



Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 3

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele 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
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	Impactos das tecnologias na engenharia química 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-231-9 DOI 10.22533/at.ed.319190104 1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série. CDD 660.76
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O acentuado crescimento da população mundial, bem como a ânsia de melhor nível de vida, têm criado elevadas pressões sobre os recursos naturais, matérias-primas, o solo, a água, o ar e os ecossistemas em geral. A intensificação das atividades humanas nas últimas décadas tem gerado um acelerado aumento na produção de resíduos sólidos urbanos, tornando-se um grave problema para as administrações públicas.

A indústria química tem contribuído para a geração de efluentes líquidos e gasosos contendo substâncias tóxicas, bem como de resíduos sólidos perigosos que, lançados diretamente ou indiretamente sem qualquer tratamento no meio ambiente, podem provocar grandes desequilíbrios ecológicos. O uso intensivo de produtos químicos, se por um lado trouxe elevados benefícios aos padrões de vida, por outro lado, os níveis de poluição que estão associados à sua produção são por vezes muito elevados.

As novas tecnologias na Engenharia Química auxiliam nos processos de recuperação e reutilização de resíduos, assim como conversão em novas fontes de energia. Além das diversas formas de obtenção de energia renovável já existente, cada vez mais vem surgindo uma maior procura por outras formas de energia não poluentes. Essas razões são as mais motivacionais: a ideia de uma possível escassez de recursos fósseis, a tentativa de reduzir as emissões de gases nocivos para a atmosfera e que causam o efeito estufa, e, além disso, almeja se alcançar certa independência em relação petróleo.

As questões energéticas são extremamente importantes para a sustentabilidade das sociedades modernas, uma vez que a sobrevivência humana depende do fornecimento contínuo de energia. Esse cenário faz com que seja preciso realizar buscas por alternativas energéticas que sustentem a necessidade humana e que não prejudiquem o ambiente.

Para empresas, além da questão ambiental, um excessivo gasto de energia (advinda de recursos não renováveis) é sinônimo de prejuízo. Eis então uma grande oportunidade para engenheiros químicos intervirem na melhoria da eficiência energética dos processos, ajudar a desenvolver tecnologias limpas e promover a utilização de energias alternativas nas indústrias. Com isso, ocorrerá uma redução de custos e será uma contribuição válida ao meio ambiente o que hoje em dia vem gerando maior competitividade para as empresas. O uso de resíduos agrícolas como fonte de bioenergia tem despertado crescente interesse no setor de agroenergia.

Neste terceiro volume, apresentamos trabalhos com impactos tecnológicos relacionados à indústria, focando na reutilização de produtos e conversão em energia renovável, bem como avanço nos processos para redução da poluição atmosférica e em efluentes. Com isso, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos da Engenharia Química voltada para a área ambiental trazendo benefícios para toda a sociedade.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES CONTENDO METAIS PESADOS	
Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira	
Pedro Henrique Trindade Dias Cabral	
Roberta Resende Maciel da Silva	
Carla Torres Dias	
José Renato Guimarães	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
DOI 10.22533/at.ed.3191901041	
CAPÍTULO 2	8
RESÍDUOS DE CANA-DE-AÇÚCAR E MILHO COMO MATÉRIA PRIMA DO ETANOL 2G: ATUALIDADES E PERSPECTIVAS	
Caroline Müller	
Letícia Mara Milani	
Anderson Giehl	
Évelyn Taize Barrilli	
Letícia Deoti	
Ana Carolina Lucaroni	
Viviani Tadioto	
Helen Treichel	
Sérgio Luiz Alves Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.3191901042	
CAPÍTULO 3	23
MODELAGEM DA PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTE A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM BIORREATOR EM BATELADA ATRAVÉS DA OTIMIZAÇÃO DE PARÂMETROS CINÉTICOS POR ALGORITMO GENÉTICO	
Júlia do Nascimento Pereira Nogueira	
Ana Luiza Bandeira de Mello de Albuquerque Campos	
Brunno Ferreira dos Santos	
Filipe Alves Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.3191901043	
CAPÍTULO 4	29
VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA A PRODUÇÃO DO FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO <i>METARHIZIUM ANISOPLIAE</i> POR PROCESSOS DE FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO	
Eloane Daize Gomes Dallastra	
Enylson Xavier Ramalho	
Lina María Grajales Agudelo	
DOI 10.22533/at.ed.3191901044	
CAPÍTULO 5	40
DESENVOLVIMENTO DE UM COSMÉTICO A PARTIR DE RESÍDUO AGROINDUSTRIAL	
Ana Paula Olivo	
Kátya Regina de Freitas Zara	
Leonardo da Silva Arrieche	
DOI 10.22533/at.ed.3191901045	

CAPÍTULO 6	51
INFLUÊNCIA DA GORDURA RESIDUAL DE UNIDADES INDUSTRIAIS DE AVES NA FABRICAÇÃO DE BASE PARA CREME HIDRATANTE	
Jacqueline Hahn Bernardi Cristina Helena Bruno Andreia Cristina Furtado Leonardo da Silva Arrieche	
DOI 10.22533/at.ed.3191901046	
CAPÍTULO 7	58
ANÁLISE DA COMPRESSÃO AXIAL E ABSORÇÃO DE ÁGUA EM CONCRETO PRODUZIDO COM CAROÇO RESIDUAL DE AZEITONA	
Manoela Silva Lima Mariotini Carotta Alan Carlos de Almeida Ana Paula de Carvalho Faria Luiz Felipe Lima Panizzi Jonas dos Santos Pacheco Cristiane de Souza Siqueira Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.3191901047	
CAPÍTULO 8	63
INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO QUÍMICO NA FIBRA DE COCO PARA UTILIZAÇÃO EM COMPÓSITO POLIMÉRICO	
Wenderson Gomes dos Santos Gilmar Alves Borges Lauro Henrique Hamoy Guerreiro Dilson Nazareno Pereira Cardoso Douglas Alberto Rocha de Castro Emerson Cardoso Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.3191901048	
CAPÍTULO 9	68
INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS ORGANOSOLV E HIDROTÉRMICO APLICADOS AO BAGAÇO DE CANA NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS COM PEAD	
Bruno Chaboli Gambarato Tatiana Raposo de Paiva Cury Sérgio Teodoro de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3191901049	
CAPÍTULO 10	74
PROPRIEDADES MECÂNICAS E TÉRMICAS DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO RECICLADO REFORÇADOS COM BAGAÇO DE CANA	
Bruno Chaboli Gambarato Gilson Carlos Rodrigues Paulino Amanda Santos Leopoldino Lucas Bruno de Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.31919010410	

