



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências e da Terra e Engenharias 2


Ano 2019

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

Atena Editora
2019

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-641-6 DOI 10.22533/at.ed.416192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O livro “**Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 2º volume 35 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A MATEMÁTICA PRATICADA EM ESCOLAS PAROQUIAIS LUTERANAS DO RS E REVELADA EM CADERNOS ESCOLARES DA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX	
Malcus Cassiano Kuhn	
DOI 10.22533/at.ed.64819103091	
CAPÍTULO 2	15
A QUALIDADE DO AR NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO FUNDAMENTAL: IMPORTÂNCIA E EXEMPLOS PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO	
Maria Eduarda Palheiros Vanzan	
Raquel Mac-Cormick Franco	
Luiz Francisco Pires Guimarães Maia	
DOI 10.22533/at.ed.64819103092	
CAPÍTULO 3	24
NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE COBRE (II): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, MORFOLÓGICAS E TÉRMICAS PARA APLICAÇÃO EM CATÁLISE	
Maria Iaponeide Fernandes Macêdo	
Pedro Luiz Ferreira de Sousa	
Karine Loíse Corrêa Conceição	
Neyda de la Caridad Om Tapanes	
Roberta Gaidzinski	
DOI 10.22533/at.ed.64819103093	
CAPÍTULO 4	35
A ROBOTICA EDUCACIONAL LIVRE COMO METODOLOGIA ATIVA PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS	
Elcio Schuhmacher	
Vera R. N. Schuhmacher	
DOI 10.22533/at.ed.64819103094	
CAPÍTULO 5	49
ANÁLISE DA PERFORMANCE DE METODOLOGIAS NUMÉRICAS DE SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE TRANSPORTE DE NÉUTRONS EM GEOMETRIA UNIDIMENSIONAL SLAB NA FORMULAÇÃO DE ORDENADAS DISCRETAS	
Rafael Barbosa Libotte	
Hermes Alves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.64819103095	
CAPÍTULO 6	59
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SOLUBILIDADE DE ELEMENTOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Eduardo Baudson Duarte	
Amanda Péres da Silva Nascimento	
Mirna Aparecida Neves	
Diego Lang Burak	
DOI 10.22533/at.ed.64819103096	

CAPÍTULO 7	68
ANÁLISE DE IMAGENS EM ESCALAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET	
Francisco Edcarlos Alves Leite	
Marcos Vinícius Cândido Henriques	
DOI 10.22533/at.ed.64819103097	
CAPÍTULO 8	78
ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS COM ÊNFASE EM MEIO FÍSICO NA IMPLANTAÇÃO DE UMA BARRAGEM EM ATERRO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA/MG	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.64819103098	
CAPÍTULO 9	86
APLICAÇÃO DA JUNÇÃO DA PLATAFORMA LIVRE SCILAB E ARDUINO PARA CONTROLE DE pH	
Annanda Alkmim Alves	
Luiz Fernando Gonçalves Pereira	
Letícia Lopes Alves	
Saulo Fernando dos Santos Vidal	
Daniel Rodrigues Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.64819103099	
CAPÍTULO 10	94
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CERVEJA PARA A ADSORÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM EM EFLUENTE AQUOSO	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
Taynara Mara Vieira	
Rodinei Augusti	
Kelly Beatriz Vieira Torres Dozinel	
Ana Cláudia Bernardes Silva	
Cristiane Medina Finzi Quintão	
DOI 10.22533/at.ed.648191030910	
CAPÍTULO 11	105
REAÇÕES DE BIOTRANSFORMAÇÃO PROMOVIDAS PELO FUNGO ENDOFÍTICO <i>Aspergillus Flavus</i>	
Lourivaldo Silva Santos	
Marivaldo José Costa Corrêa	
Williams da Siva Ribeiro	
Manoel Leão Lopes Junior	
Raílda Neyva Moreira Araújo Cabral	
Fabiane da Trindade Pinto	
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon	
Haroldo da Silva Ripardo Filho	
Carlos Vinicius Machado Miranda	
Jéssica de Souza Viana	
DOI 10.22533/at.ed.648191030911	

CAPÍTULO 12 116

AUTOMETÁTESE DO DL-KAVAIN, RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE CATALÍTICA E IMPEDIMENTO ESTÉRICO DO SUBSTRATO

Thais Teixeira da Silva
Vanessa Borges Vieira
Aline Aparecida Carvalho França
Talita Teixeira da Silva
Mayrla Letícia Alves de Oliveira
Roberta Yonara Nascimento Reis
Maria de Sousa Santos Bezerra
Fabiana Matos de Oliveira
José Milton Elias de Matos
Benedito dos Santos Lima Neto
José Luiz Silva Sá
Francielle Aline Martins

DOI 10.22533/at.ed.648191030912

CAPÍTULO 13 128

BIOPROSPECÇÃO DE ENZIMAS PRODUZIDAS POR FUNGOS DECOMPOSITORES ISOLADOS DE DETRITOS VEGETAIS DE RIACHOS DA REGIÃO DE FOZ DO IGUAÇU-PR

Caroline da Costa Silva Gonçalves
Maria Lair Sabóia de Oliveira Lima
Rafaella Costa Bonugli-Santos
Felipe Justiniano Pinto
Daniele da Luz Silva
Ana Letícia Fernandes
Renato Malveira Carreiro do Nascimento
Mariana Gabriely da Silva Menezes

DOI 10.22533/at.ed.648191030913

CAPÍTULO 14 138

AÇÃO E IMPACTO DE *MIDDLEBOXES* PRESENTES NA *WORLD WIDE WEB*

Adenes Sabino Schwantz
Bruno Borsatti Chagas

DOI 10.22533/at.ed.648191030914

CAPÍTULO 15 144

VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO DE RUTINA E QUERCETINA NAS FOLHAS DE *Senna acuruensis*

Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Luanda Ferreira Floro da Silva
Gerardo Magela Vieira Júnior
Ruth Raquel Soares de Farias
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.648191030915

CAPÍTULO 16 157

CLASSIFICAÇÃO TERMODINÂMICA DAS RADIOSSONDAGENS DE BELÉM DURANTE OS ANOS DE 2014 E 2015

Silvia Adriane Elesbão
Alfredo Quaresma da Silva Neto
Maria Aurora Santos da Mota

DOI 10.22533/at.ed.648191030916

CAPÍTULO 17 170

COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Psidium* (MYRTACEAE) DA AMAZÔNIA

Renan Campos e Silva
Joyce Kelly do Rosário da Silva
Rosa Helena Veras Mourão
José Guilherme Soares Maia
Pablo Luis Baia Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.648191030917

CAPÍTULO 18 182

CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA E DA ANÁLISE NÃO LINEAR NO PROJETO PRELIMINAR DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO PARA ESTUDO DE VIABILIDADE

Wagner de Sousa Santos
Rafael Marcus Schwabe

DOI 10.22533/at.ed.648191030918

CAPÍTULO 19 195

DESENVOLVIMENTO DE UMA MEMBRANA BIODEGRADÁVEL CONTENDO ÓLEO DE COPAÍBA (*copaifera spp*) OBTIDA POR ELETROFIAÇÃO

João de Deus Pereira de Moraes Segundo
Maria Oneide Silva de Moraes
Tainah Vasconcelos Pessoa
Rosemeire dos Santos Almeida
Ivanei Ferreira Pinheiro
Karen Segala
Walter Ricardo Brito
Marcos Akira d'Ávila

DOI 10.22533/at.ed.648191030919

CAPÍTULO 20 204

EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS E ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Ana Beatriz Alves de Araújo
Isaac Alves da Silva Freitas
Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel
Ricardo Alves Maurício
Clédson Lucena de Araújo
Fiama Raissa Coelho Pereira
Eduardo Maurício Gadelha
Geovanna Maria Andrade de Oliveira
Lígia Raquel Rodrigues Santos
Matheus Monteiro da Silva
Raniere Fernandes Costa
Walesca Ferreira de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.648191030920

CAPÍTULO 21 214

ESTUDO CATALÍTICO DA POLIMERIZAÇÃO RADICALAR MEDIADA POR [Ni^{II}(N-SALICILIDENO-CICLOOCTILAMINA)₂] EM ACETATO DE VINILA E METACRILATO DE METILA

Talita Teixeira da Silva
Yan Fraga da Silva
Manoel Henrique dos Santos Galvão
Thais Teixeira da Silva
Sâmia Dantas Braga
Maria das Dores Alves de Oliveira
Juliana Pereira da Silva
Cristina Vidal da Silva Neta
João Clécio Alves Pereira
Geraldo Eduardo da Luz Júnior
Valdemiro Pereira de Carvalho Júnior
Nouga Cardoso Batista

DOI 10.22533/at.ed.648191030921

CAPÍTULO 22 228

DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL E ORGÂNICO EM AMOSTRAS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS DO ESTADO DO PARÁ

Brenda Tayná Silva da Silva
Kelly das Graças Fernandes Dantas

DOI 10.22533/at.ed.648191030922

CAPÍTULO 23 241

AValiação da Secagem da Casca de Mangostão (*Garcinia mangostana* L.) em Diferentes Ambientes

Gabriela Nascimento Vasconcelos
Elza Brandão Santana
Rafael Alves do Nascimento
Elisangela Lima Andrade
Lorena Gomes Corumbá
Lênio José Guerreiro de Faria
Cristiane Maria Leal Costa

DOI 10.22533/at.ed.648191030923

CAPÍTULO 24 254

FAKE NEWS: UM PROBLEMA MIDIÁTICO MULTIFACETADO

Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.648191030924

CAPÍTULO 25 268

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE EM TANQUES DE NÍVEL DISPOSTOS DE FORMA NÃO-ITERATIVA

Luiz Fernando Gonçalves Pereira
Fernando Lopes Santana
Mario Luiz Pereira Souza
Renan Zuba Parrela
Saulo Fernando dos Santos Vidal

DOI 10.22533/at.ed.648191030925

CAPÍTULO 26	280
IMPROVING URBAN MOBILITY THROUGH A BUS COLLABORATIVE SYSTEM	
Fábio Rodrigues de la Rocha	
Ramon Tramontin	
DOI 10.22533/at.ed.648191030926	
CAPÍTULO 27	286
GRAPPHIA: UMA FERRAMENTA <i>M-LEARNING</i> PARA ENSINO DA ORTOGRAFIA	
Luciana Pereira de Assis	
Adriana Nascimento Bodolay	
Luiz Otávio Mendes Gregório	
Magno Juliano Gonçalves Santos	
Alessandro Vivas Andrade	
Pedro Henrique Cerqueira Estanislau	
Gilberto Carvalho Lopes	
Daniela Perri Bandeira	
DOI 10.22533/at.ed.648191030927	
CAPÍTULO 28	296
LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DISPONÍVEIS PARA O ESTUDO DE ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	
Marcos Vinicius Santos da Silva	
Márcio Augusto Tamashiro	
Kaisson Teodoro de Souza	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Humberto Rodrigues Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.648191030928	
CAPÍTULO 29	303
METODOLOGIA DE PURIFICAÇÃO DA GLICERINA GERADA COMO COPRODUTO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Paulo Roberto de Oliveira	
Elise Ane Maluf Rios	
Fernanda Joppert Carvalho de Souza	
Renan Vidal Viesser	
Patrick Rodrigues Batista	
DOI 10.22533/at.ed.648191030929	
CAPÍTULO 30	316
NÍVEL DE VIBRAÇÃO LOCALIZADA EM UM DERRIÇADOR MECÂNICO PORTÁTIL UTILIZADO NO CAFEEIRO	
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior	
Irlon de Ângelo da Cunha	
Adriano Bortolotti da Silva	
Raphael Nogueira Rezende	
Luana Elís de Ramos e Paula	
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho	
Paulo Henrique de Siqueira Sabino	
DOI 10.22533/at.ed.648191030930	

