

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

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

Data de aceite: 01/07/2020

Jéssica Ribeiro Galdini

Universidade Federal de São Paulo, Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas,
Departamento de Engenharia Química
Diadema – SP

Luciana Yumi Akisawa Silva

Universidade Federal de São Paulo, Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas,
Departamento de Engenharia Química
Diadema – SP
<http://lattes.cnpq.br/6845759105423166>

RESUMO: Grande parte das indústrias químicas manipulam materiais inflamáveis e enfrentam perigo relacionado à combustão destes materiais. As características de inflamabilidade das substâncias químicas são importantes para os procedimentos de segurança na estocagem, processamento e manipulação, dentre estas características destacam-se os limites de inflamabilidade. Os limites de inflamabilidade são definidos como o intervalo da razão de equivalência ar-combustível, em que uma substância inflamável pode produzir fogo ou explosão quando uma fonte de ignição está presente. Este trabalho teve como objetivo estimar os limites de inflamabilidade dos

hidrocarbonetos, metano, etano e propano, por meio do cálculo de equilíbrio químico e determinação da temperatura adiabática da chama. Esta metodologia assume que a temperatura adiabática é constante para diferentes combustíveis, e que os limites de inflamabilidade correspondem a temperatura adiabática da chama limite. A composição de equilíbrio da reação de combustão foi determinada por meio da minimização da Energia Livre de Gibbs. O metano, etano e propano apresentaram limites de inflamabilidade semelhantes. O limite de inflamabilidade inferior (LII) foi igual a uma razão de equivalência ar-combustível (Φ) de 0,5 e o limite de inflamabilidade superior (LIS) foi de Φ igual a 2,1 para uma temperatura adiabática da chama igual a 1500 K.

PALAVRAS-CHAVE: Limites de inflamabilidade, combustão, equilíbrio químico, temperatura adiabática da chama.

DETERMINATION OF THE FLAMMABILITY LIMITS OF HYDROCARBONS BASED ON CHEMICAL EQUILIBRIUM CALCULATION

ABSTRACT: Most of the chemical industries handle flammable materials and deal with the danger related with the combustion of these

materials. The flammability characteristics of chemicals like flammability limits are important for safety procedures in storage, processing and handling. Flammability limits are defined as the range of the air-fuel equivalence ratio, in which a flammable chemical can produce a fire or explosion when an ignition source is present. This work estimated the flammability limits of hydrocarbons, methane, ethane and propane, by calculating chemical equilibrium and determining the adiabatic flame temperature. This methodology assumes that adiabatic flame temperature is constant for different fuels and the flammability limits corresponds to the threshold adiabatic flame temperature. The equilibrium composition of the combustion reaction was determined by minimizing Gibbs free energy. Methane, ethane and propane had similar flammability limits. The lower flammability limit (LFL) was equal to an air-fuel equivalence ratio (Φ) of 0.5 and the upper flammability limit (UFL) was Φ equal to 2.1 for a threshold adiabatic flame temperature of the 1500 K.

KEYWORDS: Flammability limits, combustion, chemical equilibrium, adiabatic flame temperature.

1 | INTRODUÇÃO

O conhecimento do potencial de combustão de uma substância química é fundamental para o desenvolvimento de procedimentos de segurança de processos químicos. Os limites de inflamabilidade são características importantes que devem ser conhecidas para a estocagem, manipulação e processamento de substâncias inflamáveis. Os limites de inflamabilidade representam a quantidade mínima (limite de inflamabilidade inferior – LII) e máxima (limite de inflamabilidade superior – LIS) de combustível necessária para que ocorra a propagação de chamas em uma mistura ar-combustível (Dwyer et al., 2003 e Crowl, 2012).

