

Evolução na Ciência e Engenharia de Materiais

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

Evolução na Ciência e Engenharia de Materiais

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª 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. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E93 Evolução na ciência e engenharia de materiais [recurso eletrônico] /
 Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa, PR:
 Atena Editora, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-921-9
 DOI 10.22533/at.ed.219201601

1. Engenharia de materiais – Pesquisa – Brasil. I. Holzmann,
 Henrique Ajuz.

CDD 620.11

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais, se tornou um dos grandes pilares da revolução técnica industrial, devido a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, que apresentem melhores características e propriedades físico-químicas. Grandes empresas e centros de pesquisa investem maciçamente em setores de P&D a fim de tornarem seus produtos e suas tecnologias mais competitivas.

Destaca-se que a área de material compreende três grandes grupos, a dos metais, das cerâmicas e dos polímeros, sendo que cada um deles tem sua importância na geração de tecnologia e no desenvolvimento dos produtos. Aliar os conhecimentos pré-existentes com novas tecnologias é um dos grandes desafios da nova engenharia.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas de materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. Apresenta capítulos relacionados ao desenvolvimento de novos materiais, com aplicações nos mais diversos ramos da ciência, bem como assuntos relacionados a melhoria em processos e produtos já existentes, buscando uma melhoria e a redução dos custos.

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.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE FIBRAS VEGETAIS NA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E MORFOLOGIA DA FRATURA DE COMPÓSITOS COM FIBRAS CONTÍNUAS E ALINHADAS	
Fábio Santos de Sousa Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho Luciano Monteiro Almeida Roberto Tetsuo Fujiyama	
DOI 10.22533/at.ed.2192016011	
CAPÍTULO 2	10
COMPÓSITOS POLIMÉRICOS HÍBRIDOS COM FIBRAS NATURAIS E SINTÉTICAS CONTÍNUAS E ALINHADAS	
Luciano Monteiro Almeida César Tadeu Nasser Medeiros Branco Douglas Santos Silva Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho Roberto Tetsuo Fujiyama	
DOI 10.22533/at.ed.2192016012	
CAPÍTULO 3	23
CARACTERIZAÇÃO DE NANOFILTRO REDUTOR DE SULFETO DE HIDROGÊNIO E UMIDADE DO BIOGÁS	
Mateus Sousa Pinheiro Gabrielle Dias Coelho Maria del Pilar Hidalgo Falla	
DOI 10.22533/at.ed.2192016013	
CAPÍTULO 4	36
DESCRIÇÃO TERMODINÂMICA DE MICRODOMÍNIOS DENTRO DE PICHE MESOFÁSICO PRECURSOR PARA FIBRAS DE CARBONO	
Caio Cesar Ferreira Florindo Adalberto Bono Maurizio Sacchi Bassi	
DOI 10.22533/at.ed.2192016014	
CAPÍTULO 5	51
NANOBIOSENSOR ELETROQUÍMICO BASEADO EM APTAMERO PARA DETECÇÃO DE OCRATOXINA A EM CAFÉ TORRADO	
Maurília Palmeira da Costa Itala Gabriela Tavares Lima Idjane Silva de Oliveira Cesar Augusto Souza de Andrade Maria Danielly Lima de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2192016015	

CAPÍTULO 6 63

DETECÇÃO ESPECÍFICA DE SCHISTOSOMA MANSONI EM LCR USANDO UM BIOSSENSOR ELETROQUÍMICO DE DNA BASEADO EM NANOPARTICULAS DE OURO E MERCAPTOSILANO

Giselle Soares dos Santos
César Augusto Sousa de Andrade
Fábio Lopes de Melo
Maria Danielly Lima de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.2192016016

CAPÍTULO 7 73

PRODUÇÃO DE NANOMATERIAIS BIOMIMÉTICOS A PARTIR DE UM NOVO SISTEMA DE *ELECTROSPINNING* PARA ENGENHARIA DE TECIDOS DOS MENISCOS DO JOELHO

Thiago Domingues Stocco
Anderson de Oliveira Lobo

DOI 10.22533/at.ed.2192016017

CAPÍTULO 8 87

PLATAFORMA NANOSTRUTURADA BASEADA EM APTÂMERO PARA DETECÇÃO DE OCRATOXINA A

Maurília Palmeira da Costa
Ítala Gabriela Tavares Lima
Idjane Silva de Oliveira
Cesar Augusto Souza de Andrade
Maria Danielly Lima de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.2192016018

CAPÍTULO 9 96

CARACTERIZAÇÃO DE NANOCOMPÓSITOS PLA/ZNO POR REOLOGIA E NMR NO DOMÍNIO DO TEMPO

Amanda Ramos Aragão Melo
José Carlos Dutra Filho
Maria Inês Bruno Tavares

DOI 10.22533/at.ed.2192016019

CAPÍTULO 10 108

INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DE CÁLCIO E BÁRIO EM COMPOSIÇÕES DE PEROVSKITAS $TR_{(1-x)}M_xO_3$ (TR= PR, GD), (M = CA, BA) (X= 0,2) NA ATIVIDADE CATALÍTICA

Cássia Carla de Carvalho
Anderson Costa Marques
Symone Leandro de Castro
Davidson Nunes de Oliveira
Filipe Martel de Magalhães Borges
Alexandre de Sousa Campos

DOI 10.22533/at.ed.21920160110

CAPÍTULO 11 119

CERÂMICAS AVANÇADAS: PRODUÇÃO DE NANOESTRUTURAS DE ÓXIDOS TERRA RARA-NÍQUEL

Bruna Niccoli Ramirez
Márcia Tsuyama Escote

DOI 10.22533/at.ed.21920160111

CAPÍTULO 12 133

INSERÇÃO DE ESCÂNDIO E FÓSFORO NO SEMICONDUTOR DE DIÓXIDO DE TITÂNIO PARA APLICAÇÃO EM FOTOCATÁLISE

Eduardo Felipe De Carli
Eliane Kujat Fischer
Natali Amarante da Cruz
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.21920160112