CAPÍTULO 31	323
O ENSINO NA MODALIDADE EAD: PERSPECTIVAS SOBRE O PROCESSO EDUCATIVO NA MATEMÁTICA	
Lucilaine Goin Abitante Máriele Josiane Fuchs Elizângela Weber Cláudia Maria Costa Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.648191030931	
CAPÍTULO 32	335
O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO APOIO AO ENSINO E APRENDIZADO: UMA ABORDAGEM BASEADA NO BYOD	
Claudiany Calaça de Sousa Ennio Willian Lima Silva	
DOI 10.22533/at.ed.648191030932	
CAPÍTULO 33	352
COMPUTATIONAL METHOD H_{∞} APPLIED TO DEXTEROUS HAND MASTER - DHM	
Rildenir Silva Ivanildo Abreu Cristovam Filho	
DOI 10.22533/at.ed.648191030933	
CAPÍTULO 34	363
ÓXIDO DE CÁLCIO (CaO) OBTIDO POR PRECIPITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA COMERCIAL	
Roberto Ananias Ribeiro Fernanda Barbosa Damaceno	
DOI 10.22533/at.ed.648191030934	
CAPÍTULO 35	374
PHOTOELECTROCATALYSIS PROPERTIES OF $CUWO_4$ POROUS FILM UNDER POLYCHROMATIC LIGHT	
Aline Estefany Brandão Lima Roberta Yonara Nascimento Reis Maria Joseíta dos Santos Costa João Paulo Carvalho Moura Luis Jefferson da Silva Reginaldo da Silva Santos Laécio Santos Cavalcante Elson Longo da Silva Geraldo Eduardo da Luz Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.648191030935	
SOBRE O ORGANIZADOR	384
ÍNDICE REMISSIVO	385

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CERVEJA PARA A ADSORÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM EM EFLUENTE AQUOSO

Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo

Universidade Federal de São João Del Rei –
Departamento de Química, Biotecnologia e
Engenharia de Bioprocessos – Ouro Branco - MG

Taynara Mara Vieira

Universidade Federal de São João Del Rei –
Departamento de Engenharia Química – Ouro
Branco – MG

Rodinei Augusti

Universidade Federal de Minas Gerais –
Departamento de Química – Belo Horizonte - MG

Kelly Beatriz Vieira Torres Dozinell

Universidade Federal de São João Del Rei -
Departamento de Física e Matemática – Ouro
Branco – MG

Ana Cláudia Bernardes Silva

Universidade Federal de São João Del Rei –
Departamento de Química, Biotecnologia e
Engenharia de Bioprocessos – Ouro Branco - MG

Cristiane Medina Finzi Quintão

Universidade Federal de São João Del Rei –
Departamento de Engenharia Química – Ouro
Branco – MG

RESUMO: O corante índigo carmim é um corante sintético de cor azul amplamente utilizado nas indústrias farmacêutica, têxtil e alimentícia. Tem como característica uma estrutura química estável, o que lhe confere uma persistência no meio aquoso, sendo difícil sua remoção pelos métodos tradicionais de

tratamento de efluentes. O resíduo da cerveja é um resíduo industrial abundante no Brasil e no presente trabalho, aborda-se a utilização deste material como bioissorvente alternativo de baixo custo para a remoção do índigo carmim em solução aquosa. A biomassa proveniente da fabricação da cerveja foi utilizada in natura, na forma de biocarvão e como biocarvão submetido a tratamento químico com HCl. Estes três bioissorventes foram testados na remoção do corante em solução. Para os testes de adsorção, realizou-se um planejamento fatorial, em que as variáveis avaliadas foram o tempo e o pH do meio. Todos os bioissorventes foram efetivos na remoção do índigo carmim em solução. Entretanto, o biocarvão tratado com HCl mostrou-se mais eficiente no processo de adsorção. Verificou-se que em menores valores de pH, maiores porcentagens de adsorção ocorreram, o que já era previsto, uma vez que o índigo carmim é um corante aniônico.

PALAVRAS-CHAVE: corante índigo carmim; resíduo de cerveja; adsorção.

INDIGO CARMINE DYE REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING BEER RESIDUE AS BIOSORBENT

ABSTRACT: The indigo carmine dye is a blue color synthetic dye widely used in

pharmaceutical, textile and food industries. Its characteristic is a stable chemical structure, which gives it a persistence in the aqueous medium, making it difficult to be removed by traditional methods of effluent treatment. The residue of beer is an abundant industrial residue in Brazil and in this present work, the use of this material as a low cost alternative biosorbent to remove indigo carmine in the aqueous medium. The biomass from the brewing was used in natura, in the form of biochar and as biochar under chemical treatment with HCl. These three biosorbents were tested on the removal of the dye in the solution. To the adsorption test, a factorial planning was made, in which the evaluated variables were the time and pH of the medium. All the biosorbents were effective on removing indigo carmine out of the medium. However, the biochar treated with HCl proved to be more efficient in the adsorption process. It was found that at lower pH values, highest percentages of adsorption occurred, which was already predicted, since indigo carmine is an anionic dye.

KEYWORDS: indigo carmine dye; beer residue; adsorption.

