

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE 2

AMÉRICO JUNIOR NUNES DA SILVA
ANDRÉ RICARDO LUCAS VIEIRA
(ORGANIZADORES)

 **Atena**
Editora

Ano 2020

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE 2

AMÉRICO JUNIOR NUNES DA SILVA
ANDRÉ RICARDO LUCAS VIEIRA
(ORGANIZADORES)

 **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: Camila Alves de Cremo

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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de 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

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

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
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
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 Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Américo Junior Nunes da Silva, André Ricardo Lucas Vieira. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-177-0 DOI 10.22533/at.ed.770201407</p> <p>1. Ciências agrárias. 2. Ciências exatas. 3. Tecnologia. I. Silva, Américo Junior Nunes da. II. Vieira, André Ricardo Lucas CDD 500</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem acarretado diversas transformações na sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômico, político e social. É comum considerarmos ciência e tecnologia motores do progresso que proporcionam não só desenvolvimento do saber humano, mas, também, uma evolução real para o homem.

Sendo assim, precisamos de uma imagem de ciência e tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico–tecnológico, entendido como produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Seu contexto histórico deve ser analisado e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva para mudanças sociais, cujas manifestações se expressam na relação do homem consigo mesmo e os outros.

Hoje, estamos vivendo um período, por conta do contexto da Pandemia provocada pelo Novo Coronavírus, onde os olhares se voltam a Ciência e a Tecnologia. Antes de tudo isso acontecer os conhecimentos produzidos em espaços acadêmicos, centros de pesquisa e laboratórios, por exemplo, tem buscado resposta para problemas cotidianos, em busca de melhorar a vida da população de uma forma geral.

É nesse ínterim que este livro, intitulado “Ciências Tecnológicas, Exatas e da Terra e seu Alto Grau de Aplicabilidade”, em seu segundo volume, reúne trabalhos de pesquisa e experiências em diversos espaços, como a escola, por exemplo, com o intuito de promover um amplo debate acerca das diversas áreas que o compõe.

Por fim, ao levar em consideração todos esses elementos, a importância desta obra, que aborda de forma interdisciplinar pesquisas, relatos de casos e/ou revisões, reflete-se nas evidências que emergem de suas páginas através de diversos temas evidenciando-se não apenas bases teóricas, mas a aplicação prática dessas pesquisas.

Nesse sentido, desejamos uma boa leitura a todos e a todas.

Américo Junior Nunes da Silva

André Ricardo Lucas Vieira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SERIAM AS FORÇAS FUNDAMENTAIS A ORIGEM DA BIOQUIRALIDADE MOLECULAR?	
Alana Carolina Lima dos Santos Celio Rodrigues Muniz Leonardo Tavares de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.7702014071	
CAPÍTULO 2	18
MODELAGEM DAS EQUAÇÕES DO PÊNDULO SIMPLES ATRAVÉS DO SOFTWARE MODELLUS	
Gabriel Freitas Cesarino dos Santos José Hugo de Aguiar Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.7702014072	
CAPÍTULO 3	25
ABORDAGEM TERMODINÂMICA DA REAÇÃO DE GASEIFICAÇÃO COM ÁGUA SUPERCRÍTICA DO GLICEROL UTILIZANDO SUPERFÍCIES DE RESPOSTA	
Julles Mitoura dos Santos Junior Annamaria Doria Souza Vidotti Reginaldo Guirardello Antônio Carlos Daltro de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.7702014073	
CAPÍTULO 4	39
PRODUÇÃO E FÍSICO-QUÍMICA DE AGUARDENTE DE MANDIOCA (TIQUIRA) POR VIA ENZIMÁTICA	
Thercia Gabrielle Teixeira Martins Gustavo Oliveira Everton Paulo Victor Serra Rosa Rafael Gustavo de Oliveira Carvalho Júnior Danielly Fonseca Dorileia Pereira do Nascimento Hildelene Amélia de Araújo Dantas Laiane Araújo da Silva Souto Victor Elias Mouchrek Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7702014074	
CAPÍTULO 5	46
ESTUDO DA CAPACIDADE ADSORVENTE DO GENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe) NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA TÊXTIL	
Ana Carolina da Silva Renata Nazaré Vilas Bôas Marcos Antonio da Silva Costa Marisa Fernandes Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.7702014075	

CAPÍTULO 6 58

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIACETILCOLINESTERASE E TOXICIDADE FRENTE À ARTEMIA SALINA DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DA *MOMORDICA CHARANTIA L.*

Milena Lira Furtado
Sônia Maria Costa Siqueira
Antônia Fádia Valentim de Amorim
Selene Maia de Moraes
Jane Eire Silva Alencar de Menezes
Nádia Aguiar Portela Pinheiro
Otilia Alves de Alcântara
Luan Rodrigues Olinda Mendonça
Renato Almeida Montes
Artur Moura Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.7702014076

CAPÍTULO 7 64

CORRELAÇÃO PARA ESTIMATIVA DA TEMPERATURA NORMAL DE EBULIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS GRAXAS

Pedro Mendes Corrêa Daud
Marina Curi Schabbach
Joaquín Ariel Morón-Villarreyes
Filipe Velho Costa

DOI 10.22533/at.ed.7702014077

CAPÍTULO 8 73

TINGIMENTO DE TECIDOS DE ALGGODÃO E VISCOSE COM CORANTE ANÁLOGO DO FENOL

Katiany do Vale Abreu
Stéphany Swellen Vasconcelos Maia
Maria Roniele Felix Oliveira
Ana Luiza Beserra da Silva
Sara Natasha Luna de Lima
Maria Tais Da Silva Sousa
Carlucio Roberto Alves

DOI 10.22533/at.ed.7702014078

CAPÍTULO 9 79

PROPOSTA DE RETOMADA E EXPANSÃO PARA UMA MINA DE CALCÁRIO UTILIZANDO EQUIPAMENTO LASER SCANNER TERRESTRE

Tatiane Fortes Pereira
Luciana Arnt Abichequer
Luis Eduardo de Souza

DOI 10.22533/at.ed.7702014079

CAPÍTULO 10 91

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE INFLAMABILIDADE DE HIDROCARBONETOS POR MEIO DO CÁLCULO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO

Jéssica Ribeiro Galdini
Luciana Yumi Akisawa Silva

DOI 10.22533/at.ed.77020140710

CAPÍTULO 11	100
ANÁLISE DO DESEMPENHO DO CICLO DE REFRIGERAÇÃO POR ABSORÇÃO UTILIZANDO ALCANOS	
Gabriela Azevedo de Moraes Matheus Ivan Hummel Silva Luciana Yumi Akisawa Silva	
DOI 10.22533/at.ed.77020140711	
CAPÍTULO 12	110
POLIURETANA À BASE DE ÓLEO VEGETAL COM APLICAÇÃO EM REPOSIÇÃO ÓSSEA	
Amanda Furtado Luna Fernando da Silva Reis José Milton Elias de Matos	
DOI 10.22533/at.ed.77020140712	
CAPÍTULO 13	123
PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO A PARTIR DA CASCA DE SEMENTES DE PINHÃO da <i>Araucária angustifolia</i>	
Alessandra Stevanato Elizabeth Mello Nebes Murari Elizabeth Mie Hashimoto Cristiana da Silva Délia do Carmo Vieira Janksyn Bertozzi	
DOI 10.22533/at.ed.77020140713	
CAPÍTULO 14	141
NÚCLEO ATÔMICO E A ENERGIA NUCLEAR: O USO DOS RADIOISÓTOPOS NA MEDICINA	
Gilvana Pereira Siqueira José Antônio de Oliveira Junior	
DOI 10.22533/at.ed.77020140714	
CAPÍTULO 15	148
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, TOXICIDADE E POTENCIAL MOLUSCICIDA DOS ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	
Gustavo Oliveira Everton Paulo Victor Serra Rosa Ana Patrícia Matos Pereira Danielly Fonseca Fernanda Manuela Regina do Lago Valle Lauriane dos Santos Souza Hildelene Amélia de Araújo Dantas Laiane Araújo da Silva Souto Victor Elias Mouchrek Filho	
DOI 10.22533/at.ed.77020140715	

