

# Estudos Transdisciplinares nas Engenharias

João Dallamuta  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2019



**João Dallamuta**

(Organizador)

# Estudos Transdisciplinares nas Engenharias

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de  
Oliveira Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	Estudos transdisciplinares nas engenharias [recurso eletrônico] / Organizador João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Transdisciplinares nas Engenharias; v. 1)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-355-2 DOI 10.22533/at.ed.552193005  1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Transdisciplinaridade. I. Dallamuta, João. II. Série.  CDD 620
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a)

Nesta obra temos um compendio de pesquisas realizadas por alunos e professores atuantes em ciências exatas, engenharia e tecnologia. São apresentados trabalhos teóricos e vários resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens de simulação, projetos e caracterização no âmbito da engenharia e aplicação de tecnologia.

Tecnologia e pesquisa de base são os pilares do desenvolvimento tecnológico e da inovação. Uma visão ampla destes temas é portanda fundamental. É esta amplitude de áreas e temas que procuramos reunir neste livro.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Optamos pela divisão da obra em dois volumes, como forma de organização e praticidade a você leitor. Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

João Dallamuta

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DO BIOGÁS	
Carla Caroline Carvalho Poças Arlison Darlison Lima Leal Aroldo José Teixeira de Souza Filho João Areis Ferreira Barbosa Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5521930051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO FÍSICO-QUÍMICO DE ROCHAS CARBONÁTICAS QUANDO SUBMETIDAS A INJEÇÃO DE CO <sub>2</sub> SUPERCRÍTICO	
Deodório Barbosa de Souza Katia Botelho Torres Galindo Analice França Lima Amorim Cecília Maria Mota Silva Lins Leonardo José do Nascimento Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5521930052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE PROVENIENTE DO PROCESSO DE RECICLAGEM MECÂNICA E DO POLIESTIRENO PROVENIENTE DA DEGASAGEM DO POLIESTIRENO EXPANDIDO	
Fabiula Danielli Bastos de Sousa Thiago Czermainski Gonçalves Alves Matheus Alves Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5521930053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
ASSOCIAÇÃO DA FILTRAÇÃO DIRETA E USO DE COAGULANTES NATURAIS E QUÍMICOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO	
Edilaine Regina Pereira Dandley Vizibelli Thaís Ribeiro Fellipe Jhordã Ladeia Janz José Euclides Stipp Paterniani	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5521930054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>38</b>
AUTOMATIZAÇÃO DE BRAÇO ROBÓTICO PARA COLETA EM CORPOS HÍDRICOS COM CONTAMINANTES NOCIVOS A SAÚDE HUMANA	
Louise Aimeé Reis Guimarães Jussiléa Gurjão de Figueiredo Ylan Dahan Benoliel Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5521930055</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 47**

AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA ESTRUTURAL DE PÓRTICOS PLANOS DE AÇO PROJETADOS COM ANÁLISE AVANÇADA

Danilo Luiz Santana Mapa  
Marcílio Sousa da Rocha Freitas  
Ricardo Azoubel da Mota Silveira

**DOI 10.22533/at.ed.5521930056**

**CAPÍTULO 7 ..... 62**

AVALIAÇÃO DA VAZÃO DE ASPERSORES SUBMETIDOS A DIFERENTES PRESSÕES

Anderson Crestani Pereira  
Adroaldo Dias Robaina  
Marcia Xavier Peiter  
Bruna Dalcin Pimenta  
Jardel Henrique Kirchner  
Wellington Mezzomo  
Marcos Vinicius Loregian  
Jhosefe Bruning  
Luis Humberto Bahú Ben

**DOI 10.22533/at.ed.5521930057**

**CAPÍTULO 8 ..... 70**

AVALIAÇÃO DO BINÔMIO TEMPO-TEMPERATURA DE REFEIÇÕES SERVIDAS EM RESTAURANTES *SELF-SERVICE* DE PICOS-PI

Nara Vanessa dos Anjos Barros  
Mateus da Conceição Araújo  
Adolfo Pinheiro de Oliveira  
Iraildo Francisco Soares  
Ennya Cristina Pereira dos Santos Duarte  
Rodrigo Barbosa Monteiro Cavalcante