1 | INTRODUÇÃO

O corante Índigo é um importante corante utilizado nas indústrias têxteis, de alimentos, cosméticos e eletrônicos. Apresenta grande empregabilidade, devido a sua baixa solidez, boa resistência à abrasão, à lavagem e ao alvejamento. Grandes quantidades do índigo são perdidas durante a produção industrial tendo como destino final o meio ambiente (Guaratini et. al., 2000). Entretanto, sua estrutura molecular complexa (Figura 01) o torna estável quimicamente e mais resistente aos processos de biodegradação e remoção empregados comumente no tratamento de efluentes (Andrade et al., 2016).

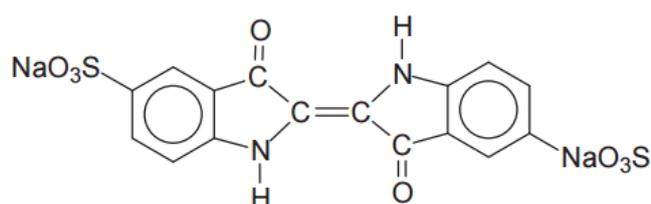


Figura 01 – Estrutura molecular do corante índigo carmin

Diversos problemas existem nos efluentes contendo corantes, especialmente a dificuldade de remoção da cor intensa ocasionada pela presença dos mesmos. Recentemente têm surgido pesquisas para tratamento de efluentes de forma sustentável. Um dos mais satisfatórios processos de tratamento de efluentes aquosos, incluindo baixo custo, facilidade operacional e alta seletividade, é a adsorção. Os processos adsortivos podem manter grandes vazões e produzir efluentes de alta qualidade. (Procópio, 2017; Santos, 2013; Oliveira et al., 2019).

Durante o processo de fabricação da cerveja, ocorre a etapa de filtração do mosto, que compreende a separação do bagaço – parte sólida – da parte líquida do

mosto. O bagaço, desta forma, é separado, já sem utilidade para a fabricação de novas cervejas. Parte deste bagaço pode ser usado na culinária, para a obtenção de pães, roscas e outros quitutes. Entretanto, mesmo utilizando este bagaço para alimentação, grande parte do mesmo é descartado como rejeito pelas cervejarias. Deste modo, este trabalho propõe utilizar os resíduos cervejeiros para avaliar sua capacidade de remoção do corante índigo carmim em meio aquoso, agregando maior valor residual a este subproduto.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparo da biomassa de cerveja

Os resíduos sólidos da cerveja artesanal produzida no Campus Alto Paraopeba da Universidade Federal de São João Del Rei, foram secos em estufa por 24h a 90°C. Subseqüentemente, estes resíduos foram macerados com auxílio de grau e pistilo e divididos em 2 partes: uma deixada in natura e outra pirolisada em forno a 800°C por uma hora na ausência de oxigênio para formação de biocarvão. Posteriormente, parte do biocarvão formado foi tratado quimicamente por HCl. Para isso, 5 g do biocarvão foram pesados e mantidos sob agitação por 24 h em quantidade suficiente de HCl concentrado para a agitação. Após este processo, o material foi filtrado em papel de filtro e lavado com água destilada até atingir o pH entre 5 e 6, e logo após, levado à estufa sob temperatura de 50 °C para a retirada de toda umidade

2.2 Caracterizações físico químicas dos bioissorventes

Foram realizadas as seguintes caracterizações físico químicas: densidade, cinzas, ponto de carga zero e pH.

2.2.1 Densidade

Para o cálculo da densidade pesou-se uma proveta de 1,00mL em uma balança analítica previamente tarada. Em seguida, acondicionou-se o bioissorvente na proveta de forma com que as partículas ocupassem todo o espaço presente neste volume. Novamente pesou-se a proveta, obtendo-se assim a massa de biomassa em um volume de 1,00mL. A densidade foi calculada pela relação massa do bioissorvente dividido pelo volume total (Medeiros, 2005).

2.2.2 Cinzas

Para determinar o teor de cinzas, pesou-se 1g de bioissorvente em um cadinho de porcelana previamente tarado. Logo após, o material foi calcinado em mufla a temperatura de 800°C por 1 h. Sequencialmente, o material foi colocado em um

dessecador, até que o mesmo resfriasse e atingisse a temperatura ambiente. Logo após, pesou-se o cadinho com a massa de resíduo restante, obtendo-se o teor de cinzas de acordo com a Equação 1 (Guimarães, 2006):

$$C_z = \frac{R}{M_{bc}} X(100) \quad (\text{Equação 01})$$

Tem-se:

C_z = teor de cinzas (%)

R = massa do resíduo após calcinação (g)

M_{bc} = massa do biocarvão (g)

2.2.3 PH

Para medir o comportamento iônico do biocarvão pesou-se 1 g do biossorvente em um béquer e posteriormente foram adicionados 100 mL de água destilada. O material foi aquecido até a ebulição, permanecendo por 10 minutos. Após a ebulição, o material foi resfriado até a temperatura ambiente, sendo então adicionados mais 100 mL de água destilada e só então foi medido o pH da suspensão com pHmetro digital (Del Lab – modelo DLA-PH).