CAPÍTULO 11 79

BALANÇO ENERGÉTICO DO SISTEMA INTEGRADO DE BIO-COMBUSTÃO

Ihana Aguiar Severo
Yuri Naidon Favero
Mariany Costa Deprá
Rodrigo Stefanello Bizello Barrios
Rosangela Rodrigues Dias
Mariane Bittencourt Fagundes
Roger Wager
Leila Queiroz Zepka
Eduardo Jacob-Lopes

DOI 10.22533/at.ed.31919010411

CAPÍTULO 12 85

CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO BIOMASSA PARA BIOENERGIA

Maria Lúcia Ferreira Simeone
Patrícia Abraão de Oliveira
Kirley Marques Canuto
Rafael Augusto da Costa Parrella
Cynthia Maria Borges Damasceno
Robert Eugene Schaffert

DOI 10.22533/at.ed.31919010412

CAPÍTULO 13 90

DESENVOLVIMENTO DE BIODIGESTOR E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO PARA TRATAMENTO DE RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO

Flávia Souza Pio
Letícia Tamara Santana
Lorena Kelly Corrêia
Francine Duarte Castro

DOI 10.22533/at.ed.31919010413

CAPÍTULO 14 97

RESOLUÇÃO DE PROBLEMA DE VALOR NO CONTORNO ASSOCIADO À MODELAGEM DE BIORREATORES TUBULARES DE FLUXO DISPERSO E CINÉTICA DE MICHAELIS-MENTEN LINEARIZADA

Samuel Conceição Oliveira
Felipe Coelho Morilla

DOI 10.22533/at.ed.31919010414

CAPÍTULO 15 104

SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE CICLOS A VAPOR PARA COGERAÇÃO DE BIOENERGIA NO SETOR SUCROENERGÉTICO

Welban Ricardo Ursino
Samuel Conceição Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.31919010415

CAPÍTULO 16 114

AVALIAÇÃO DE ÓLEOS DE SOJA COM DIFERENTES ORIGENS NA PRODUÇÃO DO BIODIESEL VIA ROTA METÁLICA

Melissa Rafaela Wolf
Isabela Silveira Tobias Perassi
Nadine de Assis
Fulvy Antonella Venturi Pereira

DOI 10.22533/at.ed.31919010416

CAPÍTULO 17 123

PRODUÇÃO DE BIODIESEL PELA TRANSESTERIFICAÇÃO SUPERCRÍTICA ETANÓLICA: MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Erich Potrich
Bruno Elias Suzart Chamas
Antonio José Gonçalves da Cruz
Roberto de Campos Giordano

DOI 10.22533/at.ed.31919010417

CAPÍTULO 18 129

PRODUÇÃO DE BIOETANOL UTILIZANDO CÉLULAS DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE IMOBILIZADAS EM ESFERAS DE ALGINATO DE CÁLCIO REVESTIDAS COM QUITOSANA

Lucidio Cristovão Fardelone
Taciani do Santos Bella de Jesus
Leonardo Akira Kamimura Oura
Gustavo Paim Valença
José Roberto Nunhez
José Augusto Rosário Rodrigues
Paulo José Samenho Moran

DOI 10.22533/at.ed.31919010418

CAPÍTULO 19 137

AUTOMAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE FALHAS EM SENSORES E ATUADORES APLICADOS NA PLANTA DE TRATAMENTO DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

Thalys de Freitas Fernandes
Dinilton Pessoa de Albuquerque Neto
Gerônimo Barbosa Alexandre
José Nilton Silva

DOI 10.22533/at.ed.31919010419

CAPÍTULO 20 157

ESTUDO CINÉTICO DA REAÇÃO DE FENTON COM PÓ DE MINÉRIO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DE LAVAGEM DE BIODIESEL E AVALIAÇÃO DA LIXIVIABILIDADE DO RESÍDUO

Jamyla Soares Anício Oliveira Félix
Aline Givisiez de Souza
Francine Duarte Castro

DOI 10.22533/at.ed.31919010420

CAPÍTULO 21 173

APLICAÇÃO DE CARVÃO ATIVADO CALCINADO NA REMOÇÃO DE ÓLEO DIESEL

Leonardo Henrique de Oliveira
Selene Maria Arruda Guelli Ulson de Souza
Antônio Augusto Ulson de Souza

DOI 10.22533/at.ed.31919010421

CAPÍTULO 22	178
DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CURVA DE POLARIZAÇÃO DE UMA CÉLULA A COMBUSTÍVEL TIPO PEM	
Roque Machado de Senna Thais Santos Henrique Senna Marcelo Linardi	
DOI 10.22533/at.ed.31919010422	
CAPÍTULO 23	187
ANÁLISE DA EFICIÊNCIA INDIVIDUAL DE COLETA E GLOBAL NA SEPARAÇÃO DE PARTICULADOS DE MAGNESITA EM CICLONE LAPPLE	
Polyana Gomes de Aguiar Daiane Ribeiro Dias Annanda Alkmim Alves Mariana Oliveira Marques João Carlos Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.31919010423	
CAPÍTULO 24	194
ANÁLISE DE HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (PAH) NO AR ATMOSFÉRICO USANDO SISTEMA PASSIVO DE AMOSTRAGEM PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL	
Aldo Muro Júnior Nicola Pittet Muro Nelson Roberto Antoniosi Filho Maria Isabel Ribeiro Alves	
DOI 10.22533/at.ed.31919010424	
CAPÍTULO 25	213
CAPTURA DE CO ₂ UTILIZANDO O PROCESSO CALCIUM-LOOPING	
Juliana Alves da Silva Ricardo José Chimentão João Batista Oliveira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.31919010425	
CAPÍTULO 26	224
DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO QUÍMICO DE CAPTURA DE CO ₂ UTILIZANDO A TECNOLOGIA HIGEE NA INTENSIFICAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS	
Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira José Renato Guimarães Brenda Sedlmaier Costa Coelho Camila Ceravolo de Carvalho Francine Silveira Vieira Luiza Moreira Santos Jorge David Alguiar Bellido	
DOI 10.22533/at.ed.31919010426	

CAPÍTULO 27 232

Zn-ZIF EM TECIDO APLICADO NO PROCESSO DE CAPTURA DE CH₄

Guilherme Andreoli Gil
Guilherme Otávio Lima
Lucas Mendes Pedro
Bianca Bastos Caruzi
Fabrício Maestá Bezerra
Murilo Pereira Moisés

