



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Biossorção de corantes oriundos de efluentes de indústria têxtil utilizando resíduos da extração do óleo essencial de *Cuminum cyminum* L.

Bernardo Calvo Ely¹ - bernardo.calvo@acad.pucrs.br
Lucas Milanez Pires² - lucasmilanezpires@gmail.com
Claudio Luis Crescente Frankenberg¹ – claudio@pucrs.br

¹ Escola Politécnica - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS

² Colégio Santa Inês -

Resumo: O processamento têxtil é gerador de grande quantidade de despejos, sendo o corante seu principal resíduo, altamente visível mesmo em pequenas concentrações. Visando a remoção da cor das águas dos rejeitos, o cominho foi escolhido para ser testado como um biossorvente, por também ser um resíduo, no caso, da extração do óleo de *cuminum cyminum* L. Para o processo da biossorção, o cominho passará por processos de secagem, moagem, peneiração e lavagem para assim ser levado para testes com os corantes escolhidos. Então, após as experiências feitas, será possível, identificar limites de uso dos biossorventes nos processos de tratamentos de corantes e verificar a possibilidade de uso da biossorção como método alternativo nos processos reais de tratamento de efluentes industriais da indústria têxtil.

Palavras-chave: cominho; biossorção; indústria têxtil; resíduo

BIOSORPTION OF TEXTILE INDUSTRY'S EFFLUENTS USING RESIDUE OF THE ESSENTIAL OIL'S EXTRACTION OF *CUMINUM CYMINUM* L.

Abstract: The textile-processing generates a large amounts of residues, and the dye is its principal, highly visible in small concentrations. To remove the color of the water residues, the cumin was chosen to be tested as a biosorbent because it is a residue of extraction of *Cuminum Cyminum* L. oil. For the biosorption process, the cumin will pass for process of drying, milling, sifting and washing and therefore it will be taken to tests with chosen dyes. Then, after experiences, will be possible to identify limits of biosorbent uses in dye treatment and verify the possibility of biosorption uses with an alternative method in real treatments of industry effluents.

Keywords: cominho; biosorption; textile industry; residue

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é um setor muito importante da economia brasileira. Só em 2017 houve um crescimento de cerca de 3,5% na produção, alcançando aproximadamente 5,9 bilhões de peças (Albuquerque, 2017). Consequentemente, a utilização e a quantidade de corantes são muito grandes, pois, os mesmos necessitam características bem definidas para que haja máxima afinidade com as fibras têxteis, tendo assim, um produto de alta qualidade (Wesenberg et al, 2003).

A peça com a cor desejada já fixada passa por um processo de lavagem (banhos correntes), para retirada do excesso de corante original ou de corante que não se fixou à fibra (GUARATINI e ZANONI, 2000). Essa água com rejeitos é um dos principais resíduos da indústria têxtil, gerando um grande interesse de desenvolvimento de novas tecnologias para tratá-la. As principais técnicas para o tratamento de descoloração da água são: precipitação, degradação química, adsorção e outros (COOPER, 1993).

O processo de degradação química atua conjunto a precipitação. A técnica consiste em utilizar cloro ou ozônio que clivam as moléculas de corante por uma reação oxidativa. Essas moléculas quebradas são capturadas por floculantes inorgânicos. Após, o rejeito atravessa uma membrana com micro furos que separa os floculantes da água descolorida. (COOPER, 2003; GOULD e GROFF, 1987).

Outro método de descoloração de água é a adsorção. Esse procedimento consiste na concentração de determinadas substâncias, presentes em soluções líquidas ou gasosas, em superfícies sólidas (GOMIDE, 1988). O principal representante desse processo é o carvão ativo devido à grande quantidade de micro poros presentes na sua estrutura (GUILARDUCI et al, 2006).

Um tratamento alternativo proposto para também remover a coloração da água é a biossorção que se define como a propriedade de certas moléculas de concentrar íons ou moléculas de soluções aquosas (VOLESKY, 2007).

Tendo em vista o que foi apresentado, define-se o objetivo do trabalho: biossorção de corantes de efluentes da indústria têxtil, utilizando como biossorvente o resíduo da extração do óleo essencial de *Cuminum cyminum* L.

2. METODOLOGIA

2.1. Separação e seleção das amostras

As amostras utilizadas são decorrentes do processo de extração. A extração do óleo essencial de *Cuminum cyminum* L. foi realizada no Laboratório de Operações Unitárias (LOPE) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). O método de extração utilizado foi o supercrítico, gerando resíduos diferentes para cada condição de extração (Tabela 1).