2.2.4 PCZ

A metodologia empregada para determinar o PCZ é denominada de “experimento dos onze pontos”. O experimento consistiu em fazer uma mistura de 50 mg do biossorvente e 50 mL de água destilada com diferentes valores de pH inicial (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 e 12). Os valores iniciais de pH foram ajustados com soluções 0,1 mol L⁻¹ de NaOH ou HCl. O sistema foi deixado em repouso por 24h antes do pH final ser determinado. Com os dados de pH finais construiu-se o gráfico de pH final versus pH inicial. Neste gráfico observa-se uma faixa de pH em que os valores de pH final são próximos ou constantes, independentemente do valor inicial de pH. Fez-se a média aritmética desses valores e tem-se o PCZ, que corresponde o pH ao qual a superfície comporta-se como um tampão (Guilarduci et al., 2006)

2.3 Experimentos de adsorção

Para a realização dos experimentos de adsorção, 20 mg dos biossorventes foram colocados sob agitação com 20 mL da solução de corante índigo carmim na concentração de 30 mg.L⁻¹. Utilizou-se o um planejamento fatorial do tipo 2³, ou seja, três variáveis estudadas em 2 níveis (+1) e (-1) e a repetição de três pontos centrais (0), totalizando 11 experimentos, como mostram as tabelas 01 e 02. As variáveis

estudadas foram o tempo e o pH.

Experimentos	Tempo	pH
1	-1,00000	-1,00000
2	-1,00000	1,00000
3	1,00000	-1,00000
4	1,00000	1,00000
5	-1,41421	0,00000
6	1,41421	0,00000
7	0,00000	-1,41421
8	0,00000	1,41421
9 (C)	0,00000	0,00000
10 (C)	0,00000	0,00000
11 (C)	0,00000	0,00000

Tabela 01: Matriz do planejamento experimental efetuado

Variáveis estudadas	Níveis				
	-1,41	-1	0	+1	+1,41
pH	1,4	3	7	11	12,6
Tempo (horas)	7	12	24	36	41

Tabela 02: Variáveis e valores dos níveis estudados

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Densidade total, teor de cinzas e pH

Os resultados obtidos são apresentados na tabela 03 abaixo:

Amostra	Densidade(g.mL ⁻¹)	Teor de cinzas(%)	pH
Biomassa in natura	0,7233	22,49%	8,02
Biocarvão	0,5801	19,20%	7,55
Biocarvão tratado com HCl	0,4796	16,97%	3,86

Tabela 03: Densidade total, teor de cinzas e pH dos biossorventes

Os resultados estão coerentes com o que já se esperava. A biomassa in natura apresenta maior densidade e teor de cinzas. O biocarvão (biomassa submetida à pirólise) apresentou menor densidade do que a biomassa in natura, pois provavelmente ocorreu a volatilização de alguns grupos funcionais devido a pirólise. Finalmente, o biocarvão tratado com ácido apresenta as menores porcentagens de densidade e teor de cinzas, pois a lavagem com HCl é capaz de remover resíduos dos poros, diminuindo a densidade do material, aumentando o número de sítios

ativos, e, provavelmente, aumentando a área superficial dos mesmos.

3.2 PCZ

O PCZ é um parâmetro de grande importância, pois o pH da solução influencia diretamente no processo de adsorção. Quando o pH da solução é maior que o PCZ ocorre adsorção de cátions, e quando o pH da solução é menor que o valor de PCZ ocorre adsorção de ânions (Zanella, 2012; Rocha, 2006). Realizando a média aritmética dos valores que se apresentam constantes no pH final, após 24 horas obteve-se 9,5; 9,0 e 7,0 para a biomassa in natura, biocarvão e biocarvão tratado com HCl, respectivamente, como evidenciado pela Figura 02.

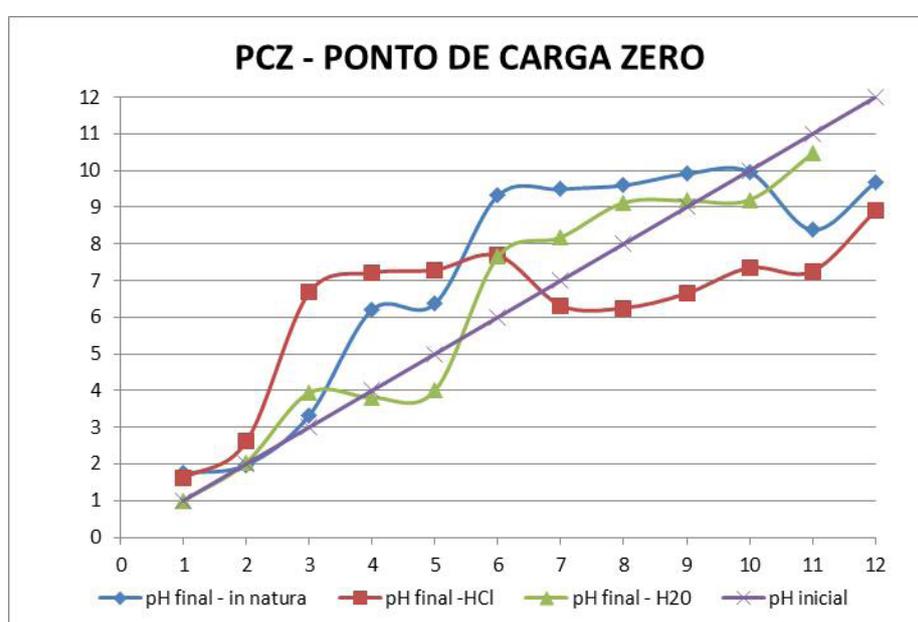


Figura 02: Ponto de carga zero dos biossorventes

Os resultados de PCZ mostraram que os biossorventes possuem valores de pH menores que os valores de PCZ, portanto, apresentam melhor capacidade de adsorverem moléculas negativas, o que é ideal para este trabalho, uma vez que o corante índigo carmim é aniônico.

3.3 Resultados da adsorção

Na tabela 04 podemos encontrar os resultados de adsorção obtidos com os planejamentos fatoriais efetuados.