DOI 10.22533/at.ed.31919010427

CAPÍTULO 28 239

INIBIDOR DE CORROÇÃO OBTIDO POR LIXIVIAÇÃO DE CIGARRO APÓS SEU CONSUMO

Lauren Marcilene Maciel Machado
Luciana Rodrigues Machado

DOI 10.22533/at.ed.31919010428

CAPÍTULO 29 249

ENRIQUECIMENTO DE BACTÉRIAS REDUTORAS DE SULFATO AUTÓCTONES E SUA ADESÃO EM ESPUMA DE POLIURETANO EM REATOR ANAERÓBIO NO TRATAMENTO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA

Alessandra Giordani
Renata Piacentini Rodriguez
Leonardo Henrique Soares Damasceno
Gunther Brucha

DOI 10.22533/at.ed.31919010429

CAPÍTULO 30 255

BIODEGRADAÇÃO DO SURFACTANTE LINEAR ALQUILBENZENO SULFONATO DE SÓDIO EM DOIS DETERGENTES LIQUIDOS COMERCIAIS UTILIZANDO FUNGO FILAMENTOSO *Penicillium crustosum*

Sulamita Aparecida Ambrosia dos santos
Luiza Maria Amaral Frossard de Paula
Mayara Costa Franco
Karen Sartori Jeunon Gontijo
Ana Maria de Oliveira
Enio Nazaré de Oliveira Junior

DOI 10.22533/at.ed.31919010430

CAPÍTULO 31 272

DEGRADAÇÃO DE CORANTES ALIMENTÍCIOS UTILIZANDO LAFeO₃ COMO CATALISADOR EM REAÇÃO FOTO-FENTON SOLAR

Patrícia Grassi
Fernanda Caroline Drumm
Siara Silvestri
Sérgio Luiz Jahn
Edson Luiz Foletto

DOI 10.22533/at.ed.31919010431

CAPÍTULO 32	281
DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE RODAMINA B COM UM CATALISADOR À BASE DA BIOMASSA PORONGO: EFEITO DA DOPAGEM COM FERRO	
William Leonardo da Silva	
Mariéle Schaedler Nascimento	
Matheus Severo Schalenberger	
Joana Bratz Lourenço	
DOI 10.22533/at.ed.31919010432	
CAPÍTULO 33	287
AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA, UTILIZANDO TiO_2 E ZNO, DO ANTIBIÓTICO METRONIDAZOL (MTZ) A PARTIR DA ESPECTROFOTOMETRIA	
Luiza Barbosa Petersen Mendes	
Luciane Pimentel Costa Monteiro	
Leandro Vahia Pontual	
DOI 10.22533/at.ed.31919010433	
CAPÍTULO 34	303
CARACTERIZAÇÃO DE CÁPSULAS DE CAFÉ PÓS CONSUMO VISANDO A RECICLAGEM NA INDÚSTRIA TÊXTIL	
Valquíria Aparecida dos Santos Ribeiro	
Priscilla Sayuri Nakazawa	
Ana Maria Ferrari	
Ana Claudia Ueda	
DOI 10.22533/at.ed.31919010434	
CAPÍTULO 35	315
APPLICATION OF THE MARKOV CHAIN MONTE CARLO METHOD TO ESTIMATION OF PARAMETERS IN A MODEL OF ADSORPTION-ENHANCED REACTION PROCESS FOR MERCURY REMOVAL FROM NATURAL GAS	
Josiel Lobato Ferreira	
Diego Cardoso Estumano	
Mariana de Mattos Vieira Mello Souza	
Emanuel Negrão Macêdo	
DOI 10.22533/at.ed.31919010435	
CAPÍTULO 36	322
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE CATALISADORES BASEADOS EM ÓXIDO DE FERRO SUPOSTADOS EM CARVÃO ATIVADO DERIVADO DA CASCA DO COCO VERDE	
Natália Matos Silva Pereira	
Marta Cecilia da Esperança Santos	
Sirlene Barbosa Lima	
Maria Luiza Andrade da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.31919010436	
SOBRE A ORGANIZADORA	334

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE CATALISADORES BASEADOS EM ÓXIDO DE FERRO SUPORTADOS EM CARVÃO ATIVADO DERIVADO DA CASCA DO COCO VERDE

Natália Matos Silva Pereira

Universidade Salvador - UNIFACS, Escola de Arquitetura, Engenharia e TI
Salvador - Bahia

Marta Cecília da Esperança Santos

Universidade Salvador - UNIFACS, Escola de Arquitetura, Engenharia e TI
Salvador – Bahia

Sirlene Barbosa Lima

Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química
Salvador - Bahia

Maria Luiza Andrade da Silva

Universidade Salvador - UNIFACS, Escola de Arquitetura, Engenharia e TI
Salvador - Bahia

RESUMO: A poluição de águas fluviais e subterrâneas por resíduos da indústria têxtil e de corantes traz inúmeros malefícios para o meio ambiente a curto e longo prazo. Os processos oxidativos avançados (POAs) se mostram como alternativas eficazes no tratamento de efluentes, degradando compostos orgânicos poluentes presentes no meio. A reação de Fenton é um tipo de POA que se apresenta como uma opção bastante promissora. No presente trabalho o carvão ativado derivado da casca do coco verde foi sintetizado e impregnado com 5 e 10% de óxido de ferro em massa, para

futura aplicação na degradação de compostos orgânicos. As amostras foram caracterizadas por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier, difração de raios X, espectroscopia Raman e medida de área superficial específica e porosidade (método BET). Em todos os catalisadores foram identificadas as presenças de óxidos de ferro nas fases hematita e magnetita. As propriedades texturais do suporte e dos catalisadores não sofreram mudanças significativas com a incorporação do óxido de ferro e aumento do teor do mesmo, tornando-os promissores para a degradação do azul de metileno, através da reação de Fenton.

PALAVRAS-CHAVE: Fenton; Carvão ativado; Óxido de ferro; Azul de Metileno.