A determinação experimental dos limites de inflamabilidade é realizada por meio do método do tubo e existem diferentes metodologias, como por exemplo, a metodologia U. S. Bureau Mines, a ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), ASTM – E681 e EN 1839. Estas metodologias diferem na forma e no tamanho do aparato experimental, na fonte de ignição e no critério de propagação da chama, o que implica em limites de inflamabilidade diferentes para uma mesma substância (Rowley, 2010). Apesar, dos dados experimentais serem necessários, eles são escassos e muitas vezes indisponíveis para diferentes condições de operações industriais, sendo necessário o uso de modelos preditivos para estimar os limites de inflamabilidade. Entre os métodos preditivos existentes para a estimativa dos limites de inflamabilidade destacam-se a equação de Shimy, o método de contribuição de grupos e o método da temperatura da chama adiabática calculada (Calculated Adiabatic Flame Temperature – CAFT) (Zhao, 2008).

De acordo com o trabalho desenvolvido por Shimy (1970), o limite de inflamabilidade

inferior dos hidrocarbonetos depende somente do número de átomos de carbono na cadeia, enquanto o limite de inflamabilidade superior depende do número de carbonos e do número de hidrogênios presente na cadeia.

Albahri (2003) desenvolveu um método baseado na abordagem da contribuição de grupos para prever a temperatura do ponto de fulgor, a temperatura de auto-ignição e dos limites de inflamabilidade de hidrocarbonetos.

A temperatura adiabática da chama é a temperatura que é obtida, quando não há perdas de calor durante a combustão e a entalpia permanece constante (Zhao, 2008). Melhem (1997), Mashuga e Crowl (1999) e Du et al. (2014) utilizaram ao método da temperatura adiabática da chama calculada para determinar os limites de inflamabilidade para substâncias puras e misturas. O método da temperatura adiabática da chama calculada consiste no cálculo do equilíbrio químico, seguido pela determinação da temperatura adiabática da chama. Este método assume que a temperatura adiabática da chama nos limites de inflamabilidade é aproximadamente constante para diferentes combustíveis (Rowley, 2010 e Melhem, 1997). Este trabalho utilizou o método da temperatura da chama adiabática calculada para estimar os limites de inflamabilidade do metano, etano e propano.

2 | METODOLOGIA

A predição dos limites de inflamabilidade foi realizada de acordo com o procedimento descrito por Melhem (1997), que consiste nas seguintes etapas:

- 1) Cálculo do equilíbrio químico por meio da minimização da Energia Livre de Gibbs.
- 2) Determinação da temperatura adiabática da chama.

2.1 Cálculo do equilíbrio químico

Os combustíveis analisados neste trabalho foram o metano, etano e propano e o comburente foi o ar formado por 79 % em mol de N_2 e 21 % em mol de O_2 . Foram considerados como produtos da reação de combustão o CO_2 , CO , H_2 e H_2O e o N_2 presente no ar foi presumido ser inerte. Nos cálculos realizados, a reação de combustão ocorreu na pressão de 1 bar e, por isso considerou-se que os gases envolvidos apresentam o comportamento de gás ideal.

A determinação de composição de equilíbrio foi realizada por meio da minimização da Energia Livre de Gibbs, que é dada pela seguinte equação:

$$G(T, P, n_i) = \sum_i n_i \cdot \Delta G_{f,i} + R \cdot T \cdot \sum_i n_i \cdot \ln y_i \quad (1)$$

Em que, T é a temperatura em K, R é a constante universal dos gases (8,314 J/mol.K), n_i é o número de mols do componente i , y_i é a fração molar do componente i e

$\Delta G_{f,i}$ representa a variação da Energia Livre de Gibbs envolvida na formação de um mol de uma substância a partir dos seus constituintes puros no estado padrão. Por exemplo, para o C_2H_6 a sua reação de formação é dada por:



Assim, tem-se que:

$$\Delta \underline{G}_{f,C_2H_6}(T) = \underline{G}_{C_2H_6}(T) - 2 \cdot \underline{G}_C(T) - 3 \cdot \underline{G}_{H_2}(T) \quad (3)$$

Sendo que, $G_i(T)$ é dado por:

$$\underline{G}_i(T) = \left\{ a_1 \cdot (1 - \ln T) - \frac{a_2 \cdot T}{2} - \frac{a_3 \cdot T^2}{6} - \frac{a_4 \cdot T^3}{12} - \frac{a_5 \cdot T^4}{20} + \frac{a_6}{T} - a_7 \right\} \cdot R \quad (4)$$

Os coeficientes a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 , a_6 e a_7 foram obtidos de Burcat e Ruscic (2005) e estão relacionados na Tabela 1.