Ensaio	% de adsorção		
	Biomassa in natura	Biocarvão	Biocarvão tratado com HCl
1	50,60	40,53	99,34
2	59,04	75,55	86,56

3	44,82	65,42	70,84
4	44,10	99,12	99,04
5	31,06	42,71	98,07
6	54,41	98,90	96,26
7	81,45	56,83	75,42
8	97,80	86,12	99,04
9	31,28	45,37	99,04
10	29,96	34,14	98,80
11	30,62	39,87	98,80

Tabela 04: Porcentagem de adsorção para os biossorventes

Ao analisarmos a tabela 04 podemos notar que o biocarvão tratado com HCl teve maior capacidade de remover o corante da solução aquosa. Ao realizar o tratamento com ácido, foram retirados resíduos dos poros do biocarvão, pois como evidenciado pela tabela 03, este biocarvão teve sua densidade reduzida em relação aos demais. Dessa forma, provavelmente um maior número de poros ativos ficaram expostos, aumentando a área superficial, e conseqüentemente, proporcionando uma maior adsorção. Um estudo mais detalhado do biocarvão tratado quimicamente é mostrado abaixo. A tabela 05 mostra os dados da análise de variância obtida (ANOVA):

Variáveis	Graus de liberdade	Estatística – F	P - Valor
(1)Tempo (Linear)	1	2,56592	0,170090
Tempo (Quadrático)	1	0,93349	0,378332
(2)pH (Linear)	1	17,68584	0,008445
pH (Quadrático)	1	14,76630	0,012091
1L * 2L	1	24,91555	0,004135
Erro	5		
Total SS	10		

Tabela 05: Tabela ANOVA obtida a partir do planejamento fatorial

A partir dos dados de análise de variância, foi possível traçar a tabela 06 de análise de regressão:

	SQ	GL	SQM	Fcal
Regressão	1009,822	3	366,6073	30,476
Resíduo (erro)	84,204	7	12,02914	
Total	1094,026	10		

Tabela 06: Análise de regressão e confiabilidade dos experimentos

* SQ= Soma Quadrática;GL= Grau de liberdade=nº experimento-1;SQM= Média Quadrática;Fcal= F calculado.

A tabela de porcentagem da distribuição de Fisher (F) a 5%, mostra um valor

de $F_{tabelado} (1;10;0,05)$ igual a 4,35. A tabela 06 indica que o valor de F_{cal} é aproximadamente sete vezes maior que o $F_{tabelado}$, indicando que se trata de um experimento estatisticamente significativo.

Pela análise da tabela ANOVA pode-se afirmar que, entre as variáveis testadas, o pH foi significativo para processo, bem como a combinação tempo*pH. Entretanto, a variável tempo, isoladamente, não se mostrou significativa, uma vez que o seu valor-P foi superior a 0,05. Resultados da literatura mostram efeito contrário em sistemas similares (Martins et al., 2015). Considerou-se a hipótese de que os níveis estabelecidos para a variável tempo não foram adequados, inviabilizando a detecção da flutuação dessa variável nos experimentos. O gráfico de Pareto apresentado na figura 03 corrobora com estas informações.

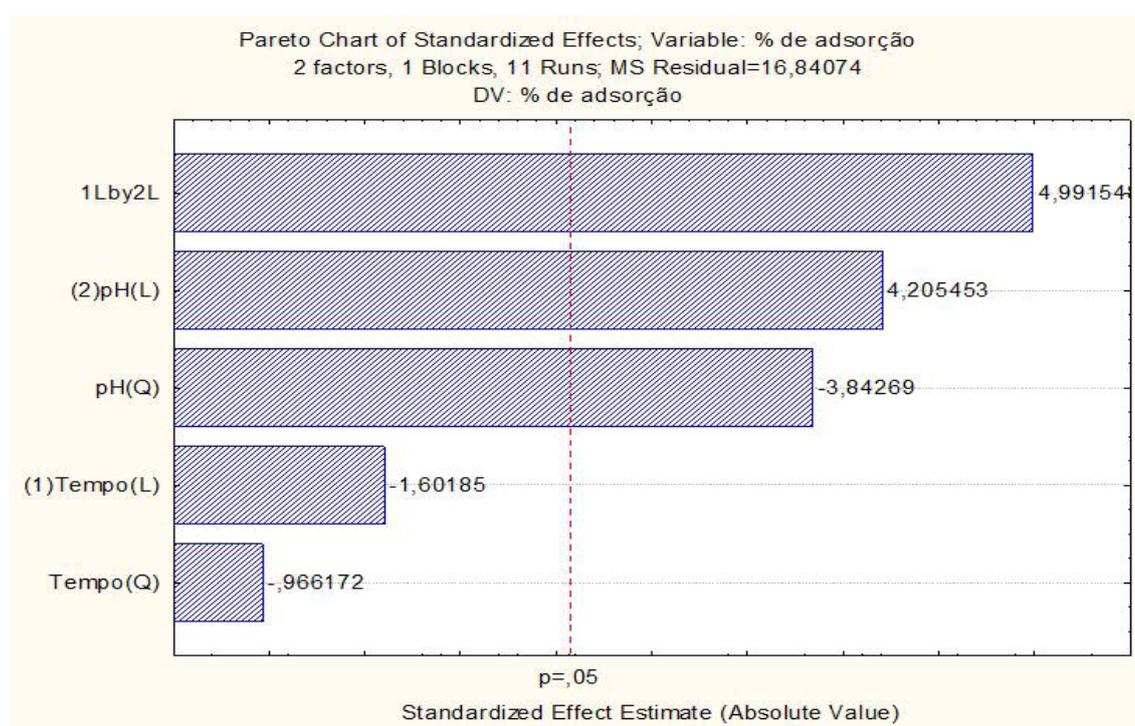


Figura 03: Gráfico de Pareto referente à amostra de biocarvão tratado com HCl.