ABSTRACT: Pollution of river and ground water by waste from the textile and dye industry brings innumerable short-term and long-term environmental damage. The advanced oxidative processes (POAs) are shown as effective alternatives in the treatment of effluents, degrading organic pollutants present in the environment. Fenton's reaction is a type of POA that presents itself as a very promising option. In the present work the activated carbon derived from the green coconut shell was synthesized and impregnated with 5 and 10% iron oxide in mass, for future application in the degradation

of organic compounds. The samples were characterized by infrared spectroscopy with Fourier transform, X-ray diffraction, Raman spectroscopy and specific surface area measurement and porosity (BET method). In all catalysts the presence of iron oxides in the hematite and magnetite phases was identified. The textural properties of the support and the catalysts did not undergo significant changes with the incorporation of the iron oxide and increase of the content of the same, becoming them promising for the degradation of the methylene blue, through the reaction of Fenton.

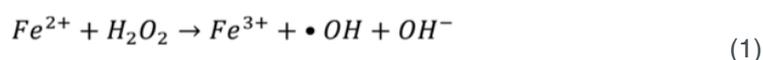
KEYWORDS: Fenton; Activated carbon; Iron oxide; Catalysts.

1 | INTRODUÇÃO

O setor industrial exerce uma função de suma relevância para o desenvolvimento socioeconômico de qualquer país. Tendo em vista o grande avanço deste segmento, é essencial que se tenha uma preocupação quanto ao impacto ambiental que este tipo de atividade possa vir a acarretar. A demanda de água nas indústrias, por exemplo, vem crescendo juntamente com o avanço da tecnologia, e todo esse volume de água gerado, principalmente pelas indústrias têxteis, precisa de tratamento, uma vez que contém uma variedade de compostos orgânicos poluentes (EBRAHIEM, *et al.*, 2017). Deste modo, há diversos estudos acerca de métodos de tratamento dos efluentes líquidos gerados pela indústria, especialmente pela indústria têxtil. Dentre esses métodos pode-se citar os métodos físicos (filtração, floculação e adsorção), por oxidação (oxidação avançada e oxidação química) e biológicos (enzimas e micro-organismos). O método de tratamento de efluentes por oxidação avançada caracteriza-se pela formação de radical hidroxila ($\cdot\text{OH}$), que atua como agente oxidante, degradando assim as moléculas orgânicas advindas dos corantes têxteis (HOLKAR *et al.*, 2016).

O tratamento de efluentes da indústria têxtil torna-se mais complicado quando comparado às demais indústrias, uma vez que os efluentes gerados por ela possuem composição bastante heterogênea e com enorme quantidade de material tóxico e recalcitrante (ARAÚJO *et al.*, 2006; RAMOS, 2018). Os processos oxidativos avançados (POAs) se mostram como uma alternativa a essa dificuldade, uma vez que as outras técnicas apresentam alguns inconvenientes neste tipo de tratamento (DA SILVA DIAS, 2018). Por exemplo, os processos biológicos requerem um maior tempo para descoloração-fermentação, já processos físico-químicos podem transferir o poluente de fase ao invés de degradá-lo (NOGUEIRA, 2007).

Existem vários tipos de POAs, tais como a fotólise, fotocatalise, foto-Fenton e processo Fenton (NOGUEIRA, 2007). Este último é um tipo de processo oxidativo avançado, no qual ocorre a oxidação do Fe^{2+} e a decomposição do peróxido de hidrogênio, como mostra a Equação 1 (BABAEI *et al.*, 2017).



O reagente de Fenton é geralmente um sal de ferro e a formação do radical hidroxila promove a oxidação do poluente orgânico complexo, o qual é bastante resistente à degradação biológica (HOLKAR *et al.*, 2016). O óxido de ferro pode ser aplicado na sua forma pura, como também suportado em uma matriz sólida, como por exemplo, o carvão ativado (YEH *et al.*, 2008).

O carvão ativado é um material carbonáceo, poroso, de elevada área superficial específica e apresenta uma forma microcristalina, não grafítica. Sua matéria-prima pode ter diversas origens, como a madeira, casca de amendoim, casca de coco, bagaço da cana-de-açúcar, sabugo de milho, dentre outras (SILVA, *et al.*, 2017; GONZÁLEZ-GARCIA, 2018). A impregnação do carvão ativado com óxidos metálicos fornece uma matriz sólida com maior porosidade alterando suas propriedades de adsorção (CHENG *et al.*, 2017; DANISH, 2018). Além disso, tem como finalidade melhorar a capacidade de oxidação catalítica dos óxidos no processo de degradação de corantes dos efluentes líquidos industriais (CHENG *et al.*, 2017). O uso de um suporte é bastante conveniente, uma vez que evita a agregação de nanopartículas e também aumenta o poder de adsorção do óxido de ferro (LIMA *et al.*, 2013).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do teor de óxido de ferro (5 e 10% em massa) nas propriedades dos catalisadores suportados em carvão ativado, proveniente da casca de coco verde, destinados a reação de Fenton.

2 | PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O carvão ativado foi preparado por carbonização e ativação química da casca do coco verde, utilizando o cloreto de ferro III como agente ativador. Neste processo, a biomassa proveniente da casca de coco foi impregnada com a solução do agente ativador, utilizando uma razão em massa biomassa/agente ativador 2:1, por 2 h. Em seguida, o material foi seco em estufa, a 120 °C, por 24 h. Após esta etapa, o material resultante foi colocado em uma cela de quartzo e aquecido a 800 °C, sob uma taxa de aquecimento de 10 °C/min e mantido nesta temperatura sob fluxo de nitrogênio por 1 h. Após este tempo, o sistema foi resfriado à temperatura ambiente. O material resultante foi lavado três vezes, com uma solução 2% de ácido clorídrico e, depois, com água deionizada quente, para eliminar os resíduos do agente ativador. As etapas de lavagem e de filtração foram repetidas até que o filtrado apresentasse pH entre 6-7. O carvão foi seco a 120 °C, por 24 h, originando a amostra do carvão ativado puro (Amostra CA).

A incorporação do ferro ao suporte foi feita via impregnação úmida. Em dois béqueres foram adicionados 1,5 g do carvão ativado e soluções de Fe(NO₃).9H₂O (nitrato de ferro III nonahidratado) com teores de 5 e 10% em massa, em cada um. Os dois béqueres foram submetidos à agitação por 2 h e após esse tempo o solvente foi evaporado a 75 °C com agitação simultânea. Os sólidos foram secos em estufa a 120 °C durante 16 h. Em seguida, os materiais passaram por um tratamento térmico,

no qual foi aquecido a 10 °C/min até 400 °C sob fluxo de nitrogênio a uma vazão de 100 mL/min durante 2 h. Desta forma, foram obtidos os catalisadores contendo 5% (Amostra 5FeCA) e 10% de óxido de ferro (Amostra 10FeCA) suportados em carvão ativado proveniente da casca do coco.