Para os procedimentos descritos posteriormente, foram escolhidas randomicamente 5 amostras dentre as 20 mostradas na Tabela 1 (amostras 5, 10, 12, 16 e 20).

2.2. Preparação das amostras

O processo de preparação das amostras foi realizado em várias etapas, como descrito a seguir.

- a) Secagem: A secagem foi realizada com auxílio de uma estufa, a uma temperatura de 80°C durante um período de 24 horas.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

- b) Moagem: A moagem foi efetuada a partir de um moinho, utilizando uma placa de furos médios.
- c) Análise Granulométrica: Executada via peneira de 500 micrometros, durante um intervalo de tempo de 10 minutos. O resultado foi obtido em duas frações: parte fina e parte granulada (grossa).
- d) Lavagem: A proporção da lavagem do cominho é de um grama de amostra para 200 mL de solvente. Foi realizada a partir de uma mesa agitadora a 120 rpm, durante um período de agitação de 24 horas. Os solventes utilizados foram: ácido sulfúrico 0,05M (ácido), água deionizada (neutro) e hidróxido de potássio 0,1M (básico).
- e) Filtração: Feita a vácuo, com utilização de papel filtro de 25 micrometros.
- f) Análises das lavagens: Foram feitas as seguintes análises para identificar a prontidão das lavagens: pH, condutividade e matéria orgânica.

TABELA 1 – IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS COM RELAÇÃO AO SEU TIPO DE EXTRAÇÃO

Amostra	Pressão (bar)	Temperatura (°C)	Micro-ondas
1	85	35	15
2	95	45	15
3	95	35	0
4	85	45	0
5	95	55	0
6	105	45	0
7	85	45	0
8	85	45	30
9	95	45	15
10	105	35	15
11	95	35	30
12	85	55	15
13	105	45	0
14	95	55	30
15	105	45	30
16	85	35	15
17	95	35	0
18	95	45	15
19	105	55	15
20	95	55	0

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

2.3. Ensaios de bioadsorção

Para os ensaios de bioadsorção foi utilizada a proporção de 0,05 gramas para 50 mL de solução com corante. Essa proporção foi levada a uma mesa agitadora a 120rpm durante um intervalo de tempo de 24 horas.

Posterior a este período, foram comparados os valores de absorvância obtidos no início do processo e posterior ao processo. Desta forma foi possível determinar-se o percentual de remoção obtido pelo processo de adsorção.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Análise das secagens

A análise feita foi de quantidade presente de água na amostra antes da secagem (Tabela 2).

TABELA 2 – TEOR EM MASSA DE ÁGUA PRESENTE NA AMOSTRA

Amostra	Massa (g) da amostra com béquer antes da secagem	Massa (g) da amostra com béquer após da secagem	Massa de Água na amostra (%)
5	371,17	360,82	2,79
10	357,11	345,34	3,29
12	352,18	339,99	3,46
16	380,52	369,31	2,94
20	369,42	357,41	3,25

3.2. Análise das lavagens

O primeiro teste é o de pH que demonstra como ele varia durante cada lavagem (Figura 1). A segunda análise é a condutividade, que como o pH também demonstra como a condutividade se altera em relação às lavagens (Figura 2). O último teste feito é o de matéria orgânica, que verifica como ela se modifica em função do número de lavagens (Figura 3). Para todos os ensaios, utilizou-se a amostra 20 (grossa).

Observa-se que há uma certa constância de pH durante as lavagens com os diferentes meios. Consequentemente o pH não é um teste que determina se a amostra está devidamente lavada e preparada para os ensaios de bioadsorção.

Assim como o pH, a condutividade se demonstra constante durante o processo das lavagens, portanto também não é um teste em que se verifica se a amostra está pronta para uso nos testes com o cominho.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