**DOI 10.22533/at.ed.5521930058**

**CAPÍTULO 9 ..... 77**

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS NA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO BIODIESEL

Ingrid Rocha Teixeira  
Jander Teixeira Peneluc  
Matheus Andrade Almeida  
Selmo Queiroz Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.5521930059**

**CAPÍTULO 10 ..... 86**

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE SEVERIDADE DE SECA DE PALMER (PDSI) PARA O MUNICÍPIO DE CRUZ ALTA/RS

Suélen Cristiane Riemer da Silveira  
Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra  
Rita de Cássia Fraga Damé  
Marcia Aparecida Simonete  
Emanuele Baifus Manke  
Maria Clotilde Carré Chagas Neta  
Henrique Michaelis Bergmann

**DOI 10.22533/at.ed.55219300510**

**CAPÍTULO 11 ..... 93**

**AVALIAÇÃO DO SUCO MISTO DE ACEROLA COM MANJERICÃO**

Michele Alves de Lima  
Elynne Kryslen do Carmo Barros  
Clélia de Moura Fé Campos  
Marilene Magalhães de Brito  
Maria Márcia Dantas de Sousa  
Karine Aleixes Barbosa de Oliveira  
Thamires Mendonça de Carvalho  
Robson Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.55219300511**

**CAPÍTULO 12 ..... 102**

**COLORIMETRIA APLICADA A ESPÉCIES FLORESTAIS EM MATO GROSSO**

Edilene Silva Ribeiro  
Joaquim Carlos Gonzalez  
William Cardoso Lima  
Luzia Elaine Domingues Pimenta Vargas  
Roberta Santos Souza

**DOI 10.22533/at.ed.55219300512**

**CAPÍTULO 13 ..... 114**

**COMPORTAMENTO DA ALFACE COM DISTINTAS DOSAGENS DE ESTERCO CAPRINO EM DIFERENTES REGIÕES**

Thaís Rayane Gomes da Silva  
Marcelo Rodrigues Barbosa Júnior  
Cinara Bernardo da Silva  
Luan Wamberg dos Santos  
Márcio Aurélio Lins dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.55219300513**

**CAPÍTULO 14 ..... 122**

**COMPORTAMENTO DA ALTURA DO CACAUEIRO SOB DIFERENTES QUANTIDADES DE ÁGUA E NITROGÊNIO**

Roger Luiz Da Silva Almeida  
Roger Luiz Da Silva Almeida Filho  
Gustavo Victor De Melo Araújo Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.55219300514**

**CAPÍTULO 15 ..... 127**

**CORRELAÇÕES ENTRE AS TEORIAS DE EULER-BERNOULLI E DE SHI-VOYIADJIS PARA VIGAS: UMA ABORDAGEM TEÓRICA E NUMÉRICA**

Hilton Marques Souza Santana  
Fabio Carlos da Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.55219300515**



<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>144</b>
EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS NA REDUÇÃO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)	
Júlia Buffon Laura Cerezolli De Carli Gabriela Madella Kranz Maria Luiza Danielli Zanandréa Murilo Cesar Costelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55219300516</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>151</b>
ESTUDO DA REAÇÃO DE ELETRO-OXIDAÇÃO DE GLICEROL EM MEIO ALCALINO	
Micaeli Caldas Gloria Elson Almeida de Souza Paulo José de Sousa Maia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55219300517</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>167</b>
ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICO ECONÔMICA DO BIOGÁS DA SUINOCULTURA PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Arilson Darlison Lima Leal Carla Caroline Carvalho Poças Aroldo José Teixeira de Souza Filho João Areis Ferreira Barbosa Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.55219300518</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>172</b>

## EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS NA REDUÇÃO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

### Júlia Buffon

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ  
Chapecó – SC

### Laura Cerezolli De Carli

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ  
Chapecó – SC

### Gabriela Madella Kranz

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ  
Chapecó – SC

### Maria Luiza Danielli Zanandréa

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ  
Chapecó – SC

### Murilo Cesar Costelli

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ  
Chapecó – SC

**RESUMO:** A exponencial preocupação com o meio ambiente tem levantado discussões sobre o tratamento de efluentes líquidos, e um dos processos que tem se destacado para esse tratamento são os Processos Oxidativos Avançados (POAs). Estes baseiam-se na geração de radicais hidroxilas que desencadeiam reações de oxidação dos compostos complexos presentes no resíduo.