Os sólidos obtidos foram caracterizados por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), espectroscopia Raman, difração de raios X (DRX) e medida de área específica e porosidade (método BET).

As análises de espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier foram feitas em um espectrofotômetro da marca Shimadzu modelo IRPrestige-21 operando na região de 4000 a 400 cm⁻¹, com resolução de 4 cm⁻¹ e 32 acumulações por espectro. Os experimentos de difração de raios foram realizados utilizando um equipamento de marca Philips modelo 1140, operando com uma voltagem de 40 kV e corrente de 20 mA. Os difratogramas foram registrados em uma faixa de ângulo de reflexão entre 5 e 80°.

Os espectros Raman foram obtidos utilizando um equipamento Jasco NRS-5100 - Laser Raman Spectrometer (Serial Number B004561420). A amostra foi exposta cinco vezes, ao laser, durante 10 s, correspondendo ao número de acumulações e o tempo de exposição, respectivamente. As medidas de área superficial específica e porosidade foram feitas em um equipamento da Micromeritics modelo ASAP 2020, com adsorção de nitrogênio. A adsorção foi realizada à temperatura do nitrogênio líquido (-196°C), utilizando o nitrogênio como adsorvato.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier – FTIR

Os espectros de absorção no infravermelho da Amostra 5FeCA, calcinada e sem calcinar, são mostrados na Figura 2. A banda em 3454 cm⁻¹, presente no espectro de ambas as amostras, pode estar relacionada aos grupos OH e grupos NH livres ou associados (GONÇALEZ, *et al.*, 2002). A banda em 1636 cm⁻¹ apresentada de forma intensa no espectro pode ser atribuída à deformação axial da ligação C=O de cetonas, aldeídos, ésteres e ácidos (SILVA, *et al.*, 2017). A presença da banda em 1385 cm⁻¹ corresponde à deformação axial simétrica da espécie nitrato na amostra não calcinada. Após a calcinação, a banda do nitrato desapareceu, o que indica a eliminação desta espécie durante o tratamento térmico (OLIVEIRA e VARELA, 2003). A banda exibida em 668 cm⁻¹ está relacionada a vibração angular fora do plano de C-H de compostos aromáticos. No espectro da amostra calcinada, foi observada a banda em 543 cm⁻¹ que coincide com a absorção de estiramento do Fe-O, indicando a presença do óxido de ferro na superfície do carvão ativado (OLIVEIRA e VARELA, 2003).

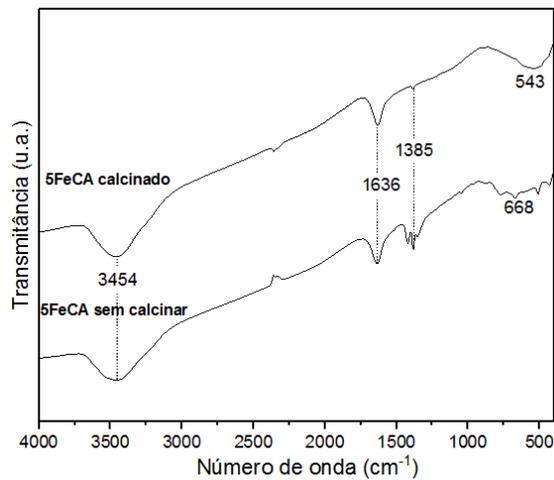


Figura 2 – Espectros de absorção no infravermelho dos sólidos contendo 5% de **óxido de ferro** suportado em carvão ativado (Amostra 5FeCA), calcinado e sem calcinar.

Na Figura 3 estão representados os espectros de absorção no infravermelho da Amostra 10FeCA, calcinada e sem calcinar. É possível observar que eles apresentam os mesmos perfis de absorção quando comparados a Figura 2. Nota-se ainda que a banda em 1385 cm^{-1} , presente no espectro da Amostra 10FeCA sem calcinar, é mais intensa do que aquela observada no espectro da Amostra 5FeCA, o que pode ser justificado pelo maior teor de óxido de ferro presente na Amostra 10FeCA. Também ficou evidente nos espectros dessas amostras a remoção do nitrato após a calcinação, uma vez que a banda referente a este grupo desapareceu. As bandas em 671 cm^{-1} e 546 cm^{-1} são atribuídas à vibração angular fora do plano de C-H de compostos aromáticos e à absorção de estiramento do Fe-O, respectivamente (OLIVEIRA e VARELA, 2003).

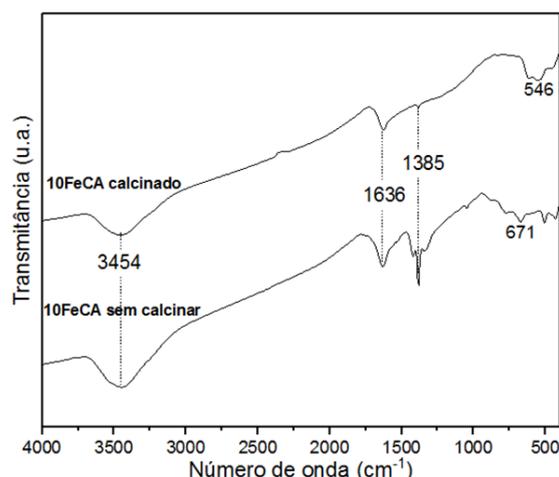


Figura 3 - Espectros de absorção no infravermelho dos sólidos contendo 10% de óxido de ferro (Amostra 10FeCA), calcinado e sem calcinar.

A Figura 4 mostra os espectros de absorção no infravermelho do suporte puro e dos catalisadores contendo 5 e 10% de óxido de ferro. Comparando os espectros das três amostras, é possível perceber, além da presença das bandas já descritas

anteriormente, como as bandas em 3454 cm^{-1} e 1636 cm^{-1} , uma banda em 536 cm^{-1} na amostra de CA, que pode ser atribuída à ligação Si-O da sílica presente nas cinzas dos carvões (SILVA, *et al.*, 2017).