CAPÍTULO 13 146

INDUTORES DE RÁDIO FREQUÊNCIA EXTERNOS COM ALTOS FATORES DE QUALIDADE USANDO OURO, SU8 E ALUMINA

Lucas Martins Miranda de Almeida
Alexandre da Silva Nascimento
Richard Alexandrino de Macedo
Angélica dos Anjos Ayala

DOI 10.22533/at.ed.21920160113

CAPÍTULO 14 153

INCLUSÃO DE NANOPARTÍCULAS DE $3Y-ZrO_2$ EM MATRIZ DE $\alpha-AL_2O_3$ PARA CONFEÇÃO DE INSERTO CERÂMICO

Miguel Adriano Inácio
José Victor Candido de Souza
Maria do Carmo de Andrade Nono
Sergio Luiz Mineiro
Daniel Alessander Nono

DOI 10.22533/at.ed.21920160114

CAPÍTULO 15 160

OPTICAL AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES IN CDSE/CDTE AND CDSE/CDTE NANOCRYSTALS PREPARED BY AQUEOUS SYNTHESIS

Raul Fernando Cuevas Rojas
Miguel Angel González Balanta
Silvio José Prado
Pablo Henrique Menezes
Lauro Antonio Pradela Filho
Victor Ciro Solano Reynoso

DOI 10.22533/at.ed.21920160115

CAPÍTULO 16 170

PRODUCTION OF ALKALINE PHOSPHATASE BY DENTAL PULP STEM CELLS IN INTERFACE WITH PLASMA MODIFIED TITANIUM

Keylla Dayanne Coelho Marinho de Melo
Laís Albuquerque Vasconcelos
Clodomiro Alves Junior
Jussier Oliveira Vitoriano
Hugo Alexandre de Oliveira Rocha
Moacir Fernandes de Queiroz Neto
José Sandro Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.21920160116

CAPÍTULO 17	187
SÍNTESE HIDROTÉRMICA ASSISTIDA POR MICRO-ONDAS DE ALUMINA TRI-HIDRATADA	
Ricardo Ritter de Souza Barnasky	
Cristiane Wienke Raubach Ratmann	
Marciel Gaier	
Mário Lúcio Moreira	
Sergio da Silva Cava	
DOI 10.22533/at.ed.21920160117	
CAPÍTULO 18	201
MODIFICAÇÃO QUÍMICA DA LIGA DE ALUMÍNIO 5052 PARA OBTENÇÃO DE SUPERFÍCIES SUPER-HIDROFÓBICAS	
Rafael Gleymir Casanova da Silva	
Maria Isabel Collasius Malta	
Severino Leopoldino Urtiga Filho	
Sara Horácio de Oliveira	
Magda Rosângela Santos Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.21920160118	
CAPÍTULO 19	207
INFLUENCE OF THE ALUMINA ADDITION IN THE WEAR RESISTANCE OF THE SINTERED AISI 52100 STEEL	
Bruna Horta Bastos Kuffner	
Gilbert Silva	
Carlos Alberto Rodrigues	
Geovani Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.21920160119	
CAPÍTULO 20	212
IMPROVEMENT OF TITANIUM SURFACE WITH PLASMA NITRIDING TREATMENT	
Laís Albuquerque Vasconcelos	
Keylla Dayanne Coelho Marinho de Melo	
Clodomiro Alves Junior	
Jussier Oliveira Vitoriano	
Hugo Alexandre de Oliveira Rocha	
Moacir Fernandes de Queiroz Neto	
José Sandro Pereira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.21920160120	
CAPÍTULO 21	226
AVALIAÇÃO DE TERMOFOSFATOS DE ALUMÍNIO COM A ADIÇÃO DE ESCÓRIA SIDERÚRGICA	
Maria Sílvia Camarão de Sousa	
Oscar Jesus Choque Fernandez	
Edilson Carvalho Brasil	
Marcondes Lima da Costa	
Érika Raiol Pinheiro	
Marlo Oliveira Costa	
DOI 10.22533/at.ed.21920160121	

CAPÍTULO 22 236

CARACTERIZAÇÃO DA LAMA DE ALTO-FORNO DE UMA SIDERÚRGICA INTEGRADA DO SUDESTE DO PARÁ

Wellington Bruno Silva de Jesus
Alacid do Socorro Siqueira Neves
Emanuel Negrão Macêdo
José Antônio da Silva Souza
Luiz Felipe Silva Pereira
Roseane de Lima Silva
Verônica Scarpini Cândido
Antonio Lourenço da Costa Neto
Raimunda Figueiredo da Silva Maia
Daniel José Lima de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.21920160122

CAPÍTULO 23 242

MÉTODO EQUACIONADO PARA PREVISÃO DO TEMPO DE REMOAGEM DE MINÉRIO DE FERRO

Simone Silva Neves
Filipe Mattos Gonçalves
Júnia Soares Alexandrino
Telma Ellen Drumond Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.21920160123

SOBRE O ORGANIZADOR..... 254

ÍNDICE REMISSIVO 255

CARACTERIZAÇÃO DE NANOFILTRO REDUTOR DE SULFETO DE HIDROGÊNIO E UMIDADE DO BIOGÁS

Data de aceite: 08/01/2020

Mateus Sousa Pinheiro

Universidade de Brasília, Faculdade do Gama
Brasília – Distrito Federal

Gabrielle Dias Coelho

Universidade de Brasília, Faculdade do Gama
Brasília – Distrito Federal

Maria del Pilar Hidalgo Falla

Universidade de Brasília, Faculdade do Gama
Brasília – Distrito Federal

RESUMO: A insuficiência de combustíveis fósseis e as alterações climáticas promovidas pela queima destes, somado às características do panorama econômico mundial, são consideráveis problemáticas que impulsionam a produção de energia a partir de resíduos. Neste cenário, as fontes não convencionais, como o biogás, se destacam na matriz energética. Contudo, as aplicações para este são limitadas devido a presença de contaminantes, como sulfeto de hidrogênio (H_2S) e umidade, visto que, embora surjam em pequenas quantidades, são elementos que comprometem a eficiência do gás e danificam o sistema de produção. Dessa forma, o presente trabalho contempla o desenvolvimento de um nanofiltro capaz de adsorver o sulfeto de hidrogênio e umidade

contidos no biogás, utilizando como substrato carvão ativado, óxido de ferro III (Fe_2O_3) e sulfato de sódio (Na_2SO_4). Este processo consistiu em etapas: (1) Síntese das nanopartículas de óxido de ferro pelo método de Pechini e caracterização morfológica do substrato de carvão ativado impregnado com tais nanopartículas, utilizando as técnicas DRX e S_{BET} . (2) Construção do nanofiltro. (3) Avaliação da eficiência do nanofiltro com auxílio da técnica de espectroscopia por infravermelho e curva de calibração. Ao final do processo, notou-se a eficiência do sistema adotado, sendo possível observar redução significativa da presença dos contaminantes supracitados.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás. Filtro. H_2S . Umidade.