Essa técnica apresenta ampla utilização, visto que possui grande eficiência, baixo custo e não há geração de resíduo. O objetivo do trabalho foi estudar a eficiência dos POAs na redução da demanda química de oxigênio (DQO) de efluentes líquidos de laboratórios de química. Foram utilizadas amostras de efluente bruto com pH 0,4 e também com pH ajustado para 3,8. Testou-se o processo de tratamento através da adição de peróxido de hidrogênio e reagente fenton ( $H_2O_2 + FeSO_4$ ), seguido de processo de coagulação e floculação. No efluente bruto foi encontrada uma DQO inicial de 44580 mgO<sub>2</sub>/L. O melhor resultado para o tratamento foi com pH de 3,8 em ambos os agentes oxidantes. Para as amostras tratadas somente com peróxido de hidrogênio foi encontrada uma DQO de 15400 mgO<sub>2</sub>/L, resultando em uma eficiência de remoção de 65,46 %. Já para as amostras tratadas com reagente fenton, encontrou-se uma DQO de 24900 mgO<sub>2</sub>/L, resultando em 44,15 % de eficiência. Portanto, apesar da boa eficiência, a DQO do resíduo ainda permanece alta, comprovando a complexidade do mesmo. Contudo, a técnica aplicada apresenta um bom potencial para o tratamento deste tipo de efluente.

**PALAVRAS-CHAVE:** efluente, POA, DQO.

**ABSTRACT:** The exponential concern with the environment has raised discussions about the

treatment of liquid waste, and one of the processes used for such treatment are the Advanced Oxidative Processes (AOPs). They are based on the generation of hydroxyl radicals which acts by degrading complex compounds present in the residue. This technique is widely used, since it has great efficiency, low cost and there is no residue generation. The objective of this work was to study the efficiency of AOP in reducing the chemical oxygen demand (COD) in the liquid waste. Samples of crude residue were used with pH 0.4 and also with 3.8 pH adjusted. The treatment process was tested by the addition of hydrogen peroxide and reagent fenton ( $H_2O_2 + FeSO_4$ ), ending treatment with the process of coagulation and flocculation. In the crude residue was found COD of 44580 mg  $O_2/L$ . The best result for the treatment was with 3.8 pH, in both oxidizing agents. For samples treated only with hydrogen peroxide a COD of 15400 mg  $O_2/L$  was found, resulting in 65,46 % removal efficiency. For samples treated only with fenton reagent a COD of 24900 mg  $O_2/L$  was found, resulting in 44.15 % removal efficiency. In short, despite the good efficiency, the COD residue remains high, proving the complexity of the same. However, the applied technique presents a good potential for the treatment of this type of residue.

**KEYWORDS:** residue, AOP, COD.

## 1 | INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente tem se mostrado mais relevante nos últimos anos, visto que a demanda por recursos naturais, bem como o despejo de resíduos no meio ambiente aumentou significativamente. Esses fatores estão se tornando cada vez mais relevantes em razão do aumento de processos industriais e da escassez de recursos naturais (FREIRE et al., 2000).

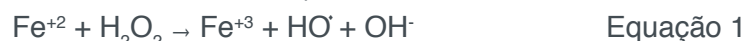
O tratamento dos resíduos líquidos, sejam provenientes de processos industriais ou de esgoto domésticos, estão em ampla discussão e inovação nos últimos anos. O despejo desses resíduos no meio ambiente sem tratamento prévio, causa grande contaminação nos recursos hídricos devido a alta toxicidade e carga orgânica (MAIA, A. S., OLIVEIRA, W. O., OSORIO, V. K. L., 2003 apud MOREIRA; MOREIRA, 2016).

Os processos Oxidativos Avançados vêm se tornando uma alternativa importante para o tratamento desses resíduos. Essa técnica se destaca de outras devido a eficiência atingida e o baixo tempo para tratamento. Além disso, a formação de resíduo é quase inexistente se comparado a outras técnicas de tratamento (DE MORAIS, J. L.; PERALTA-ZAMORA, P., apud FIOREZE; SANTOS; SCHMACHTENBERG, 2014).