A minimização da Energia Livre de Gibbs do sistema reacional é um problema não-linear e sua resolução foi realizada com auxílio da ferramenta “SOLVER” do Excel, por meio do Método do Gradiente Reduzido Generalizado (GRG – Generalized Reduced Gradient).

2.2 Determinação da temperatura adiabática da chama

A temperatura adiabática da chama a pressão constante é definida como:

$$H_{reagentes}(T_i, P) = H_{produtos}(T_{ad}, P) \quad (5)$$

Em que, H é a entalpia, T_i é a temperatura inicial dos reagentes, T_{ad} é a temperatura adiabática da chama.

Os reagentes se encontravam na temperatura de 298,15 K e na pressão de 1 bar, assim, a entalpia das reagentes foi determinada por:

$$H_{reagentes}(1 \text{ bar}, 298,15 \text{ K}) = \sum_i n_i \cdot \Delta H_{f,i}(1 \text{ bar}, 298,15 \text{ K}) \quad (6)$$

$\Delta H_{f,i}$ é a entalpia padrão de formação de i , e representa a variação de entalpia na formação de um mol de substância a partir dos seus constituintes puros no estado padrão. Para a reação de formação do C_2H_6 , que está descrita na Equação (2), tem-se que:

$$\Delta \underline{H}_{f,C_2H_6} = \underline{H}_{C_2H_6}(T) - 2 \cdot \underline{H}_C(T) - 3 \cdot \underline{H}_{H_2}(T) \quad (7)$$

$$\text{e } \Delta \underline{H}_{f,C_2H_6} = \underline{H}_{C_2H_6}(T) - 2 \cdot \underline{H}_C(T) - 3 \cdot \underline{H}_{H_2}(T) \quad (8)$$

Os produtos da reação de combustão estão na temperatura adiabática da chama (T_{ad}) e na pressão de 1 bar, logo a entalpia dos produtos é dada por:

$$H_{\text{produtos}}(1 \text{ bar}, T_{\text{ad}}) = \sum_i n_i \cdot \Delta H_{f,i}(T_{\text{ad}}) \quad (9)$$

$$\text{e } \Delta H_{f,i}(T) = \Delta H_{f,i}(298,15\text{K}) + \int_{298,15}^{T_{\text{ad}}} C_p dT \quad (10)$$

$$\text{sendo que, } \frac{C_p}{R} = a_1 + a_2 \cdot T + a_3 \cdot T^2 + a_4 \cdot T^3 + a_5 \cdot T^4 \quad (11)$$

Os coeficientes a_1 , a_2 , a_3 , a_4 e a_5 estão relacionados na Tabela 1 (Burcat e Ruscic, 2005).

Na temperatura adiabática da chama, tem-se que:

$$H_{\text{reagentes}}(1 \text{ bar}, 298,15 \text{ K}) - H_{\text{produtos}}(1 \text{ bar}, T_{\text{adiabática}}) = 0 \quad (12)$$

Utilizando-se a ferramenta “SOLVER” do Excel determinou-se a temperatura que satisfazia a Equação (12), encontrando-se a temperatura adiabática da chama.