CAPÍTULO 16	159
ATIVIDADE LARVICIDA E TOXICIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume frente ao <i>Aedes aegypti</i>	
Ana Beatriz da Silva dos Santos	
Gustavo Oliveira Everton	
Paulo Victor Serra Rosa	
Ana Patrícia Matos Pereira	
Jean Carlos Rodrigues da Cunha	
Fernanda Manuela Regina do Lago Valle	
Laiane Araújo da Silva Souto	
Victor Elias Mouchrek Filho	
DOI 10.22533/at.ed.77020140716	
CAPÍTULO 17	169
CARACTERIZAÇÃO ELÉTRICA DE UM SENSOR DE PH USANDO UM TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO COM GATE ESTENDIDO	
Ernando Silva Ferreira	
William Max dos Santos Silva Silva	
DOI 10.22533/at.ed.77020140717	
CAPÍTULO 18	176
OFICINA PEDAGÓGICA DE ELETROQUÍMICA: COMPREENDENDO CONCEITOS ABSTRATOS ATRAVÉS DA PRÁTICA	
João Pedro de Carvalho Silva	
Gilvana Pereira Siqueira	
Rafael Wendel Rodrigues Santana	
Matheus Barros Garcez	
DOI 10.22533/at.ed.77020140718	
SOBRE OS ORGANIZADORES	183
ÍNDICE REMISSIVO	184

PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO A PARTIR DA CASCA DE SEMENTES DE PINHÃO DA *Araucária angustifolia*

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 27/05/2020

Alessandra Stevanato

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Campus Londrina Departamento Acadêmico de
Química
Londrina – PR
<http://lattes.cnpq.br/9881117368267928>

Elizabeth Mello Nebes Murari

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Campus Londrina Departamento Acadêmico de
Química
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/5695385186120931>

Elizabeth Mie Hashimoto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Campus Londrina Departamento Acadêmico de
Matemática
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/2277520677069307>

Cristiana da Silva

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia
Dourados - MS
<http://lattes.cnpq.br/2680068218560864>

Délia do Carmo Vieira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Campus Londrina Departamento Acadêmico de
Engenharia de Materiais
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/8804475615271864>

Janksyn Bertozzi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
Campus Londrina Departamento Acadêmico de
Química
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/8529424268926357>

RESUMO: A casca da semente da *Araucária angustifolia* apresenta-se como uma boa fonte de matéria prima para produção de carvão ativado devido a sua abundância, composição, sua estrutura vegetal contém um elevado porcentual de lignina, hemicelulose e celulose. Além disso, o consumo de sua semente é tradicional nos estados do sul do Brasil e sua casca geralmente é descartada. O preparo de carvão ativado é um processo que ocorre em duas etapas, a carbonização do precursor e a ativação. Na segunda etapa do processo, acontecem interações entre diferentes variáveis como: temperatura, tempo e concentração de

ativante que podem resultar em modificações nas propriedades de adsorção do carvão. Analisando as influências dessas variáveis por meio de planejamento experimental pode-se otimizar o processo de produção do carvão ativado.

PALAVRAS-CHAVE: Carvão ativado. Casca da semente de pinhão. Delineamento fatorial.

ACTIVED CHARCOAL FROM THE BARK PINION SEEDS OF *Araucária angustifolia*

ABSTRACT: The seed bark of *Araucaria angustifolia* is a good source of raw material for the production of activated charcoal due to its abundance, composition, its vegetal structure contains a high percentage of lignin, hemicellulose and cellulose. In addition, the consumption of its seed is traditional in the southern states of Brazil and its bark is usually discarded. Activated charcoal preparation is a two step process, precursor carbonization and activation. In the second step of the process, interactions between different variables such as: temperature, time and concentration of activator that can result in modifications in the adsorption properties of the coal. Analyzing the influences of these variables through experimental planning can optimize the process of production of activated carbon.

KEYWORDS: Activated charcoal. Peel of the pinion seed. Factorial design.

1 | INTRODUÇÃO

O carvão ativado (CA) é um material carbonáceo adsorvente utilizado para diferentes finalidades; adsorção de poluentes, tratamento de efluentes em estado gasoso ou líquido, usos medicinais e catálise (BRUM, 2018). A propriedade de adsorção dos CAs é resultado da área superficial altamente porosa formada por uma grande quantidade de poros de diferentes tamanhos interligados (MICHAILOF, 2008).

O termo “ativado” refere-se ao aumento da porosidade e da área superficial durante o processo de ativação, todavia sua área é calculada a partir da capacidade adsorção dos poros, ou seja, para a área total considera-se os sítios que adsorvem as moléculas (SCHETTINO, 2004). As propriedades de adsorventes do carvão ativado são influenciadas pelo processo de ativação e a matéria prima utilizada como precursor (WU *et al.*, 2008).

Os precursores para produção deste material carbonoso mais comuns são: carvão de origem mineral, resíduos orgânicos (bagaço de cana de açúcar, cascas de algodão, de arroz, de castanhas, de sementes) e materiais com grandes quantidades carbono em sua composição (GASPARD *et al.*, 2014).

Na literatura encontram-se vários modelos propostos para estrutura dos CAs, eles são materiais desordenados com estrutura planar do grafite e arranjo molecular hexagonal, dependente do grau de organização dos seus cristais, os átomos de carbono são hibridizados sp_2 com três elétrons distribuídos em orbitais híbridos possibilitando ligações σ e uma ligação π com o elétron livre no orbital (SCHETTINO, 2004; FUENTE *et*

al., 2003).

Os poros presentes na estrutura do CAs são classificados de acordo com União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) conforme o tamanho; microporos (inferior a 2 nm), mesoporos (entre 2 e 20 nm) e macroporos (maior que 20 nm). Os microporos constituem a maior da superfície do CAs, os macroporos apresentam baixa capacidade de adsorção por apresentarem diâmetro maior que as moléculas, os mesoporos são responsáveis pela maior contribuição de adsorção de molécula (ROUQUEROL *et al.*, 1994; SING *et al.*, 2014; NABAIS *et al.*, 2008).

1.1 Processo de produção

A produção de CAs inicia-se com a carbonização do material precursor, previamente selecionado, em temperaturas entre 600 °C ~ 900 °C e atmosfera inerte, comumente utilizando fluxo de gás nitrogênio, nessa etapa ocorre a remoção de gases H₂, CO₂, CO, CH₄, H₂O e componentes voláteis, resultando uma estrutura porosa primária de alto teor de carbono (XIA; SHI, 2016).

Os mecanismos da carbonização propostos por Mopoung (2008) são: a 150 °C a água presente no carvão é desorvida, entre 260 °C a 400 °C acontece a despolimerização e a quebra das ligações C-O e C-C e das moléculas de hemicelulose, celulose e lignina, acima de 400 °C as moléculas aromáticas começam a formar camadas e acima de 800 °C a decomposição térmica e o rearranjo das moléculas termina, resultando em um esqueleto de carbono.