A técnica baseia-se na geração de radicais hidroxilas ( $OH\cdot$ ) que possuem elevado poder oxidante. Esses radicais atuam na oxidação de compostos químicos e orgânicos, podendo mineralizar compostos complexos. Os principais agentes oxidantes utilizados nesse processo são o oxigênio, cloro, peróxido de hidrogênio entre outros, os quais visam degradar compostos e, conseqüentemente, reduzir a DQO (CASTRO, J. P.; FARIA, P., 2001; GUIMARAES, J. R., 2013 apud MOREIRA; MOREIRA, 2016;

MARTINS et al., 2011).

Entre as ramificações dos POAs, o reagente Fenton é um dos mais utilizados por ser simples e possuir boa reatividade. É constituído da reação entre peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) catalisado pelo íon  $Fe^{+2}$ , com a geração do radical hidroxila, conforme Equação 1 (SILVA, C. E. et al., 2006).



Para a aplicação dos POAs normalmente é realizado uma combinação de processos a fim de melhorar a eficiência. A técnica de coagulação e floculação é uma combinação utilizada em larga escala, visto que, através da aglutinação de flocos, oferecem a clarificação para o efluente (MARTINS, 2014).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência dos POAs com a utilização do agente oxidante peróxido de hidrogênio e do reagente fenton através de resíduos gerados no laboratório de ensino de química. A eficácia será avaliada através da redução da DQO, além de análise de parâmetros como turbidez e condutividade do resíduo.

## 2 | METODOLOGIA

Utilizou-se, para o teste, os resíduos inorgânicos gerados nas aulas práticas dos laboratórios de ensino de química da Unochapecó. Deixou-se sedimentar, por gravidade, e utilizou-se somente o líquido sobrenadante para as análises em duplicata. Para a realização do procedimento, primeiramente foi ajustado o pH de 0,4 para 3,8, adicionando uma solução de NaOH de 1 M.

Foram realizados dois testes: um somente com a adição de 0,5 ml de peróxido de hidrogênio 35 %, e outro com 1 ml de reagente Fenton, ou seja, 0,5 ml de peróxido de hidrogênio 35 % com 0,5 ml de sulfato ferroso, para 500 ml de amostra em ambos os testes. Deixou-se reagir por 24 horas. Posteriormente, fez-se a coagulação e floculação com 1 ml de solução de cloreto férrico 0,18 M. O processo de agitação foi realizado primeiramente em 150 rpm por 30 segundos e, posteriormente, 30 minutos em 20 rpm. Após esse processo, a amostra permaneceu 24 horas em repouso. Após a realização dos procedimentos, foram realizadas análises de turbidez, condutividade e DQO.

Para a análise de DQO, aplicou-se a metodologia padrão do refluxo aberto (APHA, 1998), utilizou-se um balão de fundo chato (500 ml), sendo adicionado 1 g de sulfato de mercúrio ( $Hg_2SO_4$ ) e uma porção de pérolas de vidro. Inseriu-se 25 ml de solução de ácido sulfúrico com sulfato de prata ( $H_2SO_4 / Ag_2SO_4$ ), e em seguida 25 ml de solução de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0,25 N. Posteriormente, transferiu-se 50 ml da amostra para o balão, sendo que estas foram diluídas em 1:100, para que pudesse ser realizado o processo. Adicionou-se mais 50 ml de  $H_2SO_4 / Ag_2SO_4$  e homogeneizou-se.

Conectou-se o balão no condensador de refluxo, conforme a Figura 1, onde a amostra permaneceu em aquecimento por duas horas. O procedimento foi realizado



para todos os testes, bem como para o bruto e o branco, todos em duplicata. Após o término das duas horas, adicionou-se 150 ml de água destilada, e então, foram deixadas em repouso até atingir a temperatura ambiente.