FIGURA 1 – GRÁFICO DE pH vs NÚMERO DA LAVAGEM

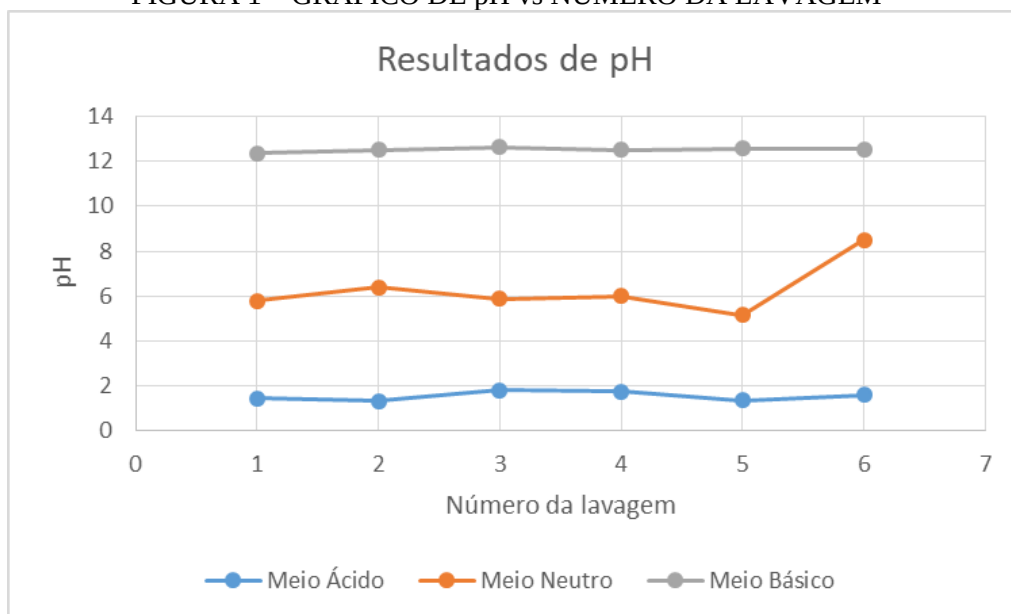
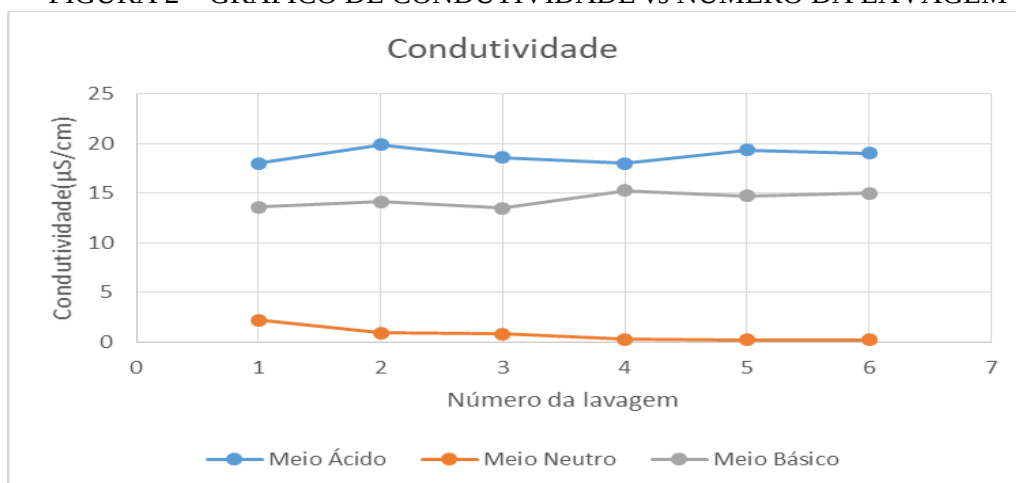