1.2 Etapa de ativação

Durante a carbonização ou após, o material carbonoso é submetido a processo de ativação que pode ser física, química, ou por métodos não convencionais como ativação por meio de micro-ondas e hidrotermal (GASPARD *et al.*, 2014). Nessa etapa ocorre aumento da porosidade do carvão, decorrente da desobstrução de poros bem como formação de novos.

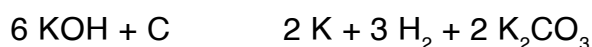
Na ativação física, o material carbonáceo é submetido a elevadas temperaturas entre 800 a 1100 °C sob fluxo de gás inerte, vapor de água ou mistura de gases (RAMOS *et al.*, 2009).

No processo de ativação química o material precursor carbonizado é impregnado com um agente químico como bases fortes, sais e ácidos, os mais usados de acordo com a literatura são: hidróxido de potássio (KOH) e ácido fosfórico (H₃PO₄), hidróxido de sódio (NaOH), cloreto de zinco (ZnCl₂), peróxido de hidrogênio (H₂O₂), ácido clorídrico (HCl) entre outros. Após o processo de impregnação, a mistura carvão e ativante é aquecida na faixa temperatura 450 °C a 900 °C dependendo do tipo ativante. (GASPARD *et al.*, 2014).

A ativação química com hidróxido de potássio é muito comum, visto que este

composto alcalino tem demonstrado ser muito seletivo no processo de ativação, pois provoca reações localizadas no material orgânico carbonizado proporcionando a formação de materiais com estrutura grafítica (MOPOUNG, 2008).

Segundo Lillo-ródenas, Cazorla-amorós e a Linares-solano (2003), o mecanismo de reação entre hidróxido de potássio e o material precursor segue a reação global:



Os compostos carbonato de potássio e óxido de potássio resultantes da reação são reduzidos a potássio metálico em temperaturas acima 700 °C.

De acordo com literatura, as variáveis que mais interferem no processo ativação química são: o tempo de ativação, temperatura e concentração de ativante (LILLO-RÓDENAS *et al.*, 2008; NABAIS *et al.*, 2008; HAMEED *et al.*, 2008).

1.3 Precursores

Os precursores de carvão ativado preferencialmente devem apresentar em sua estrutura grande quantidade de carbono e baixo teor de componentes inorgânicos, alguns exemplos de precursores extensamente utilizados na produção de carvão ativado é o carvão mineral, casca de coco, semente de açaí, resíduo de café, bagaço da cana de açúcar, casca de arroz, entre outros (GASPARD *et al.*, 2014; RAMOS *et al.*, 2009).

A utilização de resíduos agrícolas como precursor é uma alternativa ecológica que minimiza custos de produção do carvão ativado, essas biomassas geralmente apresentam elevado teor de lignina, hemicelulose e celulose, materiais ricos em carbono e com baixo teor de inorgânicos. (GASPARD *et al.*, 2014; DIAS *et al.*, 2007).

A *Araucária angustifolia* (Figura 1) popularmente conhecida como Pinheiro do Paraná ou Pinheiro brasileiro produz sementes expostas conhecidas como pinhão, estas possuem polpa rica em amido que é consumida pela população após cocção, sua casca é descartada, tornando se resíduo orgânico (RESENDE, 2016).



Figura 1: *Araucária angustifolia*.

Fonte: Autores.

1.4 Adsorção

A adsorção é processo de transferência de substâncias em duas fases como líquido-líquido, sólido-líquido. As moléculas adsorvidas são os adsorvatos e a substância que adsorve é o adsorvente. As propriedades adsorventes de um material dependem de sua constituição (GISI *et al.*, 2016).

As substâncias são adsorvidas por meio das interações eletrostáticas ou não eletrostáticas. Existem dois tipos de adsorção: a química (quimissorção) e a física (fissorção). A quimissorção ocorre por intermédio de ligações químicas entre as moléculas e a superfície, formando monocamadas, a fissorção através das interações de Van der Walls resultando em um processo reversível e a formação de multicamadas (SCHETTINO, 2004).

A energia de livre do processo é negativa, que permite os dois tipos de interações eletrostáticas e não eletrostáticas. As interações eletrostáticas ocorrem quando o adsorvato está dissociado em solução eletrolítica, as forças envolvidas podem ser atrativas ou repulsivas dependendo da densidade de carga do adsorvato. As forças envolvidas nas interações não eletrostáticas são atrativas e os tipos interações são: Van der Walls, ligações de hidrogênio e hidrofóbicas (DIAS, 2008).

A capacidade de adsorção do carvão ativado é influenciada pelo tamanho da molécula adsorvida, limitando o acesso aos poros, a solubilidade na fase além de grupos funcionais das moléculas que podem ser doadores ou receptores de elétrons interferindo nas interações eletrostáticas (MORENO-CASTILHA, 2003).

1.5 Planejamento de Experimentos

A otimização de um sistema tem como finalidade obter maior quantidade de benefícios a partir dele. Na Química Analítica, o termo otimização, significa monitorar as variáveis que interferem determinado processo e obter uma melhor resposta experimental. Para otimizar os experimentos emprega-se a análise estatística multivariada (BEZERRA *et al.*, 2008).

Em um experimento uma das maiores dificuldades é apontar quais variáveis influenciam nas propriedades desejadas do produto de interesse, bem como a interação dessas variáveis no sistema. Visto isso, uso do planejamento experimentos viabiliza a verificação dessas interações no processo (BEZERRA *et al.*, 2008; BARROS *et al.*, 2001).

As variáveis ou fatores são classificados como qualitativos (tipo de catalisador, reagente, equipamentos) e quantitativos (temperatura, tempo, pH). São chamadas de controláveis (fatores manipulados no processo) e incontroláveis (fatores sem manipulação) (MONTGOMERY 2012; BARROS *et al.*, 2001).

A metodologia de superfície de resposta (MSR) é um conjunto de dados matemáticos e estatísticos baseado no ajuste de modelos empíricos aos dados experimentais

resultante de um planejamento experimental empregando funções polinomiais, lineares ou quadráticas para caracterizar o processo, o (BEZERRA *et al.*, 2008).

Para construção da MSR é necessário um planejamento simétrico dos níveis das variáveis, em processos com duas ou mais variáveis, o planejamento composto central apresenta excelentes resultados, uma vez que são analisadas todas as combinações possíveis de níveis dos fatores no processo (MONTGOMERY, 2012).

Segundo Vargas (2010) e Bezerra (2008), o planejamento segue as seguintes características: os valores de α que representam a rotabilidade do planejamento, dependem da quantidade de variáveis e podem ser calculados a partir da equação:

$$\alpha = 2^{(k-p/4)}$$

Os números 1,41; 1,68 e 2,00 são utilizados para duas, três ou quatro variáveis conforme a Figura 2. O número total de experimentos no delineamento completo é determinado pela equação:

$$N = k^2 + 2k + cp$$

Onde K é número de fatores e cp o número de repetições do ponto central (VARGAS, 2010; BEZERRA *et al.*, 2008).

