

## ÁREA TEMÁTICA: GESTÃO AMBIENTAL

# PROJETO DE MEIO FILTRANTE PARA TRATAR EFLUENTE TÊXTIL

*Betina Oliveira Fossati (Betina\_Fossati@hotmail.com)*

*Dr. Luciano Peske Ceron (Luciano.ceron@pucrs.br)*

*Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS*

## RESUMO

Neste artigo foi avaliada a determinação do meio filtrante para o tratamento de efluente têxtil, por meio de filtração sólido-líquido a vácuo em pressão e volume de entrada constante de 200 mmHg e 500 ml. Foram utilizados nove filtros de não tecidos de poliéster, polipropileno e poliamida com gramaturas e permeabilidades diferentes. Para a avaliação dos meios filtrantes foi analisado três critérios, sendo eles taxa de filtração, sólidos totais e qualidade do filtrado. As práticas foram realizadas no Laboratório de Processos Ambientais na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Foi observado que existe uma influência da gramatura na análise de sólidos totais, das baixas permeabilidades e do tempo de filtração na análise de taxa de filtração e alterações significativas nos indicadores de pH, turbidez, cor e absorvância do filtrado. Dentre os filtros estudados, o PE 5 apresentou os melhores resultados no processo de filtração.

**Palavras-chave:** Efluente; Filtração; Não tecidos.

## FILTERING MEDIA PROJECT TO TREAT TEXTILE EFFLUENT

### ABSTRACT

In this article, the determination of the filtering medium for the treatment of textile effluent was evaluated by means of solid-liquid vacuum filtration under pressure and a constant inlet volume of 200 mmHg and 500 ml. Nine polyester, polypropylene and polyamide nonwoven filters with different weights and permeabilities were used. For the evaluation of the filter media, three criteria were analyzed, namely filtration rate, total solids and quality of the filtrate. The practices were carried out at the Environmental Processes Laboratory at the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul. It was observed that there is an influence of the grammage in the analysis of total solids, the low permeability and the filtration time in the analysis of the filtration rate and significant changes in the pH, turbidity, color and absorbance indicators of the filtrate. Among the studied filters, PE 5 presented the best results in the filtration process.

**Keywords:** Effluent; Filtration; Nonwoven.

### 1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, principalmente devido ao aumento do crescimento populacional e da atividade industrial (KUNZ, 2002). Ademais, a indústria têxtil é uma das mais importantes atividades econômicas responsáveis por esse desenvolvimento e com esse fato, torna-se um dos setores de maior impacto ambiental (BAËTA *et al.*, 2012).

As substâncias presentes nos resíduos têxteis alteram os parâmetros físico-químicos das águas superficiais, as quais, quando não corretamente tratadas, podem causar sérios problemas de contaminação ambiental (HIRSCHLER *et al.*, 2011). Para o tratamento de efluentes têxteis a tecnologia de membranas de filtração foi apontada como uma técnica muito utilizada e com várias aplicações industriais (DENARO, 1993).

A filtração permite a clarificação e desinfecção da água em uma única etapa e com uma qualidade constante do filtrado. Para que isso ocorra, o elemento filtrante, geralmente fabricado por indústrias de tecidos técnicos, possui funções primordiais na filtração, entre elas, a capacidade de reter sólidos

sem ocorrer à obstrução dos poros, permitindo assim, a passagem do líquido, além de ser mecanicamente forte e resistente à corrosão (VAZ *et al.*, 2014). A escolha do meio filtrante trata de um dos aspectos mais importantes para que se tenha uma filtragem eficiente.

### 1.1 Indústria Têxtil

Na indústria têxtil é utilizada uma vasta variedade de produtos químicos e uma grande quantidade de água durante o processo de produção. Cerca de 200 L de água são consumidos para produzir 1 kg de tecido (GHALY *et al.*, 2014). Com isso, as águas residuais produzidas durante esse processo contêm grande quantidade de corantes, carga de compostos orgânicos como amido, dextrinas, gomas, graxas, pectinas, álcoois, ácido acético, sabões e detergentes, e compostos inorgânicos como hidróxido de sódio, carbonatos, sulfatos e cloretos (BRAILE; CAVALCANTI, 1993) que são capazes de prejudicar o meio ambiente e a saúde humana.