DEVELOPMENT OF HYDROGEN SULPHIDE AND BIOGAS HUMIDITY NANOFILTER REDUCER

ABSTRACT: The insufficiency of fossil fuels and the climate change caused by the burning of these, added to the characteristics of the world economic scenario, are considerable problematics that drive the production of energy from waste. In this scenario, unconventional sources, such as biogas, stand out in the energy matrix. However, its applications are limited due to the presence of contaminants, such as hydrogen sulphide (H_2S) and humidity, insofar

as, although they emerge in small quantities, they are elements that compromise the gas efficiency and damage the production system. Thus, the present work contemplates the development of a nanofilter capable of adsorbing the hydrogen sulphide and humidity contained in the biogas, using activated carbon as substrate, iron oxide III (Fe_2O_3) and sodium sulfate (Na_2SO_4). This process consisted in phases: (1) Synthesis of iron oxide nanoparticles by the Pechini method and morphological characterization of the activated carbon substrate impregnated with such nanoparticles using the techniques DRX and S_{BET} . (2) Nanofilter construction. (3) Evaluation of the nanofilter efficiency with the support by infrared spectroscopy technique and the calibration curve. At the end of the process, it is possible to notice the efficiency of the adopted system, which allows to observe a significant reduction of the presence of the aforementioned contaminants.

KEYWORDS: Biogas. Filter. H_2S . Humidity.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos fósseis como fonte energética propulsora da civilização e da economia perdura há bastante tempo. Entretanto, hodiernamente este panorama tornou-se instável devido a uma crise no abastecimento, pautada em função da insuficiência desses recursos e das alterações climáticas promovidas pela sua queima, dado que possuem caráter não renovável e poluente. Neste contexto, emerge a necessidade de diversificação da matriz energética, buscando novas fontes não convencionais de energia que possam minimizar tal problemática.

Para Bley Jr. (2015), uma das alternativas consideradas é o aproveitamento do biogás para a geração de energia, o qual é resultante da digestão anaeróbia de biomassas residuais. Entretanto, segundo um estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente em 2010, por conta da matriz energética estar fundamentada em hidrelétricas e dos altos custos dos investimentos quando comparados aos necessários para adoção de fontes tradicionais, não se incentivou tal geração no Brasil. Tal situação deixou de trazer o desenvolvimento de áreas econômicas e sociais, uma vez que a utilização do biogás como fonte de combustível pode ser economicamente viável devido à apropriação de receitas provenientes da venda da energia elétrica e da comercialização dos créditos de carbono.

Em geral, como levantado por Silva (2014), a composição do biogás é caracterizada por possuir porcentagem de metano (CH_4) aproximada entre 50 e 70 % e de dióxido de carbono (CO_2) entre 25 e 50 %. Além disso, segundo o mesmo autor, umidade e outros gases como nitrogênio (N_2) e sulfeto de hidrogênio (H_2S) se encontram presentes em até 7 %. Apesar de surgirem em pequenas quantidades, Colturato (2015) afirma que o sulfeto de hidrogênio e a umidade são elementos que comprometem a eficiência do gás e danificam o sistema de produção. À vista disso, embora citada a viabilidade econômica do biogás, a utilização deste está condicionada a essas porcentagens, onde, quanto mais insignificante for a presença desses

contaminantes, maior será a eficiência do gás e o rendimento do sistema de produção.

De acordo com Mainer et al. (2007), o sulfeto de hidrogênio ao ser oxidado gera dióxido de enxofre (SO_2), elemento altamente corrosivo e tóxico, que pode provocar a deterioração de uma superfície ou estrutura de algum material do sistema produtivo. Tal autor ainda cita que a queima do biogás como combustível, sem a remoção do H_2S , também gera SO_2 , o qual contribui na formação de chuvas ácidas, trazendo prejuízos ao meio ambiente. Outro contaminante citado é a umidade que, segundo Pecora (2006), também é um aspecto importante a se levar em consideração, dado que influencia na temperatura da chama, reduzindo o poder calorífico e os limites de inflamabilidade do biogás.

Frente a esta problemática, o desenvolvimento de processos tecnológicos para promover o aproveitamento desta fonte alternativa pode contribuir com a disseminação de seu uso. Segundo Cristiano (2015), um dos métodos mais viáveis é o uso de filtros com nanopartículas de óxido de ferro III (Fe_2O_3), as quais proporcionam uma maior área superficial, elevada eficiência, aumento da vida útil do leito e redução do H_2S gerado. Ao se tratar de umidade, a abordagem proposta por Simas (2008) afirma que o uso de sulfato de sódio anidro (H_2SO_4), devido suas propriedades desumidificantes, torna-se um método eficaz para remoção da mesma.

Desta maneira, levando em consideração tal conjuntura apresentada, a pesquisa vigente tem como objetivo qualificar os métodos supracitados, avaliando a eficiência destes quando comparadas as quantificações de H_2S presentes no biogás antes e depois da purificação promovida pelo nanofiltro a ser desenvolvido, além da desumidificação do mesmo.

2 | METODOLOGIA

O trabalho vigente possuiu o método de pesquisa baseado na divisão de processos, passando pela montagem do biodigestor caseiro, preparo da solução com biomassa, modelagem do nanofiltro e análise de resultados. A criação do biodigestor permitiu ao grupo obter um recipiente que, em condições físico-químicas adequadas, apresentasse a função de armazenamento da solução de biomassa preparada e respectiva geração de biogás.

