00	71,34	75,81	55,39	20,42	3,24	12,04	Ausente
4	0,00	73,35	79,36	55,08	24,28	2,99	11,85	Ausente
	0,00	73,67	81,75	54,60	27,15	3,06	11,89	Ausente
5	0,00	87,21	79,97	54,60	25,37	2,90	11,45	Ausente
	0,00	87,27	80,76	55,65	25,11	2,87	11,67	Ausente

Tabela 6. Resultados do Teste 3

Jarro nº	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Torta úmida (mg)	Torta seca (mg)	SST (mg/L)	pH	Turbidez (NTU)	Espumas
1	250	356,41	-	-	43,32	6,48	33,48	Presente
2	200	136,74	64,40	53,61	10,79	7,01	8,79	Presente
	200	137,07	63,45	53,15	10,30	6,98	8,43	Presente
3	0	220	63,14	52,85	10,29	7,06	4,09	Ausente
	0	220,35	63,06	52,45	10,61	7,00	4,15	Ausente
4	0	156,04	64,97	54,44	10,53	6,93	0,97	Ausente
	0	155,99	63,16	52,77	10,39	6,96	0,96	Ausente
5	0	30,52	63,75	52,37	11,38	6,91	0,76	Ausente
	0	30,07	68,21	56,58	11,93	6,94	0,78	Ausente

Tabela 7. Resultados do Teste 4

Jarro nº	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Torta úmida (mg)	Torta seca (mg)	SST (mg/L)	pH	Turbidez (NTU)	Espumas
1	250	356,41	-	-	43,32	6,48	33,48	Presente
2	200	210,36	75,36	57,32	18,04	6,84	11,28	Presente
	200	210,98	73,60	54,09	19,51	6,84	10,93	Presente
3	180	102,40	75,13	53,57	21,56	7,01	7,41	Presente
	180	103,09	75,12	53,65	21,47	7,01	7,51	Presente
4	0	186,98	70,91	53,83	17,08	7,10	1,78	Ausente
	0	187,67	70,81	53,22	17,59	7,14	1,79	Ausente
5	0	111,23	73,19	55,88	17,31	7,21	1,48	Ausente
	0	112,08	76,68	54,16	22,52	7,30	1,43	Ausente

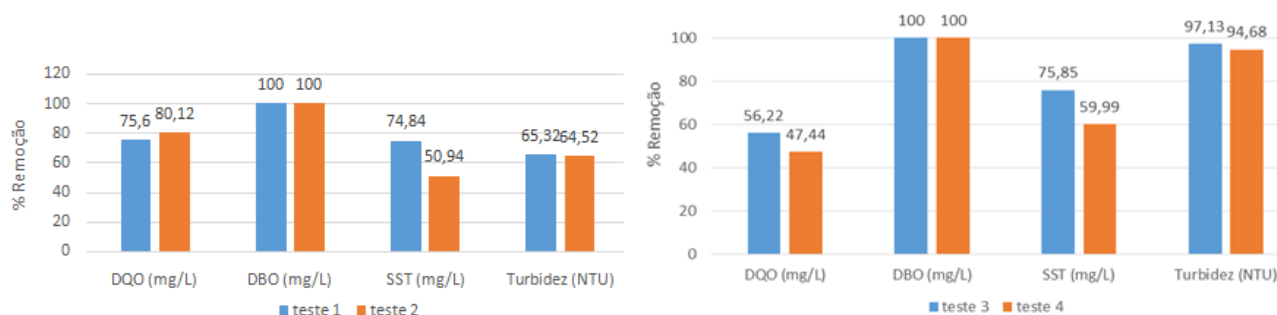
Observou-se que os testes 1 e 2, com o uso do sulfato de alumínio como coagulante na concentração de 150 g/L, no jarro nº 3, apresentou maior redução de DQO, DBO₅ e turbidez. Com este valor de dosagem adequada, os parâmetros DQO, DBO₅ e SST obedecem aos padrões recomendados pela legislação. Em ambos os testes os valores de pH encontram-se fora dos limites preconizados pela legislação.

Com o uso do coagulante natural Tanfloc SG nos testes 3 e 4, na concentração de 5g/L no jarro nº 4, apresentou maior redução de DQO, DBO₅ e turbidez. Com este valor de dosagem adequada, os parâmetros DQO, DBO₅ e SST obedecem aos padrões recomendados pela legislação. Em ambos os testes os valores de pH encontram-se fora dos limites preconizados pela legislação.

4.3 Eficiência da Redução

Na Figura 7 são apresentados os resultados do percentual de remoção dos parâmetros arbitrados para análise, entre os testes 1 e 2, bem como os testes 3 e 4.

Figura 2. Comparação do percentual de Remoção entre os testes 1-2 e 3-4.



Pode-se dizer o percentual de remoção de DQO no teste 1 e no teste 2 é de (75,60% e 80,12%), respectivamente enquanto que os percentuais de remoção de DBO, SST e Turbidez no teste 1 são respectivamente (100% e 100%), (74,84% e 50,94%) e (65,32% e 64,52%).

Os percentuais de remoção de DQO, DBO, SST e Turbidez nos testes 3 e 4 são respectivamente (56,22% e 47,44%), (100% e 100%), (75,85% e 59,99%) e (97,13% e 94,68%).