De acordo com Sen e Demirer (2003), o efluente têxtil possui um pH entorno de 6 a 10, uma demanda biológica de oxigênio (DBO) de 90 a 170 mg/L, sólidos em suspensão de 110 a 180 mg/L, concentração de fosfato de 0,9 a 2,4 mg/L, concentração de sulfato de 1,9 a 6,4 mg/L.

Para o tratamento de efluentes são utilizados os tratamentos primários, secundários e terciários, que tem como objetivo a remoção das partículas ou poluentes mediante operações físicas, químicas e biológicas ou combinação destas, cujo intuito é reduzir os sólidos totais, eliminar a turbidez, a cor e oxidar química e bioquimicamente essas substâncias, além de remover as consideradas tóxicas (FREITAS, 2002).

1.2 Os tratamentos físicos fundamentais são representados pelo método de separação de fases sendo eles: filtração, centrifugação, decantação, flotação e sedimentação. Os tratamentos primários são os mais utilizados atualmente para a purificação dos efluentes das indústrias têxteis (SOTTORIVA, 2002).

### 1.3 Filtração Sólido-Líquido

A filtração é uma das aplicações ambientais mais comuns do fluxo de fluidos através de leitos compactados. Pode-se comparar a filtração industrial à filtração em um laboratório químico, pois ambas utilizam um filtro em um funil (DUPONT, *et al.*, 2017). O objetivo dessa operação é a separação sólido-líquido que se fundamenta em dividir mecanicamente as partículas sólidas de uma suspensão líquida com a assistência de um leito poroso, chamada de meio filtrante ou membrana. O filtro deve ser constituído de papel, tecido ou não tecido e os critérios que definem o material a ser utilizado devem cumprir os seguintes requisitos: a capacidade de remover a fase sólida do efluente após a filtração, alto rendimento líquido para uma determinada queda de pressão, resistência mecânica e inércia química ao efluente a ser filtrado e a quaisquer fluidos de lavagem usados na torta final (DUPONT, *et al.*, 2017). Segundo Massarini (2002), o tipo de torta acaba dependendo da natureza que o sólido possui, da granulometria e das partículas, de acordo com a forma que filtração é conduzida e do grau de heterogeneidade do sólido.

Além disso, existem outras variáveis operacionais importantes no processo de filtração como, os sólidos retidos, taxa de filtração e a qualidade do filtrado (FREITAS, 2003). Os sólidos presentes no efluente correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após a secagem da amostra a uma temperatura pré-estabelecida, entre 100°C a 105°C, durante um tempo fixado. Existem dois métodos para determinar os sólidos presentes nos efluentes (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). O primeiro baseia-se na determinação gravimétrica (que utiliza uma balança analítica ou de precisão), e outro que se fundamenta no volume, por exemplo, para a determinação de sólidos sedimentáveis (cone Imhoff) (PIVELI e KATO, 2005).

A taxa de filtração é um parâmetro que está relacionado ao tempo de filtração, degaste do material, a área de escoamento e a profundidade em que o material consegue penetrar no filtro. As maiores taxas geram um tempo menor de filtração, uma alta penetração de partículas retidas, uma redução de custos inicial, operacional e de manutenção dos filtros (TANABE, 2008). Já os menores valores de taxas de filtração resultam em um maior consumo de energia no processo em função do tempo de retenção das partículas serem mais elevadas (DONAVAN, 1985).

Além disso, um fenômeno determinante nos resultados de taxas de filtração é chamado de colmatção, no qual, interfere no tempo de filtração e diminui a capacidade de purificação do filtro, por meio do entupimento dos poros. Isso resulta na redução da área transversal dos espaços vazios, que estão disponíveis para a passagem do líquido a ser filtrado, e no aumento do tempo de filtração (MENDONÇA, 2000).

A qualidade do filtrado é baseada nas características do efluente após a filtração por meio de diversos parâmetros, que indicam sua qualidade. De acordo com o conselho nacional do meio ambiente (CONAMA), os indicadores possuem faixas de valores permitidos para a liberação de efluente. Os principais indicadores da qualidade da água são divididos em três aspectos: físicos, químicos e biológicos (CONAMA, 2011). Dentro dos aspectos físicos encontram-se os parâmetros de pH, condutividade elétrica, cor, turbidez e absorvância.