Já a eficiência do nanofiltro redutor foi comprovada com o auxílio da técnica de espectroscopia por infravermelho e por meio da quantificação de níveis de H_2S reduzidos através do método da curva de calibração. Além disso, durante a caracterização dos materiais de filtragem, técnicas como Análise BET e Análise por Difração de Raios-X foram utilizadas com o objetivo de relatar as particularidades dos elementos.

2.1 Modelagem do biodigestor e biomassa utilizada

O biodigestor foi confeccionado artesanalmente, escolhendo o modelo do tipo batelada, visto como mais viável no quesito financeiro e de montagem. A abordagem

de Bonturi e Van Dijk (2012) cita que o biodigestor desse tipo é abastecido uma só vez, fermentando por um certo período, tornando-se mais adaptável quando há disponibilidade de temporadas mais longas. Para tal, um balde de polipropileno com capacidade de até 17 L foi escolhido como o recipiente de armazenagem da biomassa para produção de biogás.

Visando a entrada e saída de matéria, na tampa e no fundo do recipiente foram conectadas flanges de 50 mm de diâmetro, com seus respectivos caps para fechar o canal quando necessário. Além disso, uma outra flange de 20 mm de diâmetro na tampa foi coligada a um cano PVC de mesma medida, sendo ligado também a outro cano por meio de um joelho, viabilizando a passagem do gás. Um registro foi conectado no segundo canal para controle do fluxo gasoso. Outro tubo, também de 20 mm de diâmetro, foi conectado no registro e, na sua ponta, uma mangueira ligada a uma sacola de armazenagem, que permitiu a estocagem do biogás gerado.

Visando a conservação da temperatura constante, mesmo com condições climáticas adversas como chuvas ou ventos, foi criada uma proteção para o biodigestor. Uma estrutura de metal de dimensões 1,0 m x 0,82 m x 1,0 m foi coberta por um plástico de fina espessura, semelhante a uma estufa. Para monitoramento da temperatura da biomassa, na lateral do balde foi inserido um termômetro digital por meio de um furo. A Figura 1 ilustra o sistema de produção de biogás caseiro.



Figura 1. Recolhimento do biogás através do biodigestor caseiro

Para o preparo da biomassa responsável pela produção de biogás, utilizou-se uma proporção de aproximadamente 1 kg de esterco suíno para 1 kg de água. Tomando a densidade da água como 1 kg/L, a solução preparada continha 3,5 kg de esterco diluído em 3,5 L de água. O monitoramento do potencial hidrogeniônico (pH) foi feito por meio do papel indicador de pH, obtendo resultados esperados.

2.2 Desenvolvimento do nanofiltro

O objetivo principal do estudo foi desenvolver um nanofiltro com capacidade de adsorver o sulfeto de hidrogênio e a umidade do biogás. Para tal, um tubo cilíndrico de plástico com volume aproximado de 45 cm³ foi empregado como a carcaça que comporta as nanopartículas. Em suas extremidades, foram feitas adaptações para inserção de mangueiras que possibilitaram a entrada do gás a ser filtrado e sua respectiva saída.

O tubo de plástico foi preenchido com carvão ativado, nanopartículas de óxido de ferro III e sulfato de sódio anidro. A escolha pelo óxido de ferro é justificada por ser um eficiente método de remoção de sulfeto de hidrogênio, tendo níveis de eficiência maiores que 99 %, segundo o estudo de Cristiano (2015). Barbosa (2013) cita que os óxidos de ferro têm grande área superficial e boa capacidade de adsorção, além do baixo custo aliado à fácil obtenção na natureza.

A escala de tamanho das nanopartículas também influencia positivamente nas interações dos processos, sendo a técnica de Pechini utilizada como método de produção na pesquisa vigente. Para tal, primeiramente uma mistura de etileno glicol e ácido cítrico foi formada, aquecida posteriormente a uma temperatura de 75 °C e agitação constante. Depois de homogênea, sulfeto de ferro (FeS) foi adicionado e a temperatura foi elevada até 110 °C, constituindo o precursor polimérico de ferro. A proporção de massa utilizada foi de aproximadamente 31,7 % de etileno glicol, 47,7 % de ácido cítrico e 20,6 % de sulfeto de ferro. O precursor foi ao forno a uma temperatura de 350 °C durante quatro horas para a realização da pirólise. Por último, o material foi desaglomerado e levado ao forno para calcinação em uma temperatura de 750 °C por quinze horas.

O nanofiltro empregou carvão ativado como substrato. O estudo de Soares (1998) aponta que o carvão ativado tem alta capacidade de adsorção por conta de sua porosidade e área superficial, justificando sua utilização para remoção de impurezas em gases e líquidos. 2,7 g de nanopartículas de óxido de ferro III sintetizadas anteriormente foram dispersas em 40 ml de etanol e logo após foram misturadas a 27 g de carvão ativado sobre agitação constante, sendo encaminhado para secagem em estufa a 80 °C. Por fim, na saída do nanofiltro, pequenos pedaços de algodão com sulfato de sódio anidro foram inseridos, objetivando a diminuição da umidade, como já dito anteriormente. A Figura 2 mostra o nanofiltro redutor modelado.



Figura 2. Nanofiltro redutor de H_2S e umidade do biogás

A Análise BET foi realizada com o intuito de avaliar a área superficial das nanopartículas produzidas. As amostras foram separadas e levadas ao pré-tratamento, realizado a $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 20 horas e, logo após, levadas para a área de ensaio. A técnica consistiu na adsorção de gás nitrogênio (N_2) na amostra, devido ao aumento gradativo na pressão do gás. O volume de gás adsorvido foi medido após cada equilíbrio e, depois, foi realizada a dessorção. Por conseguinte, uma curva adsorção/dessorção foi obtida, permitindo o cálculo da área superficial.