FIGURA 2 – GRÁFICO DE CONDUTIVIDADE vs NÚMERO DA LAVAGEM



Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



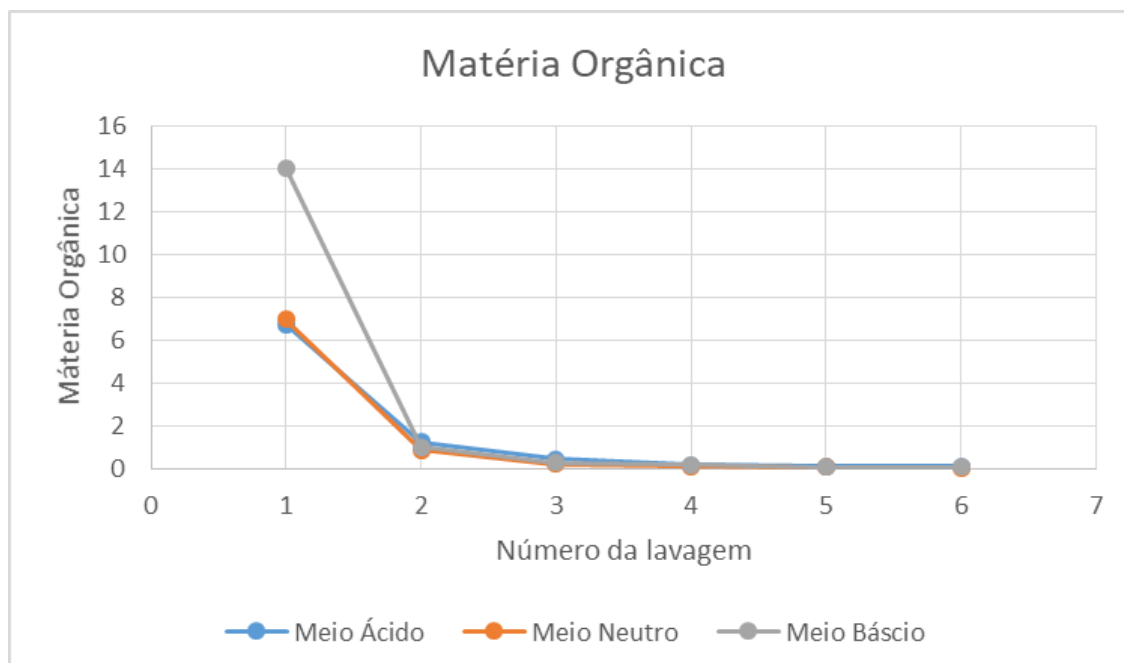
11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

FIGURA 3 – GRÁFICO DE MATÉRIA ORGÂNICA vs NÚMERO DE LAVAGM



Neste teste é evidente a diferença da matéria orgânica da primeira lavagem para a última. Nota-se também que da primeira para a segunda lavagem há uma grande variação quando comparada da segunda para terceira, ou da terceira para quarta e assim por diante. Isso é evidenciado na Figura 4 e Figura 5 que mostram em sequência (da esquerda para direita) a lavagem do meio básico, neutro e ácido depois da primeira e quarta lavagem. Devido a essas análises, determinou-se que o teste de verificação para a amostra estar pronta para os ensaios de bioassorção é o teste de matéria orgânica. Além disso, determinou-se o número de lavagens mínimas: 5 a 6 lavagens.

FIGURA 4 – LAVAGEM 1

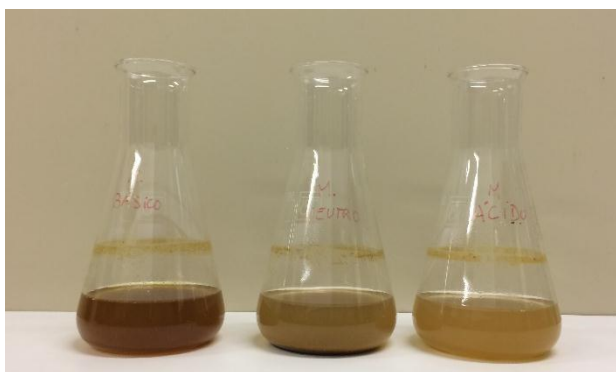
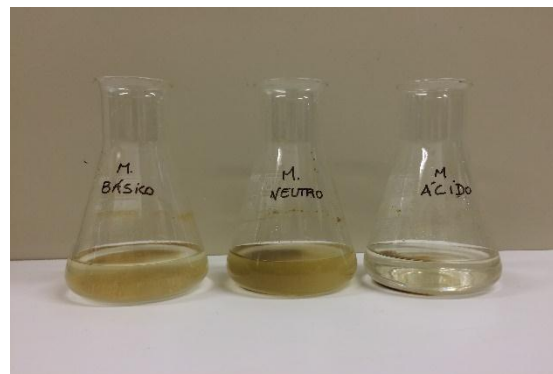


FIGURA 5 – LAVAGEM 4



Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



3.2. Ensaios de Biossorção

Os testes de biossorção de corante foram feitas em triplicatas. Um espectrofotômetro foi utilizado para visualizar com maior detalhe a remoção da cor.

Os corantes utilizados foram: Azul de Metileno ($c = 25 \text{ mg/L}$; $\lambda = 650 \text{ nm}$) e Vermelho Congo ($c = 25 \text{ mg/mL}$; $\lambda = 500 \text{ nm}$). Suas remoções são exibidas, respectivamente, na Tabelas 3 e 4.