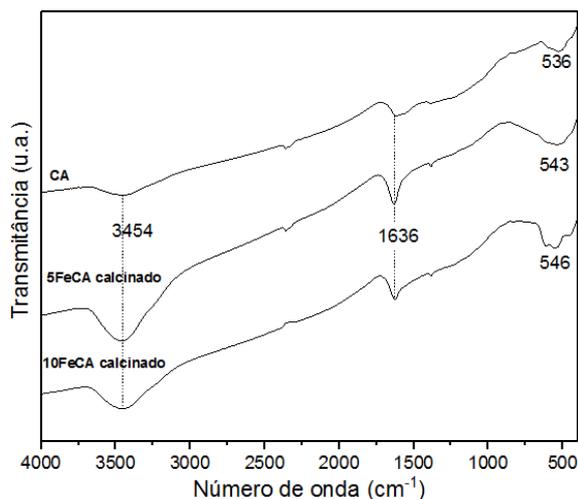


Figura 4 - Espectros de absorção no infravermelho do carvão ativado puro (Amostra CA) e dos catalisadores contendo 5 (Amostra 5FeCA) e 10% de óxido de ferro (Amostra 10FeCA).

3.2 Difração de Raios X

Os difratogramas de raios X do carvão ativado e dos carvões ativados impregnados com 5 e 10% de óxido de ferro estão representados na Figura 5. No difratograma da Amostra CA observa-se um halo amorfo na faixa de $2\theta = 20\text{-}30^\circ$, característico de carvões ativados (Ficha JCPDS 75-1621). Além disso, ainda nesta amostra, pode-se perceber também alguns picos mais intensos na faixa de $2\theta = 30\text{-}40^\circ$ e outros menos intensos na faixa de $2\theta = 40\text{-}70^\circ$, que indicam cristalinidade da amostra, podendo ser atribuída ao cloreto de ferro (III) (FeCl_3) utilizado na ativação do suporte. Nos difratogramas do suporte e dos catalisadores observam-se picos referentes à fase hematita $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (Ficha JCPDS 33-0664) coexistindo com a fase magnetita, Fe_3O_4 (\square) (Ficha JCPDS 88-0315). Essas fases do óxido de ferro, presentes no difratograma da Amostra CA podem ser atribuídas à ativação química com cloreto de ferro (III). É possível observar ainda, que o catalisador contendo o teor mais elevado de ferro (10%), apresenta em seu difratograma picos mais intensos, o que indica uma maior cristalinidade dos sólidos (CAMENAR, *et al.*, 2018; SILVA, *et al.*, 2017).

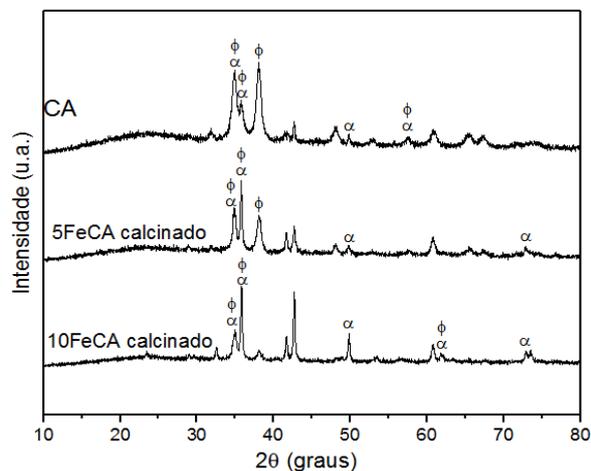


Figura 5 – Difratomogramas de raios X do carvão ativado puro (Amostra CA) e dos catalisadores contendo 5% (Amostra 5FeCA) e 10% de óxido de ferro (Amostra 10FeCA).

(α) Hematita, (ϕ) Magnetita.

3.3 Espectroscopia Raman

Na figura 6 estão os espectros Raman das amostras de carvão ativado puro e dos catalisadores contendo 5 e 10% de óxido de ferro. É conhecido que os materiais carbonáceos possuem bandas bem acentuadas na região entre 1000 e 1800 cm^{-1} (LOBO, *et al.*, 2008). Os espectros das Amostras CA, 5FeCA e 10FeCA apresentaram uma banda (banda G) na região de 1587 cm^{-1} , característica de materiais grafiticos, indicando a presença de carbono organizado (SERGIENKO *et al.*, 2009). A banda G (modo Raman no intervalo de 1500 - 1600 cm^{-1}) corresponde ao modo de estiramento de ligações sp^2 do carbono grafite (BARIN, 2011). Além disso, é possível observar no espectro das três amostras, uma banda D (1347 cm^{-1}) atribuída à presença de carbono amorfo nesses materiais (SERGIENKO *et al.*, 2009). Essa banda (modo Raman no intervalo de 1200 - 1400 cm^{-1}) pode estar relacionada a imperfeições na estrutura do grafite sp^3 , desordenamento na estrutura, diminuição do tamanho dos cristais, distorção na rede, presença de heteroátomos, etc (BARIN, 2011). Por outro lado, carbonos amorfos podem apresentar hidrogênio na sua estrutura e possuir ligações do tipo sp^2 , sp^3 e sp (SERGIENKO *et al.*, 2009; LOBO *et al.*, 2008).

O espectro Raman da Amostra 5FeCA apresentou banda em 290 cm^{-1} , correspondente à fase hematita do óxido de ferro. Por outro lado, a presença do óxido de ferro na Amostra 10FeCA foi detectada pela identificação de bandas em 180 cm^{-1} (fase magnetita) e 302 cm^{-1} (fase magnetita e hematita) (LETTI, 2013; JUBB, 2018). Com isso, percebe-se que o espectro da Amostra 10FeCA apresentou mais bandas de óxido que o espectro da Amostra 5FeCA, o que pode ser atribuído ao maior teor de óxido de ferro presente nesse sólido. Com a espectroscopia Raman foi possível observar bandas referentes à fase magnetita apenas na Amostra de 10FeCA. Em contrapartida, nos espectros de raios X, tanto a amostra de 5FeCA quanto a amostra de 10FeCA apresentaram picos referentes à fase magnetita.