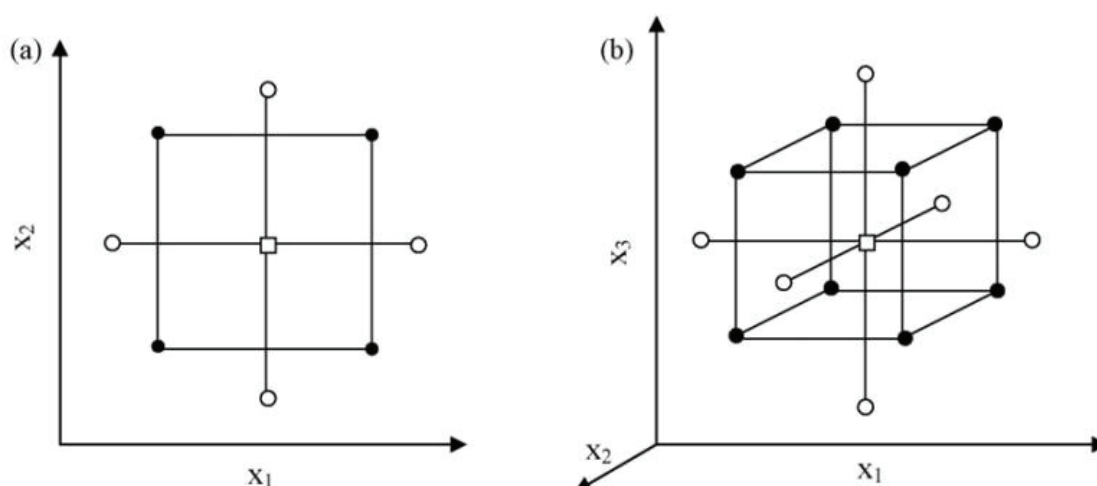


Figura 2: Ilustração do planejamento composto central para otimização. a) Duas variáveis ($\alpha=1,41$) e b) três variáveis ($\alpha=1,68$).

Fonte: Bezerra *et al.*, (2008).

1.6 Aplicações do carvão ativado

Os CAs são amplamente usados para diferentes aplicações na indústria. Por serem adsorventes versáteis e de baixo custo são empregados para descolorir, purificar, filtrar, desintoxicar e desodorizar em indústrias farmacêutica, alimentícia, química entre outras. A razão para tal versatilidade deve-se a grande área superfície que apresenta uma diversidade de tamanho de poros resultando na adsorção de uma grande variedade de adsorvatos em diferentes estados físicos matéria (SING, 2014; VARGAS, 2010).

Comercialmente, encontram-se os CAs do tipo pó e granular, que com frequência são empregados no tratamento de água para purificação, esses CAs necessitam apresentar uma área superficial tamanhos de poros adequados para remoção dos poluentes como pesticidas, toxinas, corantes, resíduos industriais (SING, 2014).

Consta na literatura muitos estudos sobre a aplicação de carvão ativado e tratamento de água para remoção de corantes (VARGAS *et al.*, 2010) (WU; TSENG, 2007), (WU; TSENG, 2008), adsorção de composto fenólicos (MICHAILLOF, 2008), remoção de metais e compostos clorados (GASPARD *et al.*, 2014).

Outra aplicação é a remoção, separação e armazenamento de gases poluentes, os carvões ativados com superfície microporosa tem a capacidade de adsorver as moléculas desses gases evitando a liberação na atmosfera. Além disso, CAs são empregados na recuperação de solventes orgânicos que são utilizados na fabricação de plásticos, borrachas, fibras sintéticas e tintas de impressão e na área medicinal são destinados para tratamento de intoxicações (SING, 2014).

2 | METODOLOGIA

2.1 Matéria-Prima

A matéria prima utilizada para preparação do carvão foi a casca da semente de pinhão da *Araucária angustifolia*. As cascas coletadas na comunidade local foram lavadas em água corrente seguido de água destilada, posteriormente procedeu a secagem a 105,0 °C em uma estufa da marca Quimis. Posteriormente as cascas foram trituradas e a granulometria padronizada na faixa de gramatura 150 ~ 300 μm em agitador eletromagnético da marca BERTEL e armazenou-se em ambiente seco em temperatura ambiente.

2.2 Materiais e equipamentos

Os materiais utilizados para a produção de carvão foram um reator cilíndrico de aço inoxidável horizontal com comprimento de 17,5 e 4,50 cm de diâmetro com duas tampas rosqueáveis com orifícios em ambas para permitir a entrada e saída do gás nitrogênio inserido dentro de uma mufla marca ZEZIMAQ modelo 2000F. Para passagem do fluxo de nitrogênio gasoso, utilizou-se um tubo de cobre de 1/4 conectado ao reator em uma extremidade e na outra a cilindro de gás nitrogênio. O comportamento térmico da amostra foi determinado utilizando um analisador termogravimétrico marca SHIMADZU, modelo TGA 51 H/51, massa de 18,535 mg de biomassa seca, aquecimento na faixa de 25 a 900 °C a uma taxa de 10 °C min^{-1} sob o fluxo de 20 $\text{cm}^3 \text{min}^{-1}$ de gás nitrogênio.

2.3 Procedimento Experimental

A pirólise foi realizada adicionando 10,00 g de casca seca e triturada no interior do

reator de aço inoxidável, esse foi inserido no forno da mufla marca ZEZIMAQ modelo 2000 F. o reator foi conectado a um tubo de cobre de 6,35 mm o que permitiu a conexão ao cilindro de gás nitrogênio. A carbonização foi conduzida a 900 °C por 2 h sob o fluxo de gás nitrogênio em uma vazão de 150 mL min⁻¹.

O carvão obtido após a pirólise da biomassa foi impregnado com o ativante hidróxido de potássio (KOH) em diferentes razões de acordo com o planejamento estatístico (Tabela 1) juntamente de 10,00 mL de água destilada para facilitar o processo de homogeneização. A mistura foi colocada em uma cuba de ultrassom marca Cristófoli com frequência ultrassônica de 42 KHz por 20 min. Posteriormente realizou-se a secagem do carvão impregnado com KOH em estufa a 105 °C por 24 h.

Após secagem inseriu-se o carvão impregnado no interior do reator de aço inoxidável que foi introduzido dentro da mufla e aquecido por períodos de tempo e temperatura para cada carvão submete-se a um fluxo de gás nitrogênio de vazão de 150 mL min⁻¹ (Tabela 1).

Após o resfriamento do reator, a mistura resultante do processo de ativação foi lavada com solução de HCl 1,0 mol, seguida de lavagens com água de destilada até alcançar o pH próximo ou igual a 6,0. No final de cada lavagem o carvão ativado foi filtrado a vácuo. Ao término das etapas de lavagem, o carvão ativado foi colocado na estufa 105,0 °C por 24 h posteriormente foi armazenado em frascos de vidro.

A otimização do processo de ativação foi realizada através da construção de uma superfície de resposta gerada através de experimentos de um delineamento fatorial compósito central rotacional com 5 níveis, sendo otimizada as variáveis temperatura de ativação, tempo de ativação e razão ativante/carvão (Tabela 1).

O planejamento composto central rotacional realizado com 18 experimentos sendo 8 pontos fatoriais, 6 pontos axiais (dois pontos axiais, em cada eixo das variáveis, distantes 1,68 do centro do planejamento) e 4 replicatas no ponto central (Tabela 2).

Níveis codificados	Temperatura (C°)	Tempo de ativação (minutos)	Razão Ativante/carvão
1,68	943,9	120,0	7,00
1	833,9	103,8	5,79
0	672,0	80,00	4,00
-1	510,0	56,19	2,21
-1,68	400,0	40,00	1,00

Tabela 1: Níveis codificados de temperatura de ativação, tempo de ativação e concentração de ativante.

A capacidade de adsorção de azul de metileno dos carvões produzidos foi realizada de acordo com Cruz Junior (2010) com modificações. As análises foram realizadas em triplicata utilizando 0,100 g de cada carvão, adicionados em frascos erlenmeyers de 125

mL seguido de 50 mL de solução de azul de metileno 1200 mg L^{-1} , na sequência foram agitados durante 60 min a 150 rpm. Ao término da agitação, coletou-se 15,0 mL da mistura de cada frascos e centrifugou-se por 10 min com auxílio de tubos para centrifuga de 20,0 mL. A leitura foi realizada em um espectrofotômetro modelo GTA 96 no comprimento de onda 665 nm e as amostras foram diluídas quando necessário de forma que as absorbâncias se apresentassem dentro da faixa de concentração da curva analítica.