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
C (s)	1,60E+00	1,43E-03	-5,09E-07	8,64E-11	-5,34E-15	-7,46E+02	-9,30E+00
H ₂ (g)	2,93E+00	8,27E-04	-1,46E-07	1,54E-11	-6,89E-16	-8,13E+02	-1,02E+00
O ₂ (g)	3,66E+00	6,56E-04	-4,93E-07	7,86E-11	-4,61E-15	-9,24E+02	5,87E+00
N ₂ (g)	2,95E+00	1,40E-03	-4,93E-07	7,86E-11	-4,61E-15	-9,24E+02	5,87E+00
CH ₄ (g)	1,91E+00	9,60E-03	-3,38E-06	5,39E-10	-3,19E-14	-1,01E+04	8,48E+00
C ₂ H ₆ (g)	4,05E+00	1,54E-02	-5,47E-06	8,78E-10	-5,23E-14	-1,24E+04	-9,69E-01
C ₃ H ₈ (g)	6,67E+00	2,06E-02	-7,37E-06	1,18E-09	-7,07E-14	-1,63E+04	-1,32E+01
CO (g)	3,05E+00	1,35E-03	-4,86E-07	7,89E-11	-4,70E-15	-1,43E+04	6,02E+00
CO ₂ (g)	4,64E+00	2,74E-03	-9,96E-07	1,60E-10	-9,16E-15	-4,90E+04	-1,93E+00
H ₂ O (g)	2,68E+00	2,97E-03	-7,74E-07	9,44E-11	-4,27E-15	-2,99E+04	6,88E+00

Tabela 1: Coeficientes dos polinômios para o cálculo de propriedades termodinâmicas

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1, 2 e 3 mostram a composição de equilíbrio em função da razão de equivalência (Φ), para o metano, etano e propano respectivamente. A razão de equivalência (Φ) é definida como:

$$\phi = \frac{(A/F)_{\text{estequiométrica}}}{(A/F)} \quad (13)$$

Em que, A/F é a razão ar-combustível.

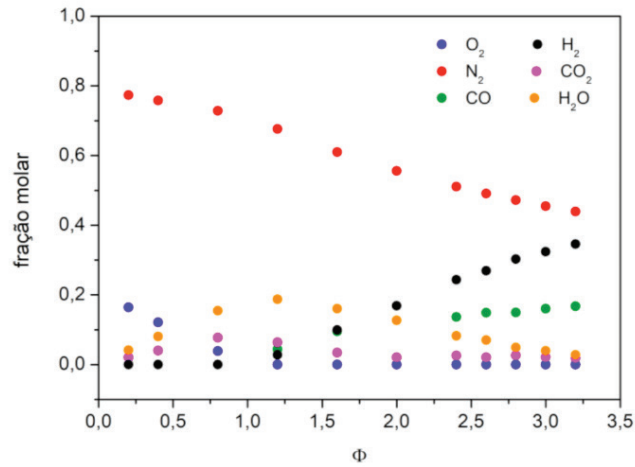


Figura 1: Composição de equilíbrio para reação de combustão do metano.

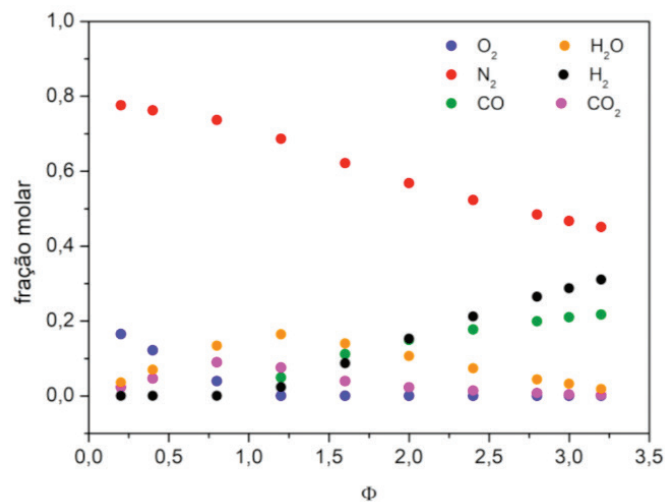


Figura 2: Composição de equilíbrio para a reação de combustão do etano.