#### **1.4 Meios Filtrantes**

Os meios filtrantes são amplamente utilizados em muitas indústrias como um meio de separação para purificação de líquidos ou recuperação de materiais particulados da suspensão. O principal mecanismo de separação sólido-líquido usando filtros é a diferença entre o tamanho do poro do filtro e o tamanho das partículas. O tamanho dos poros, definido como gramatura do material é a propriedade estrutural mais importante e é usado como um índice para a categorização dos filtros. (NAKAMURA, *et al.*, 2018).

Além disso, outra propriedade importante dos meios é a permeabilidade, que é uma medida em unidades de volume por unidade de área e tempo, que permite avaliar a passagem do líquido em estudo através do meio filtrante. Ademais, essa propriedade é uma das principais parâmetros de monitoramento em aplicações que envolvem a filtração, devido ao fato desse parâmetro ser reduzido pelo depósito de pó residual que fica retido no filtro. Isso ocasiona em uma variação nos resultados entre a permeabilidade do não tecido antes e após a sua utilização (FREITAS *et al.*, 2002). De forma ideal, o filtro deve remover o máximo de impurezas com a mínima resistência ao fluido de arraste. Nas aplicações que empregam não tecidos, uma baixa permeabilidade implica em baixas taxas de filtração, tornando-se uma desvantagem econômica ao processo (INNOCENTINI *et al.*, 2009).

A indústria têxtil classifica três categorias principais de fibras, as provenientes da celulose, como algodão, rayon, linho, rami, cânhamo e liocel, de proteína, como lã, angorá, mohair, caxemira e seda e as sintéticas, como poliéster, nylon, elastano, acetato, acrílico, ingeo, poliamida e polipropileno (GHALY, 2014).

As fibras sintéticas de não tecidos são aqueles fabricados por processos de entrelaçamentos ordenados das fibras, em geral, num ângulo de 90°. Esses filtros são fabricados pela deposição aleatória de fibras poliméricas (monofilamentos contínuos ou cortados), principalmente de poliéster, polipropileno e poliamida, ou fibras naturais entrelaçadas de forma aleatória, quando agulhados (SCHUJMAN, 2010). Essas fibras são utilizadas na fabricação dos produtos e, por sua vez, podem ser utilizadas na produção de filtros para o tratamento dos efluentes gerados na indústria têxtil (CIARDELLI, 2000).

O poliéster na forma de fibras possui algumas propriedades, como uma alta resistência à tração e à abrasão (GUILLEN, 1991). Além disso, sua umidade relativa é de 65% e a temperatura de transição vítrea está entre 69° a 77°C. Ademais, tem uma fraca absorção de água e uma rápida secagem dos produtos confeccionados deste material (ARAÚJO, 1986).

A primeira fibra sintética fabricada foi a de poliamida em 1934, através da polimerização do ácido amino undecanóico (ALFIERI, 2010). As fibras de poliamida tem alto ponto de fusão, um baixo peso específico, boa resistência química e é inerte aos ataques biológicos (FACTORI, 2009).

Desde a introdução do polipropileno (PP) em 1954, ele se tornou a mais importante resina termoplástica presente deste ramo (BNDES, 1995).

## 2. OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é a determinação do meio filtrante mais adequado para a filtração de um efluente têxtil industrial. Os meios filtrantes utilizados foram não tecidos produzidos de poliéster, polipropileno e poliamida.

## 3. METODOLOGIA

Os testes foram realizados no Laboratório de Processos Ambientais (LAPA) na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

### 3.1 Caracterização do Efluente

O efluente utilizado no projeto foi disponibilizado pela empresa Inbrape Tecidos Industriais, localizada em Guaíba. Esse resíduo é enviado para uma estação prévia de tratamento onde ocorrem as operações de sedimentação e separação de sólidos. A coleta do efluente foi realizada após a passagem pela estação e armazenada em temperatura ambiente no LAPA, até a data das análises.

Em relação às análises físico-químicas, turbidez, pH, condutividade e cor para a caracterização do efluente bruto e do tratado foram realizadas de acordo com as normas *American Public Health Association* (APHA) de 2017. As análises, equipamentos e referência da norma utilizados estão especificados no Quadro 1.