A construção da curva de calibração de azul de metileno foi realizada através da diluição da solução 1200 mg L^{-1} para as concentrações de 0,24; 0,48; 1,20; 2,40; 4,80; 6,00; $12,00 \text{ mg L}^{-1}$.

3 | RESULTADOS

3.1 Análise Termogravimétrica

A análise termogravimétrica (TG/DTG) é uma técnica analítica em qual a massa é monitorada em razão do tempo ou da temperatura (YANG *et al.*, 2007). Os resultados obtidos da análise termogravimétrica da casca da semente de pinhão estão representados na Figura 3 a seguir:

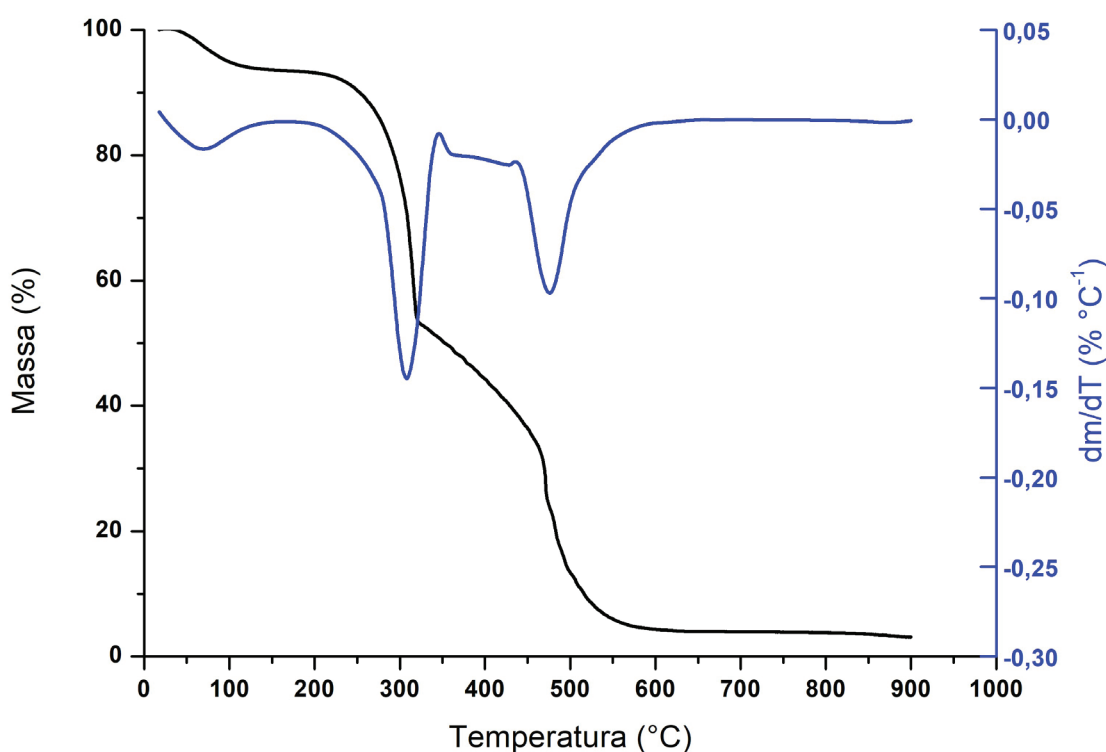


Figura 3: Curva TG/DTG da casca de semente de pinhão obtida a $10 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, sob atmosfera dinâmica de N_2 (20 mL min^{-1}).

A primeira variação do processo em aproximadamente $100 \text{ }^\circ\text{C}$ é referente dessorção da água presente no material que corresponde a aproximadamente 5% de massa. A segunda variação apresenta decomposição de materiais voláteis, os gases SO_2 , CO_2 ,

NO_2 , H_2 , em aproximadamente 300 °C representando a maior perda de massa nessa faixa de temperatura.

A faixa de variação de 300 °C a 500 °C (Figura 3), observou-se a decomposição das moléculas lignocelulósicas que compõe o precursor corresponde a aproximadamente 70% de acordo com Yang *et al.* (2007), a hemicelulose degrada-se na faixa de temperatura entre 230 ~ 315 °C, a celulose entre 325 °C ~ 400 °C. A degradação da lignina é um processo lento e ocorre entre 160 °C a 900 °C. A estabilização da perda de massa do precursor ocorreu a partir de 600 °C e o percentual resultante do processo é de 4 %.

Mattos (2016) realizou análise termogravimétrica nas cascas da sementes de *Araucária Angustifolia* e relatou três variações no termograma: a primeira variação de temperatura na faixa de 50 °C a 100 °C representou a perda da água, a segunda na faixa, em aproximadamente 350 °C, a decomposição da holocelulose e a terceira em 450 °C a degradação da lignina.

Os resultados da análise termogravimétrica foram utilizados para a escolha da temperatura da etapa de carbonização.

3.2 Rendimento

O rendimento obtido da etapa de carbonização apresentou valor médio de 31,45% ± 1,48 esse valor é superior ao observado em outras biomassas, Li *et al.* (2008), carbonizou as cascas de coco e o resultado obtido foi 20,96% de rendimento, Michailof *et al.* (2008), realizou pirolise na casca de Oliveira e o rendimento foi de aproximadamente 25%, Hirata *et al.* (2002), produziu carvão ativado a partir da borra de café e obteve 29,05% de rendimento na etapa de carbonização.

O rendimento dos carvões após etapa de ativação nas condições do Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) é apresentado na Tabela 2.

A faixa de rendimento verificadas nas condições do DCCR apresentou entre nesta etapa de 32,00 a 83,90% demonstrando a influência dos fatores analisados nesse parâmetro. A variação de temperatura e concentração do ativante e tempo podem interferir no rendimento dos CAs, Aznar (2011) analisou carvões ativados com H_3PO_4 em diferentes condições de ativação de temperatura (500 °C, 600 °C e 700 °C) e porcentagem de ativante (30%, 40%, 50%) obteve-se rendimentos na faixa de 35 % a 50%. Vargas (2010) otimizou o processo de preparo de carvão ativado com NaOH e obteve rendimentos entre 9,66 e 20,59%.

Wu, Tseng e Juang (2008), produziram carvão ativado com KOH a temperatura 780 °C por uma hora e obtiveram rendimento de 14,9% para madeira de pinho e 22,7% para casca de pistache.

A variação no rendimento após o processo de ativação pode estar relacionada à formação de poros com a concomitante volatilização do material proveniente do poro

gerado, também se deve atentar que condições muito severas de ativação podem provocar o colapso de micros e mesoporos gerando macroporos, condição indesejável devido a baixa capacidade de adsorção destes. Uma das formas de verificar as melhores condições de ativação é avaliando a capacidade máxima de adsorção do azul de metileno, que apresenta tamanho de molécula favorável à adsorção em mesoporos (MULLER *et al.*, 2019).