A Análise por Difração de Raios-X consiste na difração de ondas de raioX monocromático que incidem em uma amostra, sendo a radiação refletida por cada um dos planos de átomos paralelos. Os difratogramas de raios-X (DRX) foram adquiridos por meio de amostras em pó no difratômetro Rigaku Geigerflex, permitindo verificar as fases cristalinas de cada um dos materiais utilizados e a definição do material, sendo o mesmo cristalino ou amorfo. Tal análise proporcionou também a avaliação da composição química, observando a impregnação das nanopartículas de óxido de ferro.

2.3 Testes para Verificação da Eficiência

A eficácia do filtro modelado foi avaliada através da técnica de espectroscopia por infravermelho (IR), além da quantificação dos níveis de sulfeto de hidrogênio por meio da curva de calibração. Primeiramente, tomando como base para fins de comparação, a análise espectrométrica do biogás puro, sem passar pelo filtro, foi feita. Posteriormente, o gás atravessou o filtro, sendo coletado logo após para mesma análise, verificando assim a amostra filtrada.

As porções gasosas foram inseridas no espectrômetro Nicolet iS 10 FTIR da Thermo Fisher Scientific e suas respectivas espectrometrias analisadas por meio do software OMNIC. Os números de onda e as absorções foram estudadas, relacionando tais dados com cada elemento constituinte do biogás.

De acordo com Skoog et al. (2006), a calibração é um processo de comparação, na qual uma medida analítica quantitativa objetiva determinar a quantidade de uma certa espécie em uma massa ou volume definido de alguma amostra. Para gerar a curva analítica, uma solução concentrada de azul de metileno $1,5 \text{ mol/m}^3$ em etanol foi utilizada como solvente. Para o soluto, concentrações de H_2S em ppb foram preparadas com os seguintes valores: 5; 15; 30; 45 e 60. Com as soluções preparadas, em um béquer foi colocado 10 ml da solução de azul de metileno, sendo tal recipiente fechado com uma tampa de borracha. Com o auxílio de uma seringa, a concentração de 5 ppb de H_2S foi adicionada a solução. O béquer foi levado ao ultrassom por 5 min e assim sucessivamente para cada padrão de sulfeto de hidrogênio. As absorvâncias dos padrões foram medidas por meio de espectrofotometria ultravioleta visível à 653 nm através do espectrofotômetro Evolution 220 da Thermo Scientific. Por último, a curva foi gerada por meio do software Origin através dos valores adquiridos experimentalmente e, assim, os níveis de H_2S reduzidos foram calculados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os estudos experimentais foram conduzidos com o objetivo de fornecer futuros dimensionamentos do sistema de purificação de biogás apresentado. Dado isso, no primeiro momento, analisou-se as características físico-químicas da biomassa utilizada. Seguidamente, foi realizada a caracterização do substrato de carvão ativado utilizando técnicas citadas na metodologia. E, por fim, obteve-se os espectros do biogás antes e após filtragem.

3.1. Parâmetros físico-químicos para produção de biogás

Como abordado por Débora Mafacioli (2012), uma vez que a digestão anaeróbica é realizada por bactérias, os fatores que afetam a sobrevivência das mesmas influenciam diretamente na formação do biogás. Tais fatores são temperatura, pH, teor de água e impermeabilidade ao ar. A temperatura exerce influência sobre a velocidade do processo, onde, segundo Lucas Júnior (1994), quanto maior a temperatura, mais veloz a reação. No entanto, este autor afirma ainda que há uma temperatura limite para sobrevivência das bactérias e, por isso, a maioria dos biodigestores operam numa faixa de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $45 \text{ }^\circ\text{C}$, não necessitando de custos de aquecimento. Em relação ao pH, Cassini (2003) afirma que as bactérias sobrevivem em uma faixa de 6,5 a 8,0. Este mesmo autor ainda aborda sobre o teor de água – que deve estar presente entre 60 % a 90 % – e a necessidade de impermeabilidade ao ar devido às características das bactérias responsáveis pela digestão, as quais são essencialmente anaeróbicas. Logo, se expostas ao oxigênio, irão produzir dióxido de carbono.

Em vista disso, o biodigestor confeccionado permaneceu hermeticamente fechado e teve sua temperatura monitorada pelo termômetro, o qual demonstrou

variações entre 37 °C a 42 °C. Nos testes com o papel indicador de pH, o resultado obtido foi 7,0, ou seja, a solução estava neutra. Já em relação ao teor de água, procurou-se manter a proporção de 1:1 na preparação da solução (água e dejetos suíno), pois, somando a quantidade de água adicionada e a quantidade que já estava presente nos dejetos, o teor de água estaria na faixa adequada.

3.2. Caracterização do substrato de carvão ativado composto no nanofiltro

Para caracterização do substrato de carvão ativado foram utilizadas técnicas tais como Análise Difração de Raios-X e Análise BET.

A Análise Difração de Raios-X permitiu a emissão de um difratograma de raios-X (DRX), que possibilitou verificar a estrutura do substrato de carvão ativado impregnado com as nanopartículas de óxido de ferro. A Figura 3 representa o difratograma obtido para a amostra analisada.