**Quadro 1.** Parâmetros analisados e equipamentos empregados na pesquisa.

Parâmetro	Equipamentos	Norma APHA
Turbidez	Turbidímetro DM-C2 – Digimed	2130
pH	PHmetro PG1800 – Gehaka	4500-H <sup>+</sup>
Condutividade	Condutivímetro C 708 – Quimis	2510
Cor	Colorímetro 200 - Nessler Quanti	2120

Além disso, foi realizada uma varredura espectrofotométrica, na região compreendida entre 190 nm e 800 nm, a fim de monitorar em qual comprimento de onda a luz é mais absorvida pelo resíduo. Esse ensaio foi executado em um espectrofotômetro UV-Visible 50 Bio-Varian, utilizando uma cubeta de quartzo com 1 cm de caminho ótico.

### 3.2 Meios Filtrantes

Os meios filtrantes foram fornecidos pela empresa Renner Têxtil. Inicialmente foi efetuada uma adequação em nove filtros poliméricos com cortes de 12,4 cm de diâmetro, sendo três filtros compostos integralmente de poliéster (PE), três compostos totalmente de poliamida (NO) e três compostos integralmente de polipropileno (PP), tendo cada filtro uma gramatura diferente.

A determinação da permeabilidade dos meios filtrantes foi realizada na empresa Renner Têxtil em um Permeabilímetro Karl Schroder KG, modelo 6940 Weinheim. O procedimento consiste na colocação da amostra no orifício de fluxo do equipamento, ajustando a pressão constante de 20 mm de coluna d'água em aparelho Gauge, modelo DPF-15E e ligando o temporizador digital por 30 segundo para a análise. A permeabilidade é medida em manômetro pelo fluxo de ar (L/min.dm<sup>2</sup>) que percorre o não tecido. O ar é provocado por um aspirador Arno Papa-Pó, modelo APAC de 700 W, com fluxo invertido, por meio de uma mangueira até o aparelho. Essa técnica usada teve como referência a norma NBR 13706:1996 - Não tecido - Determinação da permeabilidade ao ar.

O Quadro 2 abaixo apresenta as especificações quanto ao tipo de material juntamente com a gramatura e permeabilidade dos meios filtrantes utilizados neste trabalho.

**Quadro 2.** Especificações dos Meios Filtrantes.

Material	Amostra	Gramatura (g/m <sup>2</sup> )	Permeabilidade (L/dm <sup>2</sup> .min)
----------	---------	-------------------------------	---

PE	5	433	260
	112	112	1500
	351	290	620
PP	25	450	220
	35	300	600
	50	330	350
NO	350	370	240
	501	500	200
	551	540	160

### 3.3 Filtração

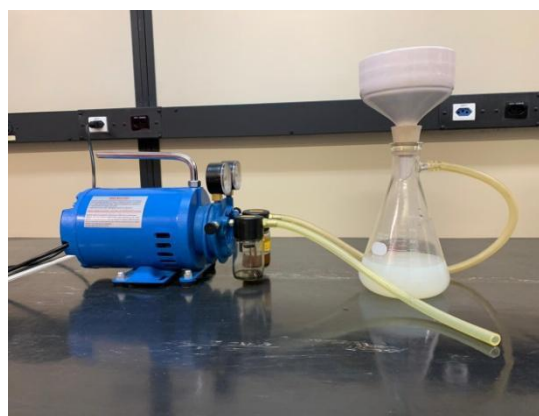
Iniciou-se com a etapa de montagem do sistema conforme esquema mostrado na figura 1. O sistema é composto por um filtro de porcelana, encaixados em um kitassato de um litro, conectado por mangueira a uma bomba de vácuo. Em todos os ensaios foi utilizado um volume de alimentação de 500 ml e uma pressão constante no sistema de 200 mmHg.

A determinação do meio filtrante para o tratamento do efluente foi mensurada por meio da taxa de filtração, quantidade de partículas retidas no meio e a análise da qualidade do efluente, com o objetivo de verificar se o filtrado ficou mais límpido e clarificado. Para a medição do tempo de filtração foi utilizado um cronometro para obter o tempo gasto em cada 100 ml de efluente.

Na análise de retenção de sólidos, o filtro foi previamente pesado, após a filtração a torta úmida foi seca em uma estufa por um dia a 100 °C e pesada novamente. A determinação de massa de retidos dos meios filtrantes foi realizada em uma balança analítica por diferença de peso. Em relação aos índices do filtrado, foi analisado os parâmetros de pH, condutividade elétrica, cor, turbidez e absorvância após cada filtração, para a verificação das mudanças físicas.