5. CONCLUSÃO

Na avaliação dos coagulantes propostos, o sulfato de alumínio empregado no teste 1 (jarro nº3) e

no teste 2 (jarro nº3), proporcionou os melhores resultados, conforme preconiza a CONSEMA nº 355/2017. Sendo que os percentuais de remoção dos parâmetros são: DBO₅ (100%; 100%), DQO (75,60%; 80,12%), SST (74,84%; 50,94%) e turbidez (65,32%; 64,52%). Destaca-se que para o tratamento do efluente têxtil empregando o sulfato de alumínio como coagulante na concentração de 150g/L o volume ótimo corresponde a 100 mL e o meio filtrante adequado é o PE 280 cuja gramatura e permeabilidade são, respectivamente (280 g/m² e 700 L/min.dm²).

Já o coagulante natural Tanfloc SG utilizado no teste 3 (jarros nº4) e no teste 4 (jarros nº 4) apresentou os melhores resultados. Sendo que os percentuais de remoção dos parâmetros são: DBO₅ (100%; 100%), DQO (56,22%; 47,44%), SST (75,85%; 59,99%) e turbidez (97,13%; 94,68%). Frisa-se que para o tratamento do efluente têxtil empregando o Tanfloc SG como coagulante na concentração de 5g/L o volume ótimo corresponde a 3 mL e o meio filtrante adequado é o PP 220 cuja gramatura e permeabilidade são, respectivamente (220 g/m² e 550 L/min.dm²).

6. REFERÊNCIAS

AQUINO NETO, S., *et al.* **Tratamento de Resíduos de Corante por Eletrofloculação: Um Experimento para Cursos de Graduação em Química.** Química Nova, São Paulo, v. 34, n. 8, p. 1468-1471, 2011.

ARAÚJO, K. S., *et al.* **Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais.** Revista Ambiente & Água, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 387-401, 2016.

CARVALHO, M. J. H. **Uso de coagulantes naturais no processo de obtenção de água potável.** 2008. Dissertação. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

CERON, L.P. **Alta Eficiência na filtração tangencial de particulados decarvão em filtros de mangas.** In: 10º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 2016, Porto Alegre: PUCRS, 2016.

CERQUEIRA, A; RUSSO, C; MARQUES, M.R. C. **Electroflocculation for Textile Wastewater Treatment.** Brazilian Journal of Chemical Engineering, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 659-688, 2009.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo – Série de relatórios.** 2009. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo/Secretaria do Meio Ambiente.

CONSEMA. Resolução CONSEMA nº 128/2006 - Fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. **Rio Grande do Sul: CONSEMA, 2006.**

CONSEMA. Resolução CONSEMA nº 355/ 2017 - Critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. **Rio Grande do Sul: CONSEMA, 2017.**

DIAS, T. **Papel e Celulose - Proteção e Economia com os Filtros.** Meio Filtrante, São Bernardo do Campo, Edição 35, 2008.

KHANDEGAR, V.; SAROHA, A. K. **Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent.** Journal of Environmental Management, v. 128, n.1, p. 949-963, 2013.

MAIS POLÍMEROS. **O que é polipropileno.** 2019. Disponível em: <<http://www.maispolimeros.com.br/2019/02/11/polipropileno-o-que-e/>>. Acesso em: 17 out. 2019.

MARQUES, P. M., *et al.* **Avaliação da eficiência do tratamento do efluente de uma estampa por coagulação química.** 2017. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/AGUARDAR_12_DEZ_2018_AVALIA%C3%87%C3%83O_D_A_EFICI%C3%84NCIA_DO_TRATAMENTO_DO_EFLUENTE_DE_UMA_ESTAMPARIA_POR_COAGULA%C3%87%C3%83O_QU%C3%8DMICA.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.

MARTINS, H. C. **Estudo sobre os Processos de Coagulação, Floculação e Decantação em Efluentes Oriundos de Usina Canvieira.** 2014. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MEIO FILTRANTE. **Filtro tipo cartucho para a linha de processos.** 2016. Disponível em: <meiofiltrante.com.br/edicoes.asp?link=ultima&fase=C&id=1077>. Acesso em: 17 out. 2019.

MERZOUK, B., *et al.* **Removal of a disperse red dye from synthetic wastewater by chemical coagulation and continuous electrocoagulation.** *Desalination*, v. 272, n. 3, p. 246-253, 2011.

NECKEL, A., *et al.* **A eficiência no tratamento de efluente em indústria de balas com a modificação do lodo em reator anaeróbio.** *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 20, n.1, p. 425-427, 2016.

OLADOJA, N. A. **Headway on natural polymeric coagulants in water and wastewater treatment operations.** *Journal of Water Process Engineering*, v.6, n.1, p.174–192, 2015.

PIANTÁ, C. A. V. **Emprego de coagulantes orgânicos naturais como alternativa ao uso do sulfato de alumínio no tratamento de água.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RICHTER, C. A. **Água – Métodos e Tecnologias de Tratamento.** São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2009.

SANTOS, D. L. **O meio filtrante, fator decisivo na filtração.** 2016. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/andritz-separation-o-meio-filtrante-fator->

SILVA, T. S. S. **Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e esgoto.** 1999. Tese de Mestrado, Área de Saúde Pública – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.

SILVA, C. V. **Remoção de fósforo em estação de tratamento de esgotos sanitários através de precipitação química.** 2009. Tese de Dissertação do programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória 2009.

SILVEIRA, S. **Manual de Matérias Primas Têxteis.** Centro de Formação Profissional para Indústria de Lanifícios. 2014. 104 p.

SKEIST, I. **Handbook of adhesives.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1990, p. 478-498.

TANAC. **Tanflocsg1500.** Disponível em: <http://www.tanac.com.br/sites/default/files/CT_TANFLOC_SG_1500_PT_0.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

VAZ, L. G., *et al.* **Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia.** *Eclética química*, Araraquara, v. 35, n. 4, p. 45-54, 2010.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. v. 1, p. 243, 1996.