Experimentos	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Razão ativante/carvão	Rendimento (%)
1	510,0 (-1)	56,19(-1)	2,21(-1)	60,2 %
2	834,0 (1)	56,19(-1)	2,21(-1)	50,8%
3	510,0(-1)	103,8(1)	2,21(-1)	83,9%
4	834,0(1)	103,8(1)	2,21(-1)	50,7%
5	510,0(-1)	56,19(-1)	5,79(1)	71,0%
6	834,0(1)	56,19(-1)	5,79(1)	46,0%
7	510,0(-1)	103,8(1)	5,79(1)	47,0%
8	834,0(1)	103,8(1)	5,79(1)	32,0%
9	400,0(-1,68)	80,00 (0)	4,00(0)	75,0%
10	943,9(1,68)	80,00(0)	4,00(0)	65,0%
11	672,0(0)	40,00(-1,68)	4,00(0)	62,0%
12	672,0(0)	120,0(1,68)	4,00(0)	58,0%
13	672,0(0)	80,00(0)	7,00(1,68)	61,0%
14	672,0(0)	80,00 (0)	1,00(-1,68)	77,8%
15	672,0(0)	80,00(0)	4,00(0)	59,0%
16	672,0(0)	80,00(0)	4,00(0)	56,7%
17	672,0(0)	80(0)	4,00(0)	57,7%
18	672,0(0)	80(0)	4,00(0)	58,8%

Tabela 2: Matriz do Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com as variáveis reais e codificadas e resultados obtidos para o rendimento dos carvões ativados.

3.3 Otimização das condições de ativação do carvão

O planejamento composto central rodável foi estabelecido com 18 experimentos sendo 8 pontos fatoriais, 6 pontos axiais (dois pontos axiais, em cada eixo das variáveis, distantes 1,68 do centro do planejamento) e 4 replicatas no ponto central. Os experimentos foram organizados de forma aleatória para prevenção erros sistemáticos e balancear o efeito das variáveis não-controláveis do sistema. Para identificar o erro puro e variância no sistema foram realizadas quatro repetições do ponto central (VARGAS, 2010; BEZERRA *et al.*, 2008; NASCIMENTO *et al.*, 2014).

Os valores das variáveis utilizados para cada experimento e os sinais dos níveis codificado (+1,0,-1) que são os valores inferiores e os -1,68 e 1,68 que representam os

eixos cartesianos (x, y, z) (Vargas, 2010). A variável resposta utilizada na otimização foi a capacidade máxima de adsorção do azul de metileno por grama de carvão (Tabela 3).

Ordem	$X_1^{(a)}(x_1)^{(b)}$ (°C)	$X_2^{(a)}(x_2)^{(b)}$ (min)	$X_3^{(a)}(x_3)^{(b)}$	Adsorção (mg g ⁻¹)
1	510,0 (-1)	56,19(-1)	2,21(-1)	71,75
2	834,0 (1)	56,19(-1)	2,21(-1)	168,47
3	510,0(-1)	103,8(1)	2,21(-1)	5,085
4	834,0(1)	103,8(1)	2,21(-1)	251,53
5	510,0(-1)	56,19(-1)	5,79(1)	61,92
6	834,0(1)	56,19(-1)	5,79(1)	561,69
7	510,0(-1)	103,8(1)	5,79(1)	64,65
8	834,0(1)	103,8(1)	5,79(1)	599,77
9	400,0(-1,68)	80,00 (0)	4,00(0)	35,69
10	943,9(1,68)	80,00(0)	4,00(0)	599,93
11	672,0(0)	40,00(-1,68)	4,00(0)	279,50
12	672,0(0)	120,0(1,68)	4,00(0)	419,30
13	672,0(0)	80,00(0)	7,00(1,68)	246,07
14	672,0(0)	80,00 (0)	1,00(-1,68)	82,68
15	672,0(0)	80,00(0)	4,00(0)	290,87
16	672,0(0)	80,00(0)	4,00(0)	328,58
17	672,0(0)	80(0)	4,00(0)	329,13
18	672,0(0)	80(0)	4,00(0)	339,51

Tabela 3: Matriz do (DCCR) com as variáveis reais e codificadas e resultados obtidos para adsorção de azul de metileno por grama de carvão.

(a) Valores reais: x_1 : Temperatura; x_2 Tempo; x_3 Razão ativante. (b) Valores codificados.

Verifica-se a influência dos fatores na capacidade de adsorção do CAs, apresentando faixa de adsorção de 5,085 a 599,931 mg g⁻¹. O maior valor de adsorção foi observado no experimento 8 realizado sob as condições de ativação 835°C; 103,8 minutos; 5,79:1 de razão ativante/carvão e o experimento 10 com as seguinte condições 944 °C, 80 minutos e 4:1 apresentaram adsorção 599,77 e 599,93 mg g⁻¹ respectivamente.

Vargas (2010) avaliou a produção de carvão por meio de planejamento composto rodável central e observou que a mudança das condições resultou em variação na área superficial e no rendimento dos CAs.

3.3.1 Efeitos lineares, quadráticos e de interação em relação a adsorção

A análise de variância é um método estatístico que fragmenta em um conjunto de

dados a variação total para examinar as hipóteses dos parâmetros do modelo (HUIPING *et al.*,2007). Os resultados do modelo de regressão dos experimentos para avaliar os efeitos lineares, quadráticos e de interação das três variáveis estão descritos nas Tabelas 4 e 5.

	Estimativa	Erro Padrão	Valores t	Valor-P
Intercepto	329,16	27,323	12,049	2,081e ⁻⁰⁶ ***
X1	170,47	14,817	11,5048	2,954 e ⁻⁰⁶ ***
X2	21,348	14,817	1,4408	0,1876
X3	77,160	14,819	5,2076	0,0008148***
X1:x2	23,134	19,351	1,1955	0,2661
X1:x3	86,466	19,351	4,4684	0,002088**
X2:X3	3,0512	19,351	0,1577	0,8786
X1 ²	-14,488	15,412	-0,9400	0,3741
X2 ²	-3,2172	15,412	-0,2088	0,8399
X3 ²	-67,496	15,412	-4,3795	0,002350*

Tabela 4: Efeitos das variáveis de produção do carvão sobre a capacidade máxima de adsorção de azul de metileno.

Na Tabela 4 está descrito os valores resultantes do modelo de regressão, observa-se que o intercepto, x_1 (temperatura), x_3 (razão ativante/carvão), x_3^2 e $x_1:x_3$ (interação de temperatura com razão ativante/carvão), apresentam valores de p inferiores a 0,05 demonstrando que são fatores significantes, entretanto x_2 (tempo), $x_1:x_2$, $x_2:x_3$, x_1^2 , x_2^2 tem os valores de p superiores a 0,05 demonstrando que não são significativos.

Verificou-se por meio da análise de dados que existe interação entre fatores e a significância dos efeitos lineares de x_1 e x_3 , os altos valores da estimativa indicam sua importância no processo, no entanto x_1 é maior que x_3 apontando que a temperatura tem maior significância que a razão ativante no processo.

Reffas *et al.*, (2010) impregnou carvões com diferentes quantidades de H_3PO_4 para investigar a influência do fator razão ativante/carvão na área superficial e na adsorção, os resultados foram significativos, o aumento da área superfície e na quantidade de mesoporos foi proporcional ao acréscimo de ativante.

Aznar (2011) identificou o efeito da interação dos fatores da temperatura e concentração de ativante, relatou que em seus experimentos as amostras com concentração de 50% obtiveram acréscimo na área superficial conforme o aumento da temperatura.

Os efeitos dos coeficientes confirmam a interação entre temperatura e concentração do ativante e apenas o fator concentração do ativante tem efeito quadrático significativo, todavia o valor de x_3^2 é negativo indicando que o aumento da concentração pode diminuir

a capacidade de adsorção.