Mediante os resultados das análises juntamente com os dados apresentados no quadro 2, é possível determinar o material e a granulometria mais adequado para a purificação do resíduo.

Figura 1. Montagem do experimento.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização do Efluente

A primeira etapa do presente trabalho abrangeu a caracterização do resíduo têxtil que foi utilizado para abastecer o sistema de filtração. Dentre todas as possibilidades de análise, devido a disponibilidade, os métodos realizados foram os de pH, turbidez, condutividade elétrica, cor e absorvância.

Além disso, na análise de absorvância, foi realizada uma varredura espectrofotométrica que determinasse o melhor comprimento de onda em que o efluente absorve luz, sendo determinado que

o comprimento de onda de 263 nm, seria utilizado como parâmetro de monitoramento do processo de filtração. Na tabela 1 estão apresentados os resultados dos parâmetros que caracterizam o efluente bruto.

**Tabela 1.** Dados do Efluente Bruto.

Parâmetros	Ph	Condutividade (mS/cm)	Turbidez (NTU)	Cor (mg/L)	Absorvância
Efluente Bruto	5,71	167,1	466	1100	9,51

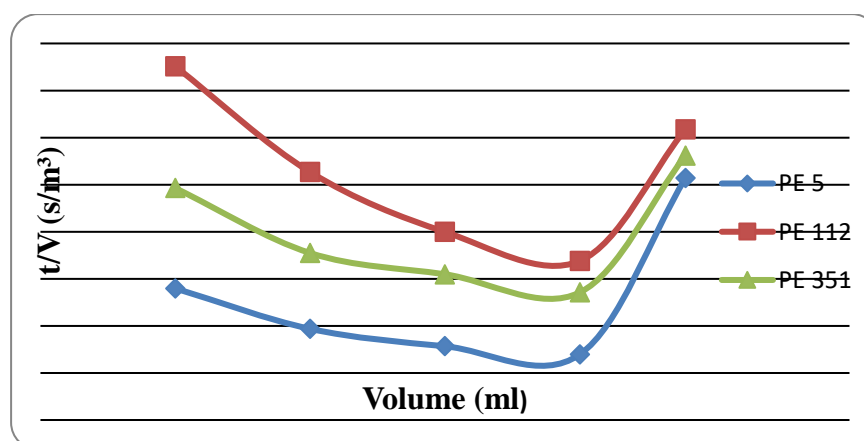
De acordo com o CONAMA (2011), o efluente bruto encontra-se dentro dos padrões aceitos quanto à condutividade, cor, turbidez e absorvância uma vez que não tem um limite específico nesse parâmetro. Todavia, em relação ao pH o resultado encontram-se fora das especificações adequadas. Havendo assim, a necessidade de tratamento para adequar ou melhorar os parâmetros desejados.

#### 4.1 Filtração Sólido-Líquido

##### 4.1.1 Taxa de Filtração

Considerando o diâmetro utilizado dos filtros de não tecidos de poliéster, polipropileno e poliamida a área resultante foi de 120,76 cm<sup>2</sup>, uma vez que todos os filtros obtiveram a mesma área foi possível à geração de um perfil das filtrações em função do tempo gasto em cada 100 ml de filtrado para encontrar as taxas de filtração dos meios filtrantes. As figuras 2, 3 e 4 têm como objetivo apresentar respectivamente os melhores resultados de taxa de filtração dos filtros de poliéster, polipropileno e poliamida.