Pode-se observar que a variável pH, bem como a interação pH*tempo, nos níveis estudados, foram significativas a 95% de confiança, uma vez que encontram-se à direita da linha de *Lenth*. O efeito sobre a variável pH é negativo, indicando que os maiores teores de adsorção são obtidos quando se trabalha na região de menor valor (-1) do planejamento fatorial, ou seja, menores valores de pH contribuem para a adsorção do índigo carmim, que é uma molécula aniônica. Já o efeito da interação pH*tempo foi positivo, indicando que maiores tempos favorecem uma maior adsorção. O gráfico de superfície de resposta apresentado na figura 04 ilustra exatamente estes efeitos.

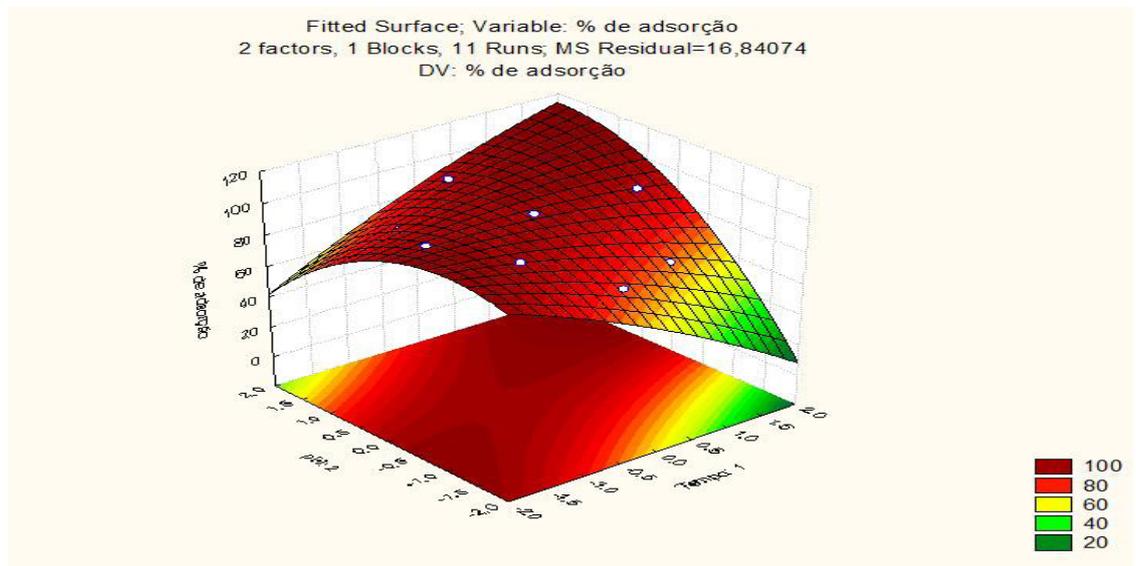


Figura 04: Gráfico de superfície de resposta – pH versus tempo

Variáveis	Efeitos	Erros-padrão	Valores-t	P-valor	Coefficientes
Mean/Interc.	98,8755	2,369300	41,73196	0,000000	98,87550
(1)Tempo (L)	-4,6482	2,901787	-1,60185	0,170090	-2,32411
Tempo (Q)	-3,3370	3,453818	-0,96617	0,378332	-1,66849
(2)pH (L)	12,2033	2,901787	4,20545	0,008445	6,10167
pH (Q)	-13,2720	3,453818	-3,84269	0,012091	-6,63598
1Lby 2L	20,4841	4,103747	4,99155	0,004135	10,24203

Tabela 07: Estimativa dos efeitos, erros padrão, teste t de Student para a porcentagem de remoção do índigo carmim de acordo com o planejamento fatorial efetuado

A Tabela 07 reúne os dados da análise dos efeitos, estimativa do erro padrão e o teste t de Student para a porcentagem de remoção do corante índigo carmim. O coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,92, informando que os dados observados se ajustaram bem aos dados preditos, como mostrado na figura 05. O modelo para a adsorção do corante índigo carmim pelo biocarvão tratado com HCl é expresso pela equação 01, onde y é a porcentagem de corante adsorvido, x1 e x2 representam o pH e o tempo, respectivamente.

$$y = 98,88 + 6,10 \cdot [x_1] + (6,64) \cdot [x_1]^2 + 10,24 \cdot [x_1] \cdot [x_2] \text{ (equação 01)}$$