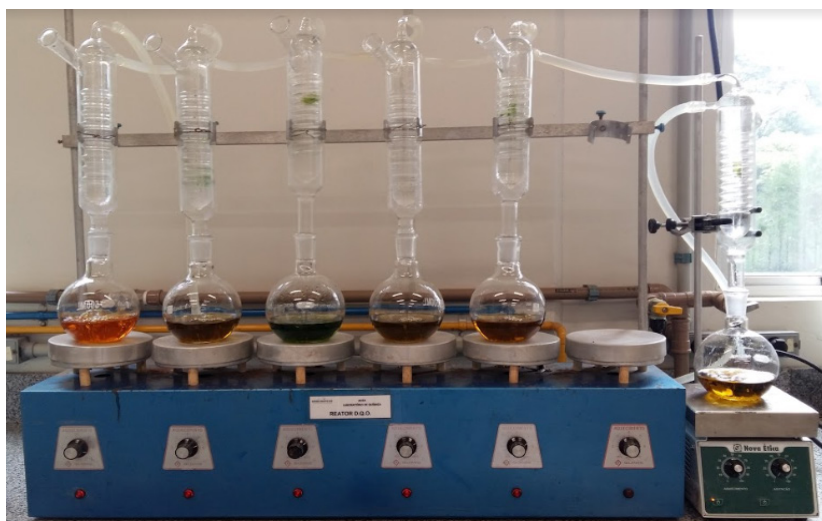


Figura 1 – Técnica de DQO em refluxo aberto

Fonte: Elaboração dos autores

Posteriormente, foram adicionadas 6 gotas de solução indicadora Ferroin. Para realizar a titulação, conforme a Figura 2, adicionou-se uma solução de sulfato ferroso amoniacal (SFA) 0,25 N em uma bureta de 25 ml. Então, titulou-se as amostras com auxílio de agitador magnético, até a viragem do verde azulado para o marrom. Para quantificar a DQO, anota-se o volume gasto na titulação e realiza-se o cálculo com a Equação 2.



Figura 2 – Titulação para determinação da DQO

Fonte: Elaboração dos autores

$$DQO = \frac{(A - B) \times N_{SFA} \times 8000}{ml \text{ de amostra}}$$

Equação 2

Onde:

A: ml SFA gastos no branco;

B: ml SFA gastos na amostra;

$N_{SFA}$ : normalidade real do SFA.

Para as análises de pH e condutividade foi utilizado um pHmetro e para a turbidez foi utilizado um turbidímetro.

### 3 | RESULTADOS OBTIDOS

Primeiramente, fez-se análises de pH, turbidez, condutividade e DQO do resíduo bruto, a fim de caracterizá-lo para acompanhar a redução dos seus parâmetros com o tratamento. Os dados encontrados estão dispostos na Tabela 1.

Resíduo Bruto	
<b>pH</b>	0,4
<b>Turbidez (NTU)</b>	25,95
<b>Condutividade (mV)</b>	354,5
<b>DQO (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	44 580

Tabela 1 – Características do resíduo bruto

Para o primeiro teste, adicionou-se somente o peróxido de hidrogênio 35% no resíduo com e sem ajuste de pH. O método de tratamento seguiu o descrito na metodologia. Posteriormente, foram feitas as análises para verificar a eficiência do teste. Os dados encontrados estão descritos na Tabela 2.

	Peróxido de hidrogênio		Bruto
<b>pH inicial</b>	<b>0,4</b>	<b>3,8</b>	<b>0,4</b>
<b>pH final</b>	0,42	3,72	0,405
<b>Turbidez (NTU)</b>	53,55	84,9	25,95
<b>Condutividade (mV)</b>	353,9	176,45	354,5
<b>DQO (mgO<sub>2</sub>/L)</b>	44 000	15 400	44 580
<b>Eficiência % (DQO)</b>	1,3	65,46	-

Tabela 2 – Características das amostras tratadas com peróxido de hidrogênio e do resíduo bruto

Nota-se através dos resultados obtidos que a técnica, somente com a adição do peróxido, é eficiente apenas para o pH de 3,8. Esse resultado está de acordo com a literatura, pois segundo Domènech et al. (2001) apud Martins et al. (2011), em um meio com excesso de OH<sup>-</sup> e altas concentrações de peróxido de hidrogênio, os mesmos tendem a competir e criam efeitos inibitórios para a degradação.