**Figura 2.** Análise da taxa de filtração do poliéster.



**Figura 3.** Análise da taxa de filtração de polipropileno.

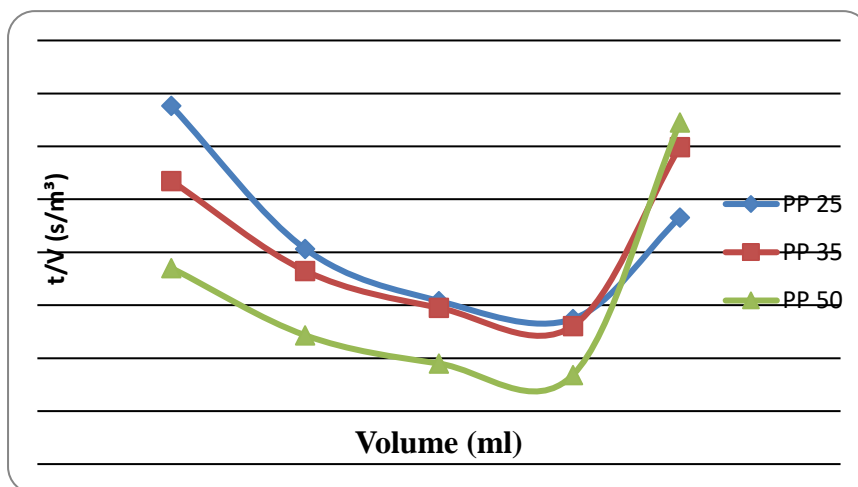
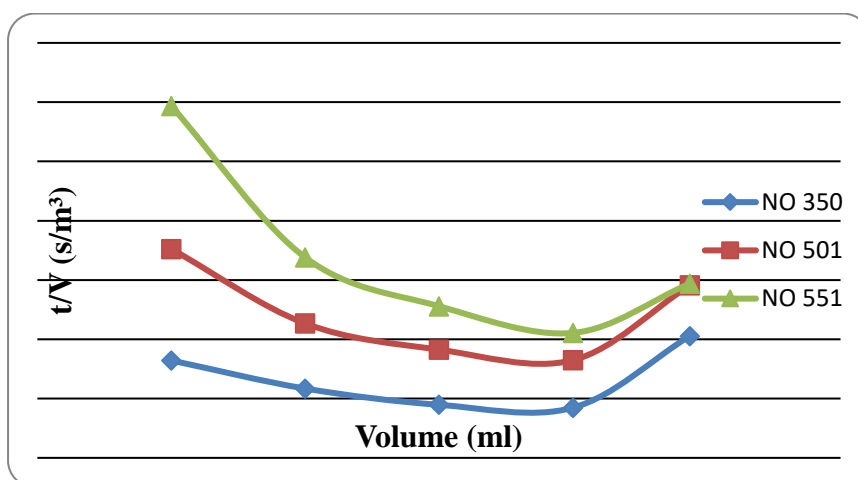


Figura 4. Análise da taxa de filtração de poliamida.



Nota-se que todos os filtros obtiveram o mesmo formato curvilíneo em seu perfil, em função do fenômeno de colmatção. Este acontecimento ocorreu em razão do entupimento dos poros causando uma retenção no efluente sobre o filtro até o momento da saturação. Em seguida, o líquido foi liberado pela alta pressão, fazendo com que o escoamento do líquido aumentasse sua velocidade até o início do gotejamento.

Além disso, na análise da figura 2, 3 e 4 foi possível identificar que a melhor amostra de poliéster foi o PE5, de polipropileno o PP25 e de poliamida o NO350. Essa identificação ocorreu em função dessas amostras terem o menor tempo de filtração o que acarreta numa maior taxa de filtração. Ademais, as três amostras possuem permeabilidades baixas numa faixa de 220 a 260 L/dm<sup>2</sup>.min entretanto, nota-se que não há uma relação entre as gramaturas um vez que os materiais tem gramaturas diferentes de acordo com suas faixas de fabricação.

#### 4.1.2 Sólidos Totais

Na análise desse método foi observada a quantidade de sólidos retidos nos filtros. Os resultados referentes aos materiais e suas amostras estão apresentados nas tabelas 2, 3, 4.

**Tabela 2.** Sólidos totais do filtro de polipropileno.

Material	PP		
	Amostra	25	35
Sólidos Totais (g)	0,052	0,306	0,103

**Tabela 3.** Sólidos totais do filtro de poliéster.

Material	PE		
	Amostra	5	112
Sólidos Totais (g)	0,155	0,003	0,093

**Tabela 4.** Sólidos totais do filtro de poliamida

Material	NO		
	Amostra	350	501
Sólidos Totais (g)	0,036	0,154	0,041

Apesar de não haver uma grande quantidade de sólidos totais nos filtros após a filtração, foi possível analisar que os meios que retiveram a maior quantidade foram o PP 35, PE 5 e NO 501. Ademais, foi analisado que os três filtros escolhidos possuem permeabilidades diferentes, no entanto suas gramaturas encontram-se numa faixa de 300 a 500 g/m<sup>2</sup>, o que define que as partículas no efluente tem tamanho superior aos poros dos filtros com essa faixa de gramatura.