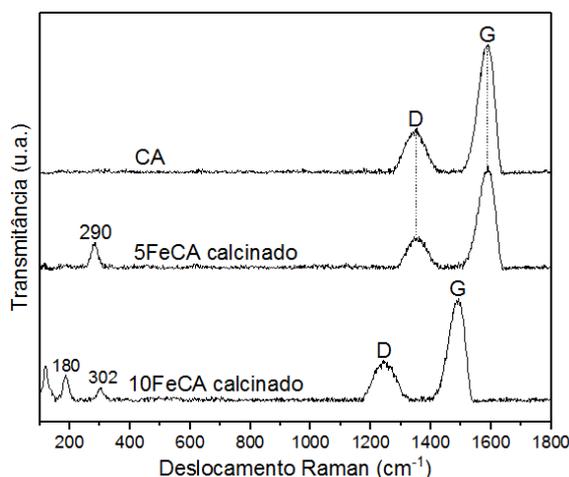


Figura 6 – Espectros Raman do carvão ativado puro (Amostra CA) e dos catalisadores contendo 5 (Amostra 5FeCA) e 10% de óxido de ferro (Amostra 10FeCA)

3.4 Medida de área superficial específica e porosidade

A isoterma de adsorção e dessorção do carvão ativado está apresentada na Figura 7. Esta isoterma pode ser classificada como uma isoterma do tipo II, que caracteriza o sólido como mesoporoso com microporos associados, nos quais pode ocorrer adsorção em multicamadas ou condensação capilar em pressões relativas inferiores à unidade. Este tipo de isoterma representa a existência de uma forte interação entre o adsorvente e o adsorbato, além de caracterizar superfícies carbonáceas com grande quantidade de grupos oxigenados. Nesta mesma figura é possível perceber também uma não coincidência entre as isotermas de adsorção e dessorção, fazendo com que surja um laço de histerese. Este laço pode ser classificado como tipo H1, que representa sólidos com uma distribuição uniforme e regular dos poros, além do que, o mesmo não possui relação com o agente ativador e nem com a temperatura de ativação (LIMA, *et al.*, 2013). Essas mesmas características podem ser observadas nas isotermas das Figuras 8 e 9, nas quais estão representadas as isotermas de adsorção e dessorção de nitrogênio das Amostras 5FeCA e 10FeCA. Ambas as amostras apresentaram isotermas de adsorção tipo II e histerese tipo H1. É possível observar que a Amostra 5FeCA possui uma histerese mais larga, que pode ser atribuída a formação de ferro interparticular e esse efeito pode ser intensificado com o aumento do teor de ferro (SILVA, *et al.*, 2017).

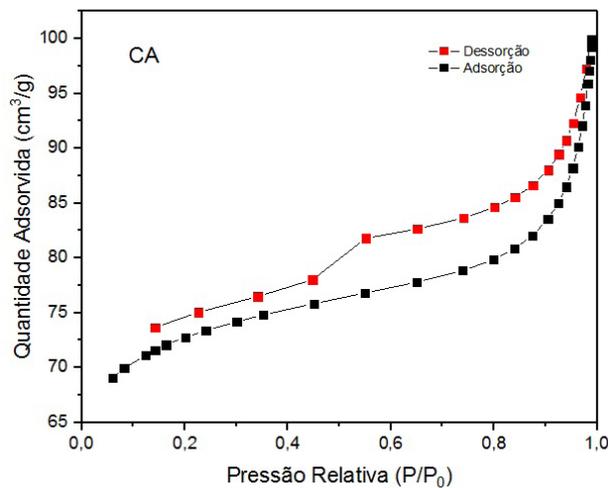


Figura 7 – Isothermas de adsorção e dessorção de nitrogênio do carvão ativado com FeCl₃.

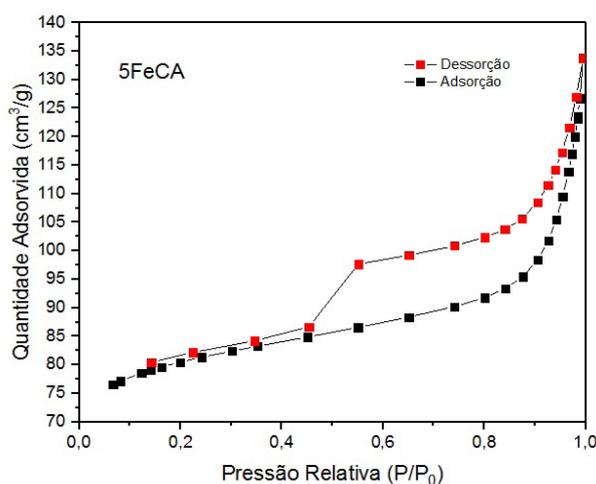


Figura 8 - Isothermas de adsorção e dessorção de nitrogênio do carvão ativado impregnado com 5% de óxido de ferro (Amostra 5FeCA).

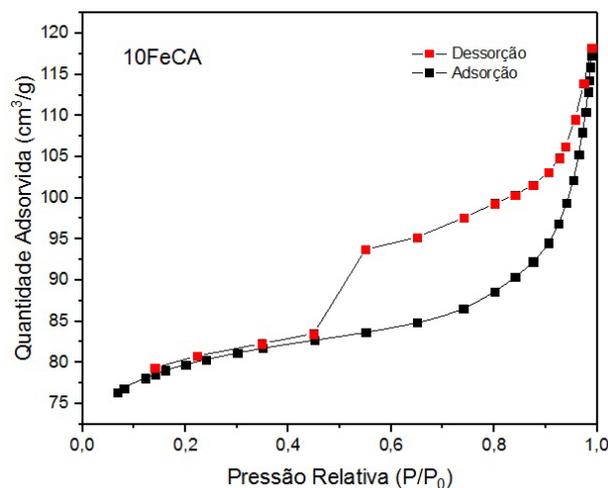


Figura 9 - Isothermas de adsorção e dessorção de nitrogênio do carvão ativado impregnado com 10% de óxido de ferro (Amostra 10FeCA).

Na Tabela 1 estão explanadas as propriedades texturais do suporte e dos catalisadores. Considerando o erro experimental de 10%, é possível afirmar que os parâmetros texturais não sofreram alterações significativas. Um aumento nos valores

dos parâmetros texturais, comparando o suporte com os catalisadores, pode ser explicado pela impregnação de ferro, pois este procedimento aumenta a porosidade do carvão ativado. A diminuição da área superficial específica com o aumento do teor de ferro, pode ser atribuída pela obstrução parcial dos poros do carvão ativado causada pela presença do óxido de ferro na amostra (SILVA, *et al.*, 2017).

Amostras	Sg (m ² g ⁻¹)	Sg _{micro} <i>t-plot</i> (m ² g ⁻¹)	V _{micro} (cm ³ g ⁻¹)	Dm (nm)
CA	246	194	0,090	6,80
5FeCA	271	210	0,098	7,74
10FeCA	268	215	0,100	7,73

Tabela 1 - Propriedades texturais do suporte (Amostra CA) e dos catalisadores contendo 5% (Amostra 5FeCA) e 10% (Amostra 10FeCA) de óxido de ferro.