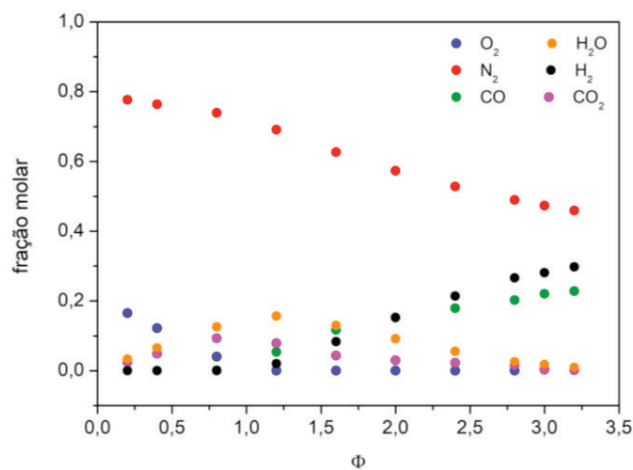


Figura 3: Composição de equilíbrio para a reação de combustão do propano.

A análise das Figuras 1, 2 e 3, mostra que para $\Phi < 1$, tem-se uma mistura pobre em combustível e os produtos majoritários são H_2O , CO_2 , O_2 e N_2 . Como a quantidade de combustível é menor do que a quantidade estequiométrica se tem um excesso de ar e por isso, para $\Phi < 1$, o O_2 não foi totalmente consumido durante a reação. Para $\Phi > 1$, a

mistura é rica em combustível, o O_2 foi totalmente consumido e os produtos majoritários são H_2O , CO_2 , CO e H_2 . Na combustão rica em combustível, observa-se a diminuição de H_2O e CO_2 e um aumento da quantidade de H_2 e CO .

A Figura 4 mostra a relação da temperatura adiabática com a razão de equivalência (Φ) para o metano, etano e propano.

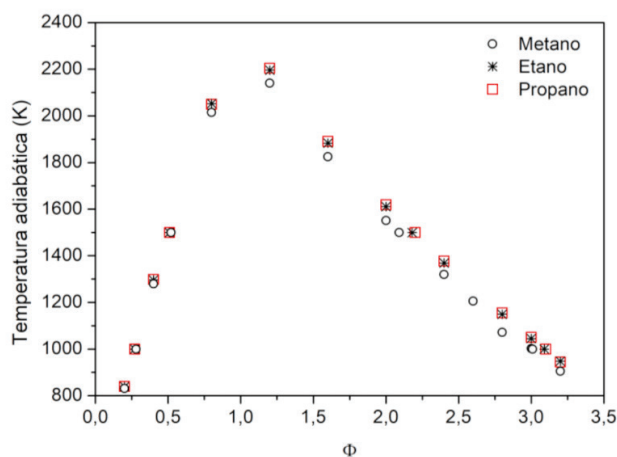


Figura 4: Temperatura adiabática da chama em função da razão equivalência (Φ).

De acordo com a Figura 4, para a combustão pobre ($\Phi < 1$) a temperatura adiabática da chama aumenta com o aumento do Φ . Para a combustão rica ($\Phi > 1$), conforme o valor de Φ aumenta, a temperatura adiabática da chama aumenta diminui.

Conforme relatado por Melhem (1997), a maioria dos dados experimentais de inflamabilidade estão compreendidos no intervalo de temperatura adiabática entre 1000 K e 1500 K. De acordo com este autor a predição dos limites de inflamabilidade utiliza a temperatura adiabática da chama limite, que foi definido como sendo 1000 K.

A Tabela 2 apresenta os valores do limite de inflamabilidade para o metano, etano e propano determinados neste trabalho e os dados medidos por Kondo et al. (2006a).