#### 4.1.3 Qualidade do Filtrado

Após a filtração os parâmetros de pH, turbidez, condutividade elétrica, cor e absorvância foram analisados para que fosse identificado se após o processo ocorreu alterações no filtrado em comparação aos dados do efluente bruto, apresentados na tabela 1. Os resultados dos parâmetros analisados nos filtrados encontram-se no quadro 2.

**Quadro 2.** Resultado dos parâmetros dos filtrados.

Amostra	Gramatura (g/m <sup>2</sup> )	Permeabilidade (L/dm <sup>2</sup> .min)	pH	Condutividade (mS/cm)	Turbidez (NTU)	Cor (mg/L)	Absorvância (263 nm)
Bruto	-	-	5,71	167,1	466	1100	9,51
PE 5	433	260	6,33	174,10	92,37	467	5,12
PE 112	112	1500	5,88	158,73	348,33	933	7,18
PE 351	290	620	5,99	487,30	301,00	1000	8,16
PP 25	450	220	6,13	186,70	263,00	900	7,48
PP 35	300	600	5,87	155,70	280,33	933	8,79
PP 50	330	350	6,10	179,13	354,67	1000	8,39
NO 350	370	240	5,99	160,67	269,33	1000	8,05

NO 501	500	200	6,36	178,70	79,57	500	5,71
NO 551	540	160	5,98	163,70	246,00	767	7,36

De acordo com os limites permitidos da CONAMA 430, o pH de um efluente com permissão a ser lançado precisa estar na faixa de 6 a 9. Com isso foi possível observar que as amostras PE 5, PP 25, PP 50 e NO 501, fizeram como que o filtrado atingisse a faixa necessária após a filtração. Já em relação à condutividade elétrica, turbidez, cor e absorvância não há uma faixa de limite determinada. No entanto, os filtros de PE 5 e NO 501 obtiveram respectivamente uma redução de 80% e 83% nos valores de turbidez após o tratamento. Quanto aos parâmetros de cor e absorvância os filtros que apresentaram as maiores reduções foram PE 5 com 58% em relação a cor e 44% na absorvância, já no filtro NO 501 a redução quanto a cor foi de 55% e absorvância de 40%. Além disso, foi possível verificar que os filtros PE 5 e NO 501 que apresentaram mudanças significativas possuem gramaturas e permeabilidades muito próximas. Definindo eles como os que se comportaram melhor na análise de qualidade dos filtrados.

## 5. CONCLUSÃO

No trabalho foram analisados diferentes materiais de não tecidos de poliéster, polipropileno e poliamida com gramaturas e permeabilidade diferentes para a filtração de um efluente têxtil industrial. Para que o objetivo de tratar o fluido, por meio de filtração sólido-líquido a vácuo em um menor tempo, foi utilizado três critérios para a determinação do meio filtrante mais adequado. Sendo eles taxa de filtração, sólidos totais e qualidade do filtrado.

O resultado para taxa de filtração foi baseado no tempo de filtração ao longo da operação, uma vez que numa escala industrial o volume de fluido é elevado e para as empresas é mais vantajoso financeiramente que o processo de purificação seja mais rápido. Com isso, as melhores amostras foram as PE 5, PP 25 E NO 350, visto que para 500 ml de efluente foram gastos menos de um minuto para realizar a filtração.

Em relação à análise dos sólidos totais foi identificado que os meios filtrantes utilizados no trabalho não reiteram grandes quantidades de sólidos. Entretanto, numa comparação entre os filtros os que se destacaram foram o PE 5 PP 35 e NO 501. Além disso, a baixa quantia de particulados presentes faz com que haja a possibilidade de novas análises envolvendo reutilização dos filtros, após a secagem. Por meio das análises de qualidade de filtrado foi possível observar que a filtração com os meios filtrantes PE 5 e NO 501 foram capazes de reduzir os índices de turbidez, cor e absorvância. Ademais, foi verificado que o pH dos filtrados com esses dois meios atingiram a faixa de permissão pela CONAMA para a liberação de efluente nessa categoria.

Dentre eles o meio filtrante que mais se destacou em relação ao resultado dos três métodos realizados foi o PE 5, uma vez ficou entre os melhores em todas as análises do trabalho.

## 1. REFERÊNCIAS

ALFIERI, P. **Apostila de Fibras Têxteis I** – Fibras Naturais e Artificiais centro Universitário da FEI. São Paulo. 199p. 2010.