Vargas (2010) obteve na análise de variância, os efeitos quadráticos negativos e significativos em (x_1^2) e (x_2^2) e constatou que os dois fatores contribuem para a diminuição da área superficial em valores fora da região experimental. Na Tabela 5, contém os fatores significantes da Tabela 4 utilizados para elaboração do modelo de regressão quadrática ajustado.

	Estimativa	Erro padrão	Valores t	Valor-P
Intercepto	329,16	27,323	12,049	2,081e ⁻⁰⁶
X1	170,47	14,817	11,5048	2,954 e ⁻⁰⁶
X3	77,160	14,819	5,2076	0,0008148
X1:x3	86,466	19,351	4,4684	0,002088
X3 ²	-67,496	15,412	-4,3795	0,002350

Tabela 5: Efeitos significativos sobre a capacidade máxima de adsorção de azul de metileno.

O modelo de regressão quadrático elaborado com os efeitos lineares e quadráticos significantes pela análise de dados do experimento para adsorção é dado pela equação quadrática a seguir:

$$Y = 329,16 + 170,47x_1 + 77,160x_3 - 67,496x_3^2 + 86,466 x_1x_3$$

A Superfície de resposta para a capacidade de adsorção de azul de metileno (mg g⁻¹) em função das variáveis x_1 temperatura e x_3 razão ativante é apresentada na Figura 4.

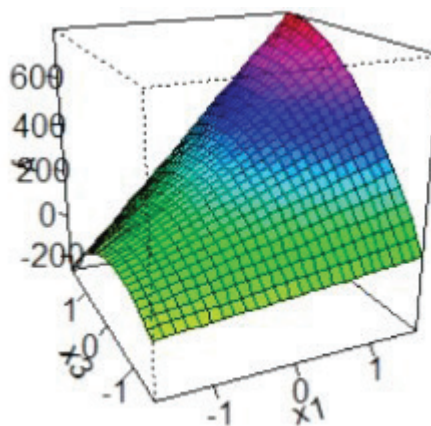


Figura 4: Superfície de resposta da capacidade de adsorção de azul de metileno (mg g⁻¹) em função das variáveis x_1 temperatura e x_3 razão ativante.

Analisando o gráfico pode-se verificar que os pontos de temperatura (x_1) e razão (x_3) que resultaram em maior adsorção ocorrem nos níveis codificados (1,1) representam a temperatura 834,0 °C, 5,79 de razão ativante/carvão. O experimento 8 foi realizado nessas condições e obteve o resultado 599,77 mg/g de adsorção de azul de metileno.

O ativante químico degrada parcialmente o material carbonoso, desobstruindo e produzindo poros por meio da desidratação, a temperatura intensifica as taxas de reações

entre carvão e ativante. (GASPARD *et al.*, 2014; VARGAS, 2010).

Reddy *et al.* (2015), produziram carvão ativado a partir das sementes de palmas em diferentes condições de temperatura, tempo e concentração, os resultados apontaram que temperatura e o tempo de ativação apresentam significativos na adsorção de azul de metileno. Por outro lado, temperatura muito baixas, pode não ocorrer um aumento satisfatório de quantidade de poros reduzindo a capacidade de adsorção (PEREIRA *et al.*, 2008).

O aumento da razão ativante resulta em acréscimo na capacidade adsorção, Wu e Tseng (2008) verificou o aumento da adsorção de corantes em carvões ativados com maior razão ativante, fato que também foi constatado por Prahas e Yoga Kartika (2007), que ao avaliar o carvão ativado proveniente de resíduos de jaca observou que com aumento da temperatura e da quantidade de ativante ocorreu maior formação de mesoporos e o alargamento de microporos para mesoporos resultando em maior adsorção na superfície dos CAs.

Em condições semelhantes Tan, Ahmad e Hameed (2008), obtiveram o carvão ótimo nos pontos temperatura 816 °C , tempo 1 hora de ativação e a razão de 3,9 de hidróxido de potássio com rendimento de 15,5% e capacidade de adsorção de azul de metileno de 434,78 mg/g, Reddy *et al.*, (2015) otimizou o processo de ativação por meio da metodologia de superfície de resposta e os pontos ótimos de suas análises foram 500°C; razão de ativante 3,1 e o 71,4 min resultando em 445,7 mg/g de capacidade de adsorção e em uma área superficial de 846,7 m²/g.

4 | CONCLUSÕES

A casca da semente de pinhão *Araucaria Angustifolia*, demonstrou ser uma boa alternativa para fabricação do carvão ativado apresentando elevado teor de carbono fixo.

A otimização das condições de ativação do carvão de casca de pinhão empregado DCCR e variável resposta o a capacidade de adsorção do corante azul de metileno apresentou condições ótimas utilizando temperatura de 834,0 °C, e razão ativante/carvão de 5,79, e não apresentou efeito significativo o tempo de ativação na faixa de tempo estudada.

Os valores otimizados de capacidade de adsorção demonstram que o carvão produzido apresenta elevada área superficial composta de mesoporos, apresentando-se como um forte candidato para futuros estudos visando a remoção de inúmeros xenobióticos em matrizes aquosas.

REFERÊNCIAS

- AZNAR, J. S. **Characterization of activated carbon produced from coffee residues by chemical and physical activation**. 2011. 60 f. Master Thesis (Master degree in Chemical Engineering) – KTH Chemical Science and Engineering, Stockholm, 2011.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003.
- BEZERRA, M. A. *et al.* Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical. **Talanta**, v. 76, p. 965–977, 2008.
- BRUM, S. S. *et al.* Preparação e caracterização de carvão ativado produzido a partir de resíduos do beneficiamento do café. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1048–1052, 2008.
- CRUZ JUNIOR, O. F. **Produção de carvão ativado a partir de produtos residuais de espécies nativas da região amazônica**. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- DEGISI, S. *et al.* Characteristics and adsorption capacities of low-cost sorbents for wastewater treatment: A review. **Sustainable Materials and Technologies**, v. 9, p. 10–40, 2016.
- DIAS, J. M.; ALVIM-FERRAZ, M. C. M. Activated carbon in landfill leachate treatment. *New Topics in Water Resources Research and Management*, p. 137-166, 2008.
- DIAS, J. M. *et al.* Waste materials for activated carbon preparation and its use in aqueous-phase treatment: a review. **Journal of Environmental Management**, v. 85, n. 4, p. 833–846, 2007.
- FUENTE, E. *et al.* Infrared spectroscopy of carbon materials: a quantum chemical study of model compounds. **The Journal of Physical Chemistry**, v. 107, p. 6350–6359, 2003.
- GASPARD, S. *et al.* activated carbon from biomass for water treatment. **Green Chemistry Series**, Guadeloupe, n. 25, p. 46–105, 2014.
- HAMEED, B. H.; TAN, I. A. W.; AHMAD, A. L. Optimization of basic dye removal by oil palm fibre-based activated carbon using response surface methodology. **Journal of Hazardous Materials**, v. 158, n. 2-3, p. 324–332, 2008.
- HIRATA, M. *et al.* Adsorption of dyes onto carbonaceous materials produced from coffee grounds by microwave treatment. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 254, n. 1, p. 17–22, 2002.
- HUIPING, Li *et al.* Technologic parameter optimization of gas quenching process using response surface method. **Computational Materials Science**, v. 38, n. 4, p. 561–570, 2007
- LI, W. *et al.* Effects of carbonization temperatures on characteristics of porosity in coconut shell chars and activated carbons derived from carbonized coconut shell chars. **Industrial Crops and Products**, v. 28, n. 2, p. 190–198, 2008.
- LILLO-RÓDENAS, M. A.; CAZORLA-AMORÓS, D.; LINARES-SOLANO, A. Understanding chemical reactions between carbons and NaOH and KOH - An insight into the chemical activation mechanism. **Carbon**, v. 41, p. 267–275, 2003.
- LOZANO-CASTELLÓ, D. *et al.* Carbon activation with KOH as explored by temperature programmed techniques, and the effects of hydrogen. **Carbon**, v. 45, p. 2529–2536, 2007.