TABELA 3 – REMOÇÃO DO AZUL DE METILENO

Amostra	Meio	Remoção (%)
20 (grosso)	Ácido	84,06
	Neutro	97,62
	Básico	99,02
16 (grosso)	Ácido	72,24
	Neutro	93,68
	Básico	97,7
12 (grosso)	Ácido	70,15
	Neutro	96,64
	Básico	96,47

A partir dos dados da Tabela 3, é possível perceber que ocorre uma boa remoção. Além disso, nota-se uma consistência de que as amostras lavadas com meio básico e neutro tiveram melhores resultados do que com meio ácido, isso é ainda mais perceptível ao olho nu como podemos ver nas Figuras 6 a 14 que mostram o azul de metileno antes dos ensaios (à esquerda) e o azul de metileno depois dos ensaios (à direita).

TABELA 4 – REMOÇÃO DO VERMELHO CONGO

Amostra	Meio	Remoção (%)
20 (grosso)	Ácido	X
	Neutro	76,81
	Básico	75,45
16 (grosso)	Ácido	X
	Neutro	42,42
	Básico	27,43

Observa-se, com base na Tabela 4, que a amostra lavada em meio neutro tem maior afinidade com o vermelho congo, possuindo assim, uma maior remoção. Nesse ensaio de biossorção com o corante vermelho, a amostra lavada com meio ácido foi descartada. Isso se deve pelo fato de que ela reagiu com o corante, deixando-o com outra cor. Abaixo é possível visualizar com maior destreza o que foi apresentado, nas Figuras 15 a 20 que mostram o vermelho congo antes dos ensaios (à esquerda), e o vermelho depois dos ensaios (à direita).

FIGURA 6 – Amostra 20 (meio básico)



FIGURA 7 – Amostra 20 (meio neutro)



FIGURA 8 – Amostra 20 (meio ácido)

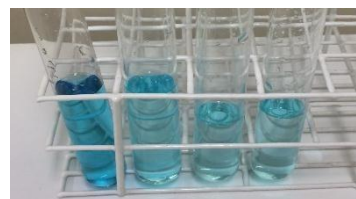


FIGURA 9 – Amostra 16 (meio básico)



FIGURA 10 – Amostra 16 (meio neutro)

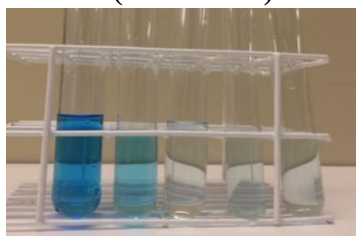


FIGURA 11 – Amostra 16 (meio ácido)

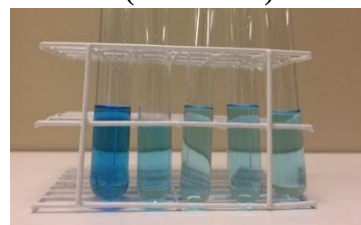


FIGURA 12 – amostra 12 (meio básico)

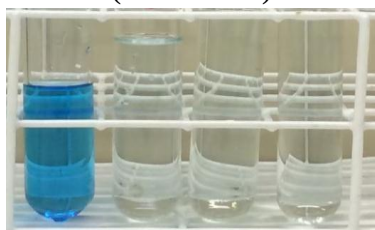


FIGURA 13 – amostra 12 (meio neutro)

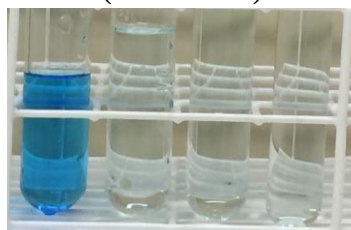


FIGURA 14 – amostra 12 (meio ácido)



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo os dados demonstrados, constata-se que o resíduo da extração do óleo essencial de *Cuminum Cyminum* L. é um bom bioissorvente quando este está em contato com azul de metileno, evidenciando que possuem alta afinidade. Quando o cominho é posto com o vermelho congo não se tem os mesmos bons resultados, demonstrando que o bioissorvente e as moléculas do corante não tem boa compatibilidade. Quanto às lavagens, nota-se que são necessárias entre 5 e 6 lavagens para o cominho estar pronto para os testes de bioissorção.