ARAÚJO, M. M.; CASTRO, E. **Manual de Engenharia Textil** - Volume I. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1986.

BAÊTA, B; AQUINO, S; SILVA, S; RABELO, C. **Anaerobic degradation of azo dye Drimaren blue HFRL in UASB reactor in the presence of yeast extract a source of carbon and redox mediator. Biodegradation**, v.23, n.2, p.199-208, 2012.

BNDES. **Polipropileno**. 1995. Disponível em:

<[https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/polipr2a.pdf](https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/polipr2a.pdf) />. Acesso em: 8 Set. 2019.

BRAILE, P.M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. CETESB., p.764, 1993.

CIARDELLI, G., MARCUCCI, M.; CORSI, L. **Membrane separation for wastewater reuse in the textile industry**. Prato, Italia, 2000.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes**. Complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho

DENARO, R. **Ultrafiltration treatments of oily emulsions: models of calculation and industrial applications**. Ingegneria Ambientale, 22 pp. 259-270,1993.

DONOVAN, R. P. **Fabric filtration for combustion sources**. New York, Marcel Dekker Inc., 1985.

DUPONT, R.; GANESAN K.; THEODORE L. **Unit operations in environmental engineering**. Scrivener publishing LLC, 2017.

FACTORI, I. M. **Processamento e propriedades de compósitos de poliamida 6.6 reforçada com partículas de vidro reciclado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FREITAS, K. R. **Caracterização e reuso de efluentes do processo de beneficiamento da indústria têxtil**. 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

FREITAS, R. A. S. **Comportamento de geotêxteis com filtro em resíduos – fosfogesso e lama vermelha**. 2003. 131f. Tese (Pós Graduação em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GHALY, AE.; ET AL. **Production, Characterization and Treatment of Textile Effluents: A Critical Review** - Journal of Chemical Engineering & Process Technology, Nova Scotia, Canada, 2014.

GUILLEN, J.G. **Fibras de Poliéster**. 2 ed. Terrassa: Universitat Politècnica de Catalunya, 1991, 56-83.

HIRSCHLER, R., OLIVEIRA, D. F., LOPES, L. C. **Quality of the daylight sources for industrial colour control**. Coloration Technology, 127(2), 88-100. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1478-4408.2011.00283.x>, 2011.

KUNZ, A. ; et al. **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis**. En: Química Nova. Enero – Vol. 25, no.1, p.78–82, 2002.

INNOCENTINI, M. D. M.; RODRIGUES, V. P.; ROMANO, R. C.; PILEGGI, R. G.; SILVA, G. M.; COURY J. R. **Permeability optimization and performance evaluation of hot aerosol filters made using foam incorporated alumina suspension**. Journal of Hazardous Materials, v. 162, p. 212-221, 2009.

MASSARINI, G. **Fluidodinâmica em sistemas particulados**. 2 ed. Rio de Janeiro: EPapers Serviços Editoriais, 2002. 152 p.

MENDONÇA, M. B., **Avaliação da formação do ocre no desempenho de filtros geotêxteis**. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

NAKAMURA, K. et al. **Characterization of pore size distribution of non-woven fibrous filter by inscribed sphere within 3D filter model**. Separation and Purification Technology, Japão, 2018.

PIVELI, R. P. ; KATO, M. T. **Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos**. 1. ed. São Paulo/SP: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. v. 01. 285 p.

SCHUJMANN, O. S. **Estudo da viabilidade de utilização de geotêxteis não tecidos para filtração da água da chuva.** 2010. 15f. Trabalho de conclusão de curso – Escola de engenharia de São Carlos, São Paulo, 2010.

SEN, S.; DEMIRER, G. N. **Anaerobic treatment of real textile wastewater with a fluidized bed reactor.** Water Res. 37:1868-1878, 2003.

SOTTORIVA, P. R. S. **Degradação de corantes reativos utilizando-se processos oxidativos avançados.** 117 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2002.

TANABE, E. H. **estudo do comportamento da deposição das partículas em diferentes meios filtrantes.** 2008. 172f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2008.

VAZ, J.; SILVA, E. M. S.; ARAÚJO, V. R. **Desaguamento de lama de rocha fosfática: pasta mineral.** In: Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Regional Catalão. Coletânea Interdisciplinar em Pesquisa, Pós Graduação e Inovação. Goiás, v. 3, n. 11, p. 170-186, 2014.