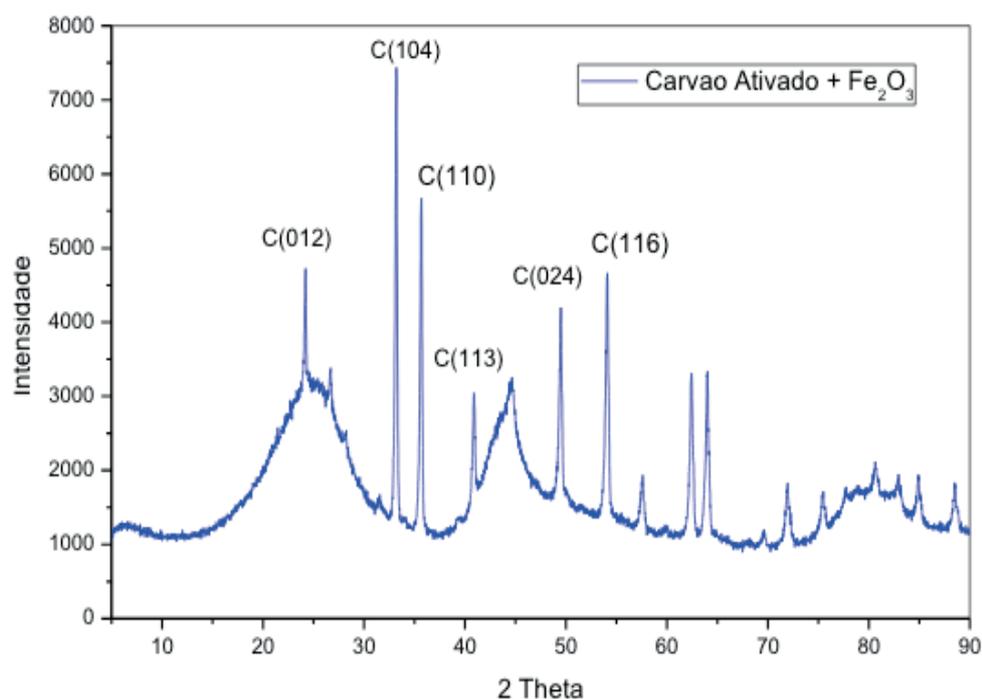


Figura 3. Difratograma do carvão ativado impregnado com nanopartículas de óxido de ferro

O estudo de Fenfen Xu (2013) aborda o DRX correspondente ao óxido de ferro. Tal estudo demonstra os picos característicos deste composto, que estão localizados em [012, 104, 110, 113, 024, 116]. Desta maneira, observando a figura acima, foi possível encontrar os planos cristalinos correspondentes ao óxido de ferro, confirmando a impregnação das nanopartículas no carvão ativado.

Na análise BET, pôde-se caracterizar o material utilizado levando em consideração a área superficial, a qual se apresentou em 811,65 m²/g. Assim, considerando o fato de que a área superficial influencia o processo adsorptivo, a associação das nanopartículas e carvão ativado demonstrou-se eficiente, permitindo comprovar os estudos de Barbosa (2013) e Soares (1998) mencionados anteriormente, os quais

abordam respectivamente sobre área superficial do óxido de ferro e do carvão ativado influenciando no processo de filtração.

3.3. Verificação da eficiência do nanofiltro

Como citado previamente, após obtida a produção de biogás, foram realizadas análises espectrométricas a fim de certificar-se sobre a composição deste antes e depois da filtração. Tal análise permite um estudo qualitativo dos compostos, no qual as bandas obtidas no espectrômetro representam a vibração das moléculas a um certo comprimento de onda. O tamanho e área das bandas também indicam a concentração dos compostos – quanto maior os picos, maior a concentração. Dessa maneira, é possível saber os grupos funcionais e os componentes presentes na amostra.

Conforme Linstrom (2010), as regiões em torno de 3750 cm^{-1} , 2800 cm^{-1} , 1320 cm^{-1} e 1250 cm^{-1} são associadas às vibrações de deformação axial nos átomos de hidrogênio ligados a enxofre, sendo estas referentes ao sulfeto de hidrogênio. Além disso, os picos em torno de 1740 cm^{-1} e 1460 cm^{-1} são relacionados à umidade.

Assim, observou-se a caracterização do biogás original, isto é, antes de passar pelo nanofiltro. A Figura 4 mostra o espectro obtido.

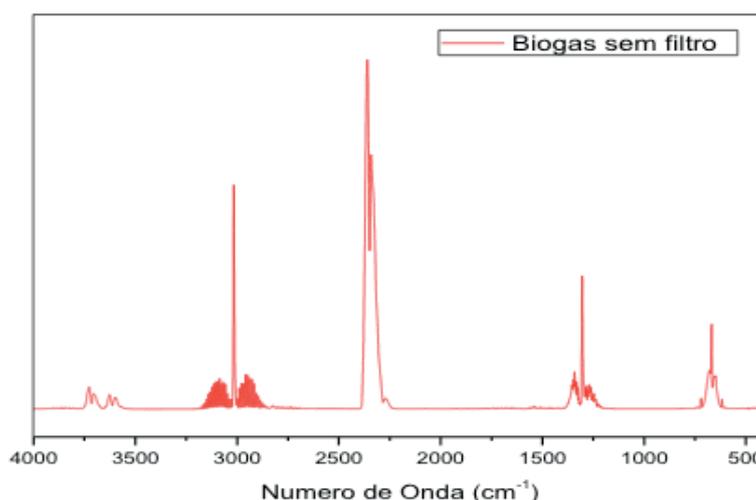


Figura 4. Espectroscopia IR do biogás não filtrado

De mesma forma, analisou-se a espectroscopia do biogás filtrado. A Figura 5 apresenta o resultado dessa análise.