- MATTOS, B. D. *et al.* Thermosetting composites prepared using husk of pine nuts from *araucaria angustifolia*. **Polymer Composites**, v. 39, n. 2, p. 476-483, 2016.
- MICHAILOF, C.; STAVROPOULOS, G. G.; PANAYIOTOU, C. Enhanced adsorption of phenolic compounds, commonly encountered in olive mill wastewaters, on olive husk derived activated carbons. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 6400–6408, 2008.
- MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. 8th ed. New York: J. Wiley, 2012. 757 p.
- MORENO-CASTILLA, C. Adsorption of organic molecules from aqueous solutions on carbon materials. **Carbon**, v. 42, n. 1, p. 83–94, 2004.
- MOPOUNG, S. Surface Image of Charcoal and Activated Charcoal from Banana Peel. **Journal of Microscopy Society Of Thailand**, S. Mopoung, p. 15-19, 2008.
- NABAIS, J. V. *et al.* Influence of preparation conditions in the textural and chemical properties of activated carbons from a novel biomass precursor: The coffee endocarp. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 7224–7231, 2008.
- NASCIMENTO, R. F. *et al.* **ADSORÇÃO**: aspectos teóricos e aplicações ambientais. 1. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.
- PEREIRA, E. *et al.* Preparação de carvão ativado em baixas temperaturas de carbonização a partir de rejeitos de café: utilização de FeCl_3 como agente ativante. **Química Nova**, v. 31, n. 6, p.1296–1300, 2008.
- PRAHAS, D.; YOGA KARTIKA, A. T. Activated carbon from jackfruit peel waste: preparation, characterization, and its application on methylene blue adsorption. 2007. Tese de Doutorado. Widya Mandala Catholic University Surabaya.
- RAMOS, P. H. *et al.* Produção e caracterização de carvão ativado produzido a partir do defeito preto, verde, ardido (PVA) do café. **Química Nova**, v. 32, n. 5, p. 1139–1143, 2009.
- REDDY, K. S. K.; SHOAIBI, A. A; SRINIVASAKANNAN, C. Preparation of porous carbon from date palm seeds and process optimization. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 12, p. 959–966, 2015.
- REFFAS, A. *et al.* Carbons prepared from coffee grounds by H_3PO_4 activation: characterization and adsorption of methylene blue and nylosan red N-2RBL. **Journal of Hazardous Materials**, v. 175, p. 779–788, 2010.
- REZENDE, S. C. de. **Valorização da casca do pinhão, um subproduto da semente de Araucaria angustifolia, para produção de materiais poliméricos**. 2016. 110 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar). Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2016.
- ROUQUEROL, J. *et al.* Recommendations for the characterization of porous solids. **International Union of Pure and Applied Chemistry**, v. 66, n. 8, p. 1739–1758, 1994.
- SCHETTINO JUNIOR, M. Â. **Ativação Química do Carvão de Casca de Arroz Utilizando NaOH**. 2004. 78 f. Dissertação (Mestrado em Física)-Departamento de Física e Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.
- SING, Kenneth S. W Adsorption by Active Carbons. **Adsorption By Powders And Porous Solids: principles, methodology and applications**, p. 322-383, 2014.
- TAN, I. A. W.; AHMAD, A. L.; HAMEED, B. H. Optimization of preparation conditions for activated carbons from coconut husk using response surface methodology. **Chemical Engineering Journal**, v. 137, n. 3, p. 462–470, 2008.

VARGAS, A. M. M. **Preparação e caracterização de carvões ativados obtidos a partir de vagens de flamboyant (*Delonix regia*) mediante ativação química com NaOH.** 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Departamento de Química do Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

WU, F-C.; TSENG, R-L. High adsorption capacity NaOH-activated carbon for dye removal from aqueous solution. **Journal of Hazardous Materials**, v. 152, n. 3, p. 1256–1267, 2008.

XIA, C.; SHI, S. Q. Self-activation for activated carbon from biomass: theory and parameters. **Green Chemistry**, v. 18, n. 7, p. 2063–2071, 2016.

YANG, H. *et al.* Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. **Fuel**, v. 86, n. 12-13, p. 1781–1788, 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Termodinâmica 25, 26

Ácidos Graxos 27, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 111, 112, 115, 116, 117

Adsorção 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 139

Aguardente 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Alaranjado de Metila 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57

Antiacetilcolinesterase 58, 59, 61, 62, 63

Artemia Salina 58, 59, 60, 62, 63, 149, 151, 155, 156, 160, 163, 164, 165

Azo-Composto 73, 74, 75

B

Bioquiralidade 1, 2, 4, 8, 9, 11, 12, 13, 14

C

Canela 159, 160, 165, 167

Carvão Ativado 48, 49, 56, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 137, 138, 139

Casca da Semente de Pinhão 124, 129, 131, 137

Ciclo de Refrigeração Por Absorção 100, 101, 102, 103, 104, 107, 108

Citrus Sinensis 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158

Coefficiente de Desempenho 100, 101, 103

Combustão 91, 92, 93, 94, 96, 97

Corante 46, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 73, 74, 137

D

Delineamento Fatorial 124, 130

E

Egfet 169, 170, 171, 172, 174, 175

Eletroquímica 14, 176, 177, 178, 179, 180, 182

Energia 1, 2, 4, 8, 11, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 27, 50, 51, 54, 70, 91, 93, 94, 101, 103, 107, 127, 141, 143, 144, 145, 146, 177, 178, 180

Energia Nuclear 141, 143, 145, 146

Equilíbrio Químico 30, 91, 93, 98

F

Fécula 40, 41

Fermentação 3, 39, 40, 42, 43, 44, 45

G

Gengibre 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57

Glicerol 25, 26, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 111, 112, 113, 116

I

Interações Fundamentais 2, 6, 11

L

Larvicida 155, 157, 159, 160, 162, 163, 165, 166, 167, 168

Laser Scanner Terrestre 79, 80

Limites de Inflamabilidade 91, 92, 93, 97, 98

M

Maximização de Entropia 25, 26, 29, 32

Medicina Nuclear 141, 143, 145, 146, 147

Modellus 18, 19, 20, 21, 22

Modelo Geológico 79, 81, 85

Momordica Charantia 58, 59, 63

N

N-Butano 100, 101, 102, 104, 105, 106, 108

N-Octano 100, 101, 102, 104, 105, 106, 108, 109

Núcleo Atômico 141, 143, 145, 146

O

Oficina Pedagógica 176, 177

Óleo Essencial 46, 48, 57, 148, 149, 150, 157, 158, 159, 160, 162, 167

Óleo Vegetal 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119

P

Pêndulo Simples 18, 19, 20, 21

Ph 169

Planejamento Mineiro 79, 84

Poliuretana 110, 117, 118

R

Radioisótopos 141, 142, 143, 144, 145, 146

Reposição Óssea 110, 117

S

Sacarificação 40, 42, 44

Sensor De 169, 170

T

Temperatura 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 41, 42, 47, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 117, 123, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 151, 153, 156

Temperatura Adiabática da Chama 91, 93, 94, 95, 97, 98

Temperatura Normal de Ebulição 64, 65, 67, 68, 69, 70

Termodinâmica Química 64

Toxicidade 58, 59, 60, 61, 62, 75, 100, 102, 111, 148, 149, 150, 151, 152, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020