Nesse processo, usou-se muito solvente para a lavagem das amostras, devido ao fato de que elas lançavam ao meio um corante próprio, amarelado. Esse procedimento talvez possa ser contornado mudando o tipo de extração do óleo essencial: em vez de fazer por supercrítico, fazer através de arraste de vapor, que utiliza água, o que pode levar a menos lavagens para se ter o cominho pronto para os ensaios de bioissorção.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

FIGURA 15 – amostra 20
(meio básico)

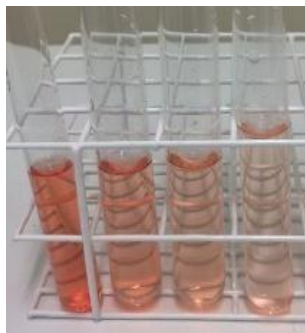


FIGURA 16 – amostra 20
(meio ácido)

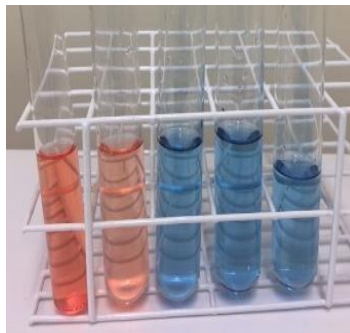


FIGURA 17 – amostra 20
(meio neutro)

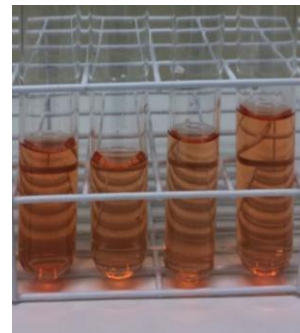


FIGURA 18 – amostra 16
(meio básico)

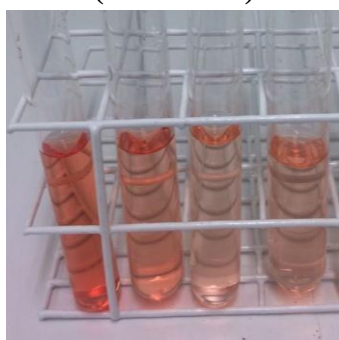


FIGURA 19 – amostra 16
(meio neutro)

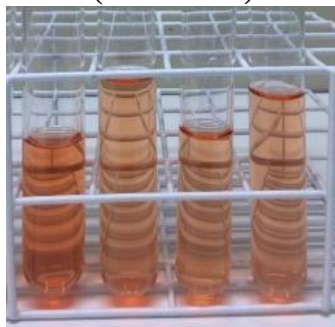
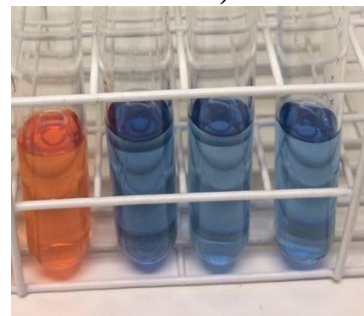


FIGURA 20 – amostra 16 (meio
ácido)



Agradecimentos

Um agradecimento ao Laboratório de Processos Ambientais (LAPA) e à FAPERGS pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. **Indústria têxtil registra crescimento de 3,5% em 2017**. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-12/industria-textil-registra-crescimentode-35-em-2017>. Acesso em 01 maio. 2018

COOPER, P. **Removing colour from dyehouse waste waters—a critical review of technology available**. J. Soc. Dyes and Colour. v. 109, n. 3, p. 97-100. 1993.

GOMIDE, R. **Operações Unitárias: volume 4**. São Paulo: Edição do autor, 1988. p. 448

GOULD, J. P. e GROFF K. A. **Kinetics of ozonolysis of synthetic dyes**. Ozone Sci. Eng., v.9, p. 153165. 1987.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
**meio ambiente,
política & economia**

GUARATINI, C. C. I. e ZANONI, M. V. B. **Corantes Têxteis**. Química nova, v. 23, n.1, p. 71-78, 2000.

GUILARDUCI, V. V. S. et al. **Adsorção de fenol sobre carvão ativado em meio alcalino**. Química Nova. 29. p. 1226-1232. 2006.

VOLESKY, B. **Biosorption and me**. Water Research. 41. p. 4017-4029. 2007.

WESENBERG, D., KYRIAKIDES, I., AGATHOS, S.N. **White rot fungi and their enzymes for the treatment of industrial dye effluents**. Biotechnol. Adv, n. 22, p.161-187. 2003.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375