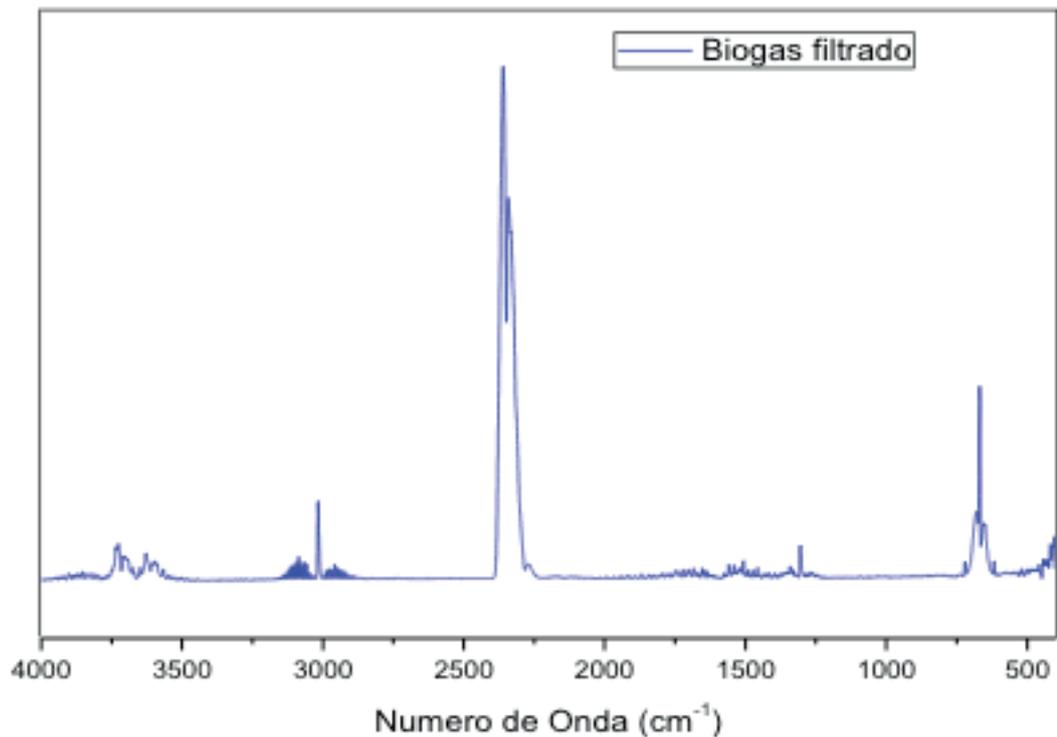


Figura 5. Espectroscopia IR do biogás filtrado

É perceptível a redução dos níveis de H_2S e umidade quando observados nos gráficos acima os números de onda apresentados, uma vez que, como supracitado, a adsorção na região em torno de 1250 cm^{-1} é associada ao sulfeto de hidrogênio. Congruente a isso, a diminuição das bandas próximas ao pico de 1460 cm^{-1} comprova o decréscimo da umidade presente no biogás.

Além disso, foi analisada a quantificação do sulfeto de hidrogênio reduzido, motivada pela passagem do gás através do nanofiltro. A curva plotada é apresentada na Figura 6, na qual foi utilizada como base de cálculo para ponderação mais precisa da eficiência do nanofiltro estudado.

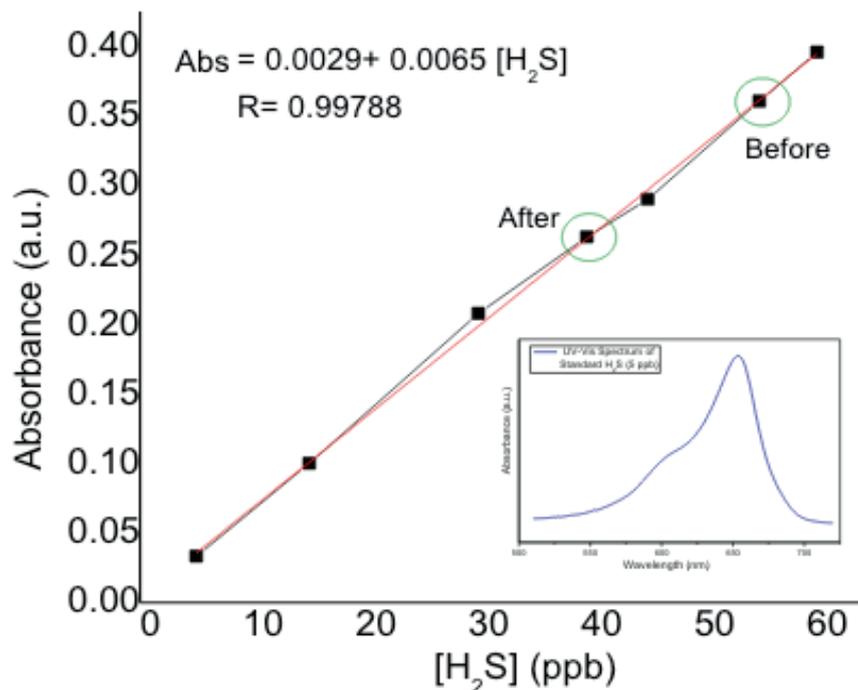


Figura 6. Curva de calibração baseada na presença de H₂S

Analisando a equação da figura acima, a qual rege a absorbância de H₂S, considerando o fator de diluição quando a solução de azul de metileno foi preparada e substituindo os valores de concentração, é possível provar a redução de sulfeto de hidrogênio. Os dados correspondentes podem ser encontrados na Tabela 1.

Nanofiltro	Absorbância	Concentração de H ₂ S (ppb)	Fator de diluição	Total de H ₂ S (%)
Antes	0,36	55	2 x 10 ⁵	1,1
Depois	0,26	40	2 x 10 ³	0,0088

Tabela 1. Presença de H₂S antes e depois da filtragem pelo nanofiltro

A Equação 1 mostra a adsorção de H₂S usando valores em porcentagem do sulfeto de hidrogênio presentes no biogás antes e depois de filtrar.

$$H_2S_{\text{ads}} = (1,1 - 0,0088)\% = 1,0912\% \quad (1)$$

Levando em conta que antes havia 1,1% de H₂S no biogás e que foram absorvidos 1,0912%, o filtro provou uma eficiência de 99,2% em matéria de sulfeto de hidrogênio.

4 | CONCLUSÕES

Após aprofundamento teórico, modelagem do nanofiltro redutor e diagnóstico de resultados é possível afirmar a eficiência da pesquisa vigente. A análise espectrométrica comprova significativa redução da presença de umidade do biogás após passagem pelo nanofiltro. Comparando os resultados com o estudo da literatura, é possível relacionar

a desumidificação com a presença de sulfato de sódio anidro entre os constituintes do nanofiltro.

No que tange ao H₂S, os níveis de absorvância visíveis na espectrometria aliados ao cálculo comparativo por meio da curva de calibração demonstram resultados expressivos. É comprovado desta forma a eficiência da síntese de nanopartículas de óxido de ferro III, por meio do método de Pechini, impregnadas ao carvão ativado.