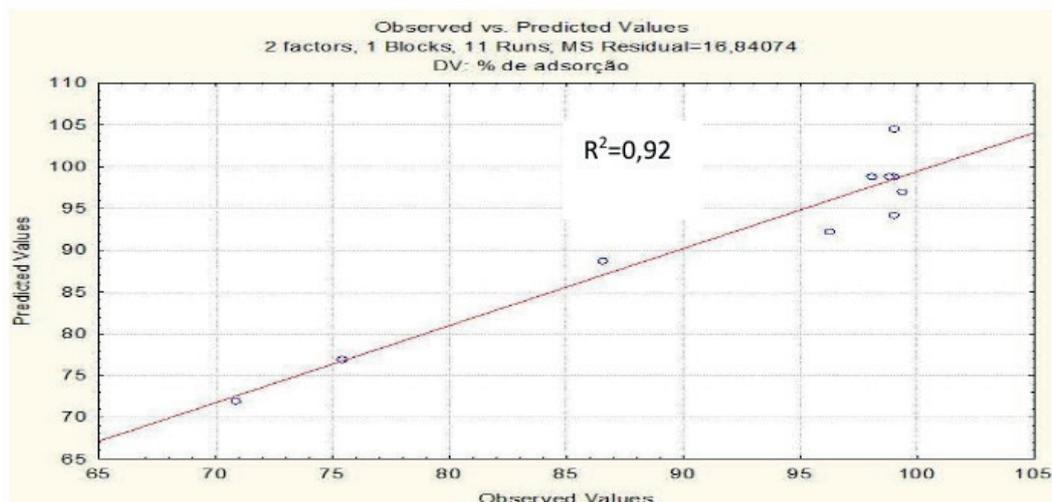


Figura 05: Gráfico de valores previstos versus observados

4 | CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que os biossorventes formados a partir da biomassa de resíduos da fabricação da cerveja foram eficientes na remoção do corante índigo carmim em solução. O teste de PCZ evidenciou que os mesmos são adequados à adsorção de moléculas aniônicas, como é o caso do corante estudado neste trabalho. Dentre os tratamentos pelos quais a biomassa foi submetida, o tratamento com ácido foi o mais eficiente, proporcionando uma maior limpeza nos poros disponíveis para o processo de adsorção, aumentando sua área superficial. O planejamento fatorial efetuado mostrou que o pH foi a variável que influenciou no processo de adsorção, indicando que trabalhando-se com menores valores de pH, maiores porcentagens de adsorção são obtidas.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao projeto CNPq/FAPEMIG (SICONV-793988/2013) e CAPES e UFSJ pelo apoio a pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.V.; LOPES, E.N. Estudo de estabilidade do corante índigo carmim em condições de degradação forçada. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, [S.l.], v. 3, n. 2, mar. 2016. ISSN 2525-359X. Disponível em: <<http://jornal.faculdadecienciasdavid.com.br/index.php/RBCV/article/view/80>>. Acesso em: 15 maio 2019.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. **Corantes Têxteis**. Química Nova, v.23, p. 71-75, 2000.

GUILARDUCI, V.V.S.; MESQUITA, J. P.; MARTELLI, P. B.; GORGULHO, H. F. **Adsorção de fenol sobre carvão ativado em meio alcalino**. Química Nova, vol. 29, n. 6, p. 1226-1232, 2006.

GUIMARÃES, I. S. **Oxidação de carvões ativados de endocarpo de coco da baía com soluções de HNO₃ e uma investigação sobre o método de Boehm.** 2006. 63 p. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Química) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

MARTINS, W. A.; OLIVEIRA, A. M. B. M.; MORAIS, C. E. P.; COELHO, L. F. O.; MEDEIROS, J. F. **Reaproveitamento de resíduos agroindustriais de casca banana para tratamento de efluentes.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 1, p. 96-102, 2015.

MEDEIROS, L. L. **Obtenção de carvão ativado via oxidação química, a partir de resíduos lignocelulósicos para estocagem de gás natural.** Relatório de atividades para o CNPQ. Fevereiro, 2005.

OLIVEIRA, K.S.G.C.; CABRAL, P.H.T.D.; SILVA, R.R.M.; DIAS, C.T.; GUIMARÃES, J.R.; URZEDO, A.P.F.M. Utilização de resíduos para o tratamento de efluentes. In: VOIGT, C.L. (Org.) **Impactos das tecnologias na engenharia química 3.** Paraná: Atena Editora, 2019.

PROCÓPIO, A. M. S. **Avaliação da eficiência de remoção do hormônio 17 α - etinilestradiol (EE2) em águas utilizando como bioissorvente um resíduo agroindustrial.** 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado). Curso de Química, Programa de Pós-graduação Multicêntrico em Química, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017

ROCHA, W. D. **Carvão ativado a partir de resíduos agrícolas e suas aplicações na adsorção de íons metálicos.** 2006. 106 p. Dissertação (Mestrado - Pós-Graduação em Engenharia Mineral), Departamento de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

SANTOS, D. **Tratamento de efluente têxtil utilizando a técnica de adsorção em casca de café.** 2013. 37 f. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Tecnologia de Processos Químicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2013.

ZANELLA, O. **Sorção de nitrato em carvão ativado tratado com CaCl₂: Estudo de ciclos de sorção/ Regeneração.** 135 p. Dissertação (Mestrado - Programa de PósGraduação em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento urbano 78

Aprendizagem 35, 38, 39, 46, 47, 48, 286, 287, 288, 289, 295, 323, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 339, 341, 343, 345, 348, 350

Aspergillus flavus 105, 106, 108, 109, 110, 114, 115

Aterramentos elétricos 296, 297, 301, 302

Atividade antioxidante 170, 171, 172, 175, 179, 180, 181

B

Biodiesel 303, 304, 305, 306, 314, 315, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373

Biotransformação 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 131

C

Cadernos escolares 1, 3, 4, 5, 9

Cafeeiro 317

Catálise 24, 26, 117, 126, 222, 363, 366, 368

D

Dispositivos móveis 286, 289, 293, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 345, 346, 347, 349, 350, 351

E

Ensino 1, 2, 4, 12, 13, 15, 17, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 80, 105, 286, 287, 288, 294, 295, 297, 298, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 344, 346, 348, 349, 350, 351

Escolas paroquiais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13

G

Geometria 2, 12, 28, 185, 187, 299

H

História da Educação Matemática 1, 2, 14

I

Impactos ambientais 61, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 107, 210

K

Kavain 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

L

Lama abrasiva 59, 60

M

Metátese 116, 117, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126

Middleboxes 138, 139, 140, 141, 142, 143

Modelagem computacional 49, 50, 69, 296

N

Nanopartículas 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 196, 203

O

Óxido de cálcio 363, 364, 367, 368, 369, 371, 373

Óxido de cobre 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34

P

Polimerização Radicalar 215

R

Resíduos industriais 59

Resistividade do solo 296

Rhodamine B 374, 376, 381, 382

Robótica 35, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48

S

Smart Cities 280

T

Transporte de nêutrons 49, 50, 51, 57

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-641-6