4 | CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, percebeu-se que a casca do coco verde é um material de uso favorável na produção de carvão, pois ao ser ativado quimicamente com o cloreto de ferro III, apresentou halos amorfos e grupos funcionais, tais como ésteres, cetonas, aldeídos e ácidos carboxílicos, característicos dos carvões.

A impregnação do carvão ativado com diferentes teores de óxido ferro, (5 e 10%), levou a formação de óxidos de ferro nas fases hematita e magnetita na superfície do suporte. Os grupos funcionais presentes na superfície do carvão (cetonas, aldeídos, ésteres e ácidos carboxílicos) não foram alterados com a incorporação do metal neste material.

Os catalisadores baseados em óxidos de ferro (hematita e magnetita) suportados em carvão ativado com cloreto de ferro III, contendo 5 e 10% de ferro, apresentaram macro e mesoporos com microporos associados. O aumento do teor de ferro no suporte não alterou significativamente as propriedades texturais do mesmo.

Dessa forma, verifica-se que os catalisadores baseados em óxido de ferro e carvão ativado podem ser promissores para a degradação do azul de metileno, através da reação de Fenton.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. V. F.; YOKOYAMA, L.; TEIXEIRA, L. A. C.; **Remoção de cor em soluções de corantes reativos por oxidação com H₂O₂/UV**. Química Nova, v.29, p.11-14, 2006.

BABAEI, A. A.; KAKAVANDI, B.; RAFIEE, M.; KALANTARHORMIZI, F.; PURKARAM, I.; AHMADI, E.; ESMAEILI, S.; **Comparative treatment of textile wastewater by adsorption, Fenton, UV-Fenton and US-Fenton using magnetic nanoparticles-functionalized carbon (MNPs@C)**, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 3513 No. of Pages 12, 2017.

BARIN, Gabriela Borin. **Preparação e caracterização de nanoestruturas de carbono por método**

hidrotérmico a partir de biomassa. 2011. 109 f. Dissertação (Mestrado) – Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão, 2011.

CAMENAR, E. L. et al. **Synthesis and characterization of mixed Fe (III): Al hydroxides and oxides with potential application as pigments obtained from the mixture of goethite and boehmite gels.** Cerâmica, v. 64, n. 371, p. 331-340, 2018.

CHENG, S.; ZHANG, L.; MA, A.; XIA, H.; PENG, J.; LI, C.; SHU, J.; **Comparison of activated carbon and iron/cerium modified activated carbon to remove methylene blue from wastewater.** Journal of Environmental Sciences, 01117 No of Pages 11, 2017.

DA SILVA DIAS, Fernando Ferreira et al. **Tratamento de efluente têxtil através de processo oxidativo avançado (H₂O₂/TiO₂/UV).** Revista Geama, v. 4, n. 3, p. 4-9, 2018.

DANISH, Mohammed et al. **Comparison of surface properties of wood biomass activated carbons and their application against rhodamine B and methylene blue dye.** Surfaces and Interfaces, v. 11, p. 1-13, 2018.

EBRAHIEM, Ebrahiem E.; AL-MAGHRABI, Mohammednoor N.; MOBARKI, Ahmed R. **Removal of organic pollutants from industrial wastewater by applying photo-Fenton oxidation technology.** Arabian Journal of Chemistry, 2013.

GONÇALVES, Maráisa et al. **Síntese e caracterização de nanopartículas de óxido de ferro suportadas em matriz carbonácea: remoção do corante orgânico azul de metileno em água.** Quim. Nova, v. 32, n. 7, p. 1723-1726, 2009.

GONZÁLEZ-GARCÍA, P. **Activated carbon from lignocellulosics precursors: A review of the synthesis methods, characterization techniques and applications.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 82, p. 1393-1414, 2018.

HOLKAR, C. R.; JADHAV, A. J.; PINJARI, D. V.; MAHAMUNI, N. M.; PANDIT, A. B.; **A critical review on textile wastewater treatments: Possible approaches.** Journal of Environmental Management, no. 182, p. 351-366, 2016.

JUBB, Aaron M. et al. **Characterization of iron oxide nanoparticle films at the air–water interface in Arctic tundra waters.** Science of the Total Environment, v. 633, p. 1460-1468, 2018.

LETTI, C. J. **Estudo de nanocompósitos formados por partículas de óxidos de ferro e polímeros por meio da espectroscopia Raman.** 2013. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Física. Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2013.

LIMA, S. B.; BORGES, S. M. S.; RANGEL, M. C.; MARCHETTI, S. G.; **Effect of iron content on the catalytic properties of activated carbon-supported magnetite derived from biomass.** J. Braz. Chem. Soc., v.24, no.2, p. 344-354, 2013.

LOBO, A. O. et al. **Caracterização de materiais carbonosos por espectroscopia Raman.** Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo, v. 24, n. 2, p. 98-103, 2008.

NOGUEIRA, Raquel Fernandes Pupo et al. **Fundamentos e aplicações ambientais dos processos Fenton e foto-Fenton.** Química nova, p. 400-408, 2007.

OLIVEIRA, Alcinéia Conceição; VARELA, Maria do Carmo Rangel Santos. **Desidrogenação do etilbenzeno sobre compostos de ferro e alumínio.** Quim. Nova, v. 26, n. 2, p. 170-176, 2003.

RAMOS, Juan Manuel Pérez et al. **Processos oxidativos avançados no tratamento de efluente contendo verde malaquita: estudo prospectivo.** Cadernos de Prospecção, v. 11, p. 339, 2018.

SERGIENKO, R.; SHIBATA, E.; Kim, S.; KINOTA, T.; NAKAMURA, T. **Nanographite structures formed during annealing of disordered carbon containing finely-dispersed carbon nanocapsules with iron carbide cores.** *Carbon*, v. 47, p. 1056–1065, 2009.

SILVA, L. A. d. *et al.*; **Methylene blue oxidation over iron oxide supported on activate carbon derived from peanut hulls.** *Catalysis Today*, v.289, p. 237-248, 2017.

YEH, C. K. J.; HSU, C. Y.; CHIU, C. H.; HUANG, K. L. **Reaction efficiencies and rate constants for the goethite-catalyzed Fenton-like reaction of NAPL-form aromatic hydrocarbons and chloroethylenes.** *Journal of Hazardous Materials*. v.151, p. 562–569, 2008.

SOBRE A ORGANIZADORA

CARMEN LÚCIA VOIGT Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-231-9