Por conseguinte, o nanofiltro modelado aplica-se às necessidades atuais no panorama da geração de energia por meio da biomassa. O objetivo principal contempla aliar uma maior eficiência do gás gerado ao aumentar o poder calorífico a partir da desumidificação do mesmo com a diminuição do desgaste das peças pela redução de poluentes como sulfeto de hidrogênio e dióxido de enxofre. Conseqüentemente, a viabilidade do nanofiltro é comprovada ao relacionar os resultados encontrados na literatura com os adquiridos por meio dos experimentos supracitados.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, P. R. M. **Aplicação de óxidos de ferro peletizados como adsorvente para a remoção de arsênio dissolvido em água.** *Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – Universidade Federal de Santa Catarina*, p. 23-24, 2013.

BLEY JR, C. **Biogás: a energia invisível.** São Paulo: CIBiogás/Ed. Abril/Itaipu Binacional, 2014.

BONTURI, G. D. L., DIJK, M. V. **Instalação de biodigestores em pequenas propriedades rurais: análise de vantagens socioambientais.** *Curso de Graduação em Engenharia Mecânica – UNICAMP*, p. 5-6, 2012.

CASSINI, T. S. **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás.** *Rio de Janeiro: ABES*, p. 123-125, 2003.

COLTURATO, L. F. D. B. **Dessulfuração de biogás da metanização da vinhaça: uma nova abordagem para remoção de altas concentrações de H₂S.** *Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte*, p. 28-39, 2015.

CRISTIANO, D. M. **Remoção de H₂S com óxido de ferro nanoestruturado para fins de purificação de biogás.** *Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis*, p. 28-30, 2015.

LINSTROM, P. J.; MALLARD, W. G. NIST Chemistry WebBook, **NIST Standard Reference Database Number 69.** *National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD*, 20899, 2010.

LUCAS JÚNIOR, J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios.** *Tese (Livre-Docência). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal*, 1994.

MAFACIOLLI, D. **Produção de biogás através do processo de digestão anaeróbia utilizando dejetos de aves de postura com suplementação de glicerina bruta.** *Tese – Programa de Graduação em Engenharia Ambiental – Centro Universitário UNIVATES. Lajeado*, p. 37-39, 2012.

MAINIER, F. B.; SANDRES, G. C.; MAIOR TAVARES, S. S. **Corrosão por sulfeto de hidrogênio (H₂S) e suas implicações no meio ambiente e na segurança industrial.** *8º Congresso*

Iberoamericano de Engenharia Mecânica. Cuzco, Peru, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Estudo sobre o potencial de geração de energia a partir de resíduos de saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável.** *Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. São Paulo, p. 37-38, 2010.*

PECORA, V., **Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP – Estudo de Caso (Dissertação de Mestrado).** *Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo. 2006.*

SILVA, I. A. **Produção de biogás em sistemas de produção de leite de bovinos, com e sem separação de sólidos nos substratos.** *Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Energia – Universidade Federal do ABC. Santo André, p. 19-21, 2014.*

SIMAS, A. S. L. **Produção de biodiesel a partir de óleos vegetais virgens e usados, comparando transesterificação básica e enzimática.** *Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Bioenergia – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, p. 48-49, 2008.*

SKOOG, D. A., WEST, D. M., HOLLER, F., CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica.** Pioneira Thomson Learning, 2006.

SOARES, J. L. **Remoção de corantes têxteis por adsorção em carvão mineral ativado com alto teor de cinzas.** *Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, p. 9-11, 1998.*

XU, F. **A chemical composition evolution for the shape-controlled synthesis and energy storage applicability of Fe₃O₄/C nanostructures.** *Electronic Supplementary Material (ESI) for CrystEngComm. The Royal Society of Chemistry 2013.*

SOBRE O ORGANIZADOR

Henrique Ajuz Holzmann: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumina-zircônia 154, 156

Aptasensor 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 87, 88, 91, 92, 93

Área específica 108, 115, 116, 117, 142, 143

B

Biogás 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35

Biomateriais 74, 75, 209

C

CdTe/CdSe 161, 162, 163, 164, 165, 168, 169, 170

Compósito 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Conversão 108, 110, 112, 115, 116, 118

E

Eletrofiação 73, 74, 75, 77, 79, 80, 81, 83, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 131

Eletroquímica 52, 53, 55, 57, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 87, 88, 89, 91, 92, 189

Engenharia tecidual 74

Espaçamento de fibra 1

F

Fase Anatase 133, 135, 136, 140, 141, 142, 143

Fator de Qualidade 146, 147, 151, 152

Fibra de Juta 10, 12, 22

Fibra de vidro 10, 12, 13, 20, 21

Fibras de carbono 36, 37, 38, 40, 49

Fibras de sisal 1, 2, 3, 7, 14

Fibras naturais 1, 2, 10, 11, 12, 13, 21

Filtro 23, 28, 33, 97

Fosfato metálico 133

Fotocatálise 133, 134, 135, 142, 144

G

Gelatina 108, 110, 111

Genossensores 64, 65, 66

H

H₂S 23, 24, 25, 28, 29, 32, 33, 34

Híbrido 10, 13, 21

I

Indutores Internos 146, 151

L

Laminados 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21

LaNiO₃ 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131

M

Meniscos 73, 74, 75, 80, 81, 83

Microdomínios 36, 38, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 49

N

Nanocompósito 96, 99, 101, 104, 105

Nanocristais 162

Nanopartículas de Ouro 63, 66, 68

Nanotubo de carbono 51, 87

Neuroesquistossomose 63, 64, 65, 70, 71, 72

Núcleo/casca 162

O

Ocratoxina A 51, 52, 87, 88

Óxido de zinco 51, 52, 54, 87, 89, 90, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 106, 205, 206

P

Pechini 23, 24, 27, 34, 108, 109, 110, 111, 118

Perovskita 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 120

Piche mesofásico 36, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49

Poli(ácido láctico) 96, 97

Propriedades mecânicas 1, 2, 5, 10, 12, 13, 21, 36, 37, 38, 49, 75, 83, 97, 98, 104, 106, 154, 155, 156, 158, 159, 209

R

Rádio Frequência 146, 147

S

Síntese coloidal 162

Sol-Gel 122, 132, 133, 134, 136, 144

T

Teoria mesoscópica do contínuo 36, 39

U

Umidade 12, 14, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 32, 33, 52, 77, 97, 123, 137, 230, 239, 240, 241