Para o pH de 3,8, a eficiência se mostrou altamente significativa, ou seja, 65,46 %

de remoção de DQO. A condutividade reduziu cerca de 49,80 % e a turbidez aumentou, porém não significativamente.

Já para o teste 2, foi adicionado o reagente fenton, ou seja, peróxido de hidrogênio e sulfato ferroso. Também foi seguido os passos descritos na metodologia. Os dados encontrados após a realização das análises, estão descritos na Tabela 3.

	Fenton		Bruto
<b>pH inicial</b>	<b>0,4</b>	<b>3,8</b>	<b>0,4</b>
<b>pH final</b>	0,403	3,74	0,405
<b>Turbidez (NTU)</b>	60,05	75,5	25,95
<b>Condutividade (mV)</b>	354,9	175,2	354,5
<b>DQO (mg O<sub>2</sub>/L)</b>	28 900	24 900	44 580
<b>Eficiência % (DQO)</b>	35,17	44,15	-

Tabela 3 – Características das amostras tratadas com reagente fenton e do resíduo bruto

O teste realizado com o reagente fenton, apresentou significativa redução de DQO nos dois pH's, sendo mais eficiente no pH 3,8, com 44,15 % de remoção. Também está de acordo com a literatura, visto que a mesma evidencia que a melhor faixa de pH para utilizar o reagente fenton é de 3 a 5 (ARIS, A. SHARRATT, P. N., 2005 apud MOREIRA; MOREIRA, 2016).

O parâmetro turbidez seguiu o mesmo do teste anterior, aumentando, porém não significativamente. A condutividade, no pH de 3,8, diminuiu 49 %, sendo que para o pH de 0,4 não variou.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados obtidos pode-se concluir que, o método que apresenta maior eficiência na redução de DQO é com a adição de apenas peróxido de hidrogênio no pH de 3,8. Essa técnica apresentou uma remoção de 65,46 %, comprovando a eficiência da mesma. O tratamento com o reagente fenton também se mostrou satisfatório, porém menos significativo.

Com a adição de somente peróxido de hidrogênio além de um tratamento mais eficiente, apresenta baixa custo devido a utilizar somente um reagente. Além disso, não ocorre excesso de ferro, o qual pode gerar cor amarelado no resíduo.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Unochapecó, Governo do Estado de Santa Catarina (Bolsa Art 170).

#### REFERÊNCIAS

APHA. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water. 1998.

FIOREZE, Mariele; SANTOS, Eliane Pereira dos; SCHMACHTENBERG, Natana. PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS: FUNDAMENTOS E APLICAÇÃO AMBIENTAL. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [s.l.], v. 18, n. 1, p.79-91, 7 abr. 2014. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117010662>.

FREIRE, Renato Sanches et al. NOVAS TENDÊNCIAS PARA O TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS CONTENDO ESPÉCIES ORGANOCOLORADAS. **Química Nova**, [s.i.], v. 4, n. 23, p.504-511, 4 jan. 2000. Trimestral.

MARTINS, Hádél Camilo. **Estudo Sobre os Processos de Coagulação, Floculação e Decantação em Efluentes Oriundos de Usina Canavieira**. 2014. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Londrina, Londrina, 2014.

MARTINS, Leonardo Madeira et al. Aplicação de Fenton, foto-Fenton e UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no tratamento de efluente têxtil sintético contendo o corante Preto Biozol UC. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 3, n. 16, p.261-270, 28 abr. 2011. Semestral.

MOREIRA, Marcos Vinicius de Oliveira; MOREIRA, Mauro de Paula. Aplicação do Reagente de Fenton como Técnica Avançada para o Tratamento de Água. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 18, n. 2, p.256-268, 2016. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/recen.2016.02.05>.

SILVA, C. E. et al. Aplicação dos Processos Fenton e Foto-Fenton no Tratamento de Percolados de Aterros Sanitários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, XVI, 2006, Santos. **Anais...** Santos: 2006. 8 p.



## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**João Dallamuta:** Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Trabalha com Gestão da Inovação, Empreendedorismo e Inteligência de Mercado.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-355-2