	Φ no LII este trabalho	Φ no LII (Kondo et al., 2006a)	% desvio relativo	Φ no LIS este trabalho	Φ no LIS (Kondo et al., 2006a)	% desvio relativo
Metano	0,28	0,49	42,86	3,01	1,79	68,15
Etano	0,27	0,52	43,86	3,09	2,38	29,83
Propano	0,27	0,49	44,89	3,10	2,50	24,00

Tabela 2: Limites de inflamabilidade para a temperatura adiabática de chama limite igual a 1000 K.

Comparando os valores medidos por Kondo et al. (2006a) com os valores estimados neste trabalho, os desvios relativos foram altos. Esta discrepância deve-se provavelmente à escolha da temperatura adiabática da chama limite igual a 1000 K. Kondo et al. (2006b) determinaram experimentalmente a temperatura adiabática da chama nos limites de

inflamabilidade para o metano e encontraram que no LII a temperatura adiabática é igual a 1484 K e no LIS é de 1699 K. De acordo com a Figura 4, na temperatura de 1484 K o $\Phi = 0,51$ e em 1699 K tem-se que $\Phi = 1,78$. Utilizando estes novos valores de temperatura adiabática, o desvio relativo em relação aos dados de Kondo et al. (2006a) é de 4,08 % para o LII e de 0,56 % para o LIS. Isto é um forte indicativo, que a temperatura adiabática da chama limite igual a 1000 K, não é a escolha mais adequada. A Tabela 3 apresenta os limites de inflamabilidade para a temperatura adiabática da chama limite igual a 1500 K, em que é possível observar que os desvios relativos são menores do que àqueles obtidos na temperatura de 1000 K.

	Φ no LII este trabalho	Φ no LII (Kondo et al., 2006a)	% desvio relativo	Φ no LIS este trabalho	Φ no LIS (Kondo et al., 2006a)	% desvio relativo
Metano	0,52	0,49	6,12	2,09	1,79	16,76
Etano	0,51	0,52	1,92	2,18	2,38	8,40
Propano	0,51	0,49	4,08	2,20	2,50	12,00

Tabela 3: Limites de inflamabilidade para a temperatura adiabática de chama limite igual a 1500 K.

4 | CONCLUSÃO

A predição dos limites de inflamabilidade por meio dos cálculos de equilíbrio químico e da temperatura adiabática da chama mostrou-se viável, porém os resultados obtidos dependem fortemente da temperatura adiabática da chama limite escolhida. A comparação com dados encontrados na literatura mostrou que a temperatura adiabática de 1500 K é mais adequada, pois forneceu desvios relativos menores do que a temperatura adiabática de 1000 K. Os hidrocarbonetos estudados (metano, etano e propano) apresentaram valores semelhantes de limites de inflamabilidade, o LII foi de $\Phi = 0,5$ e o LIS de $\Phi = 2,1$ para uma temperatura da chama adiabática limite de 1500 K.

REFERÊNCIAS

- Albahri, T. A. **Flammability characteristics of pure hydrocarbons**. Chemical Engineering Science, v. 58, p. 3629-3641, 2003.
- Burcat, A.; Ruscic, B. **Third millennium ideal gas and condensed phase thermochemical database for combustion with updates from active thermochemical tables**. Argonne National Laboratory Report, ANL05/20, 2005.
- Crowl, D. A. **Minimize the risks of flammable materials**. CEP Magazine, p. 28-33, April 2012.
- Dwyer, J.; Hansel, J. G.; Phillips, T. **Temperature influence on the flammability limits of heat atmospheres**. Proceedings of the 22nd Heat Treating Society Conference and the 2nd International Surface Engineering Congress, Indianapolis, Indiana, USA, 2003.

Kondo, S.; Urano, Y.; Takizawa, K.; Takahashi, A.; Tokuhashi, K.; Sekiya, A. **Flammability limits of multi-fluorinated compounds**. Fire Safety Journal, v. 41, p. 46-56, 2006a.

Kondo, S.; Takizawa, K.; Takahashi, A.; Tokuhashi, K. **Extended Le Chatelier's formula and nitrogen dilution effect on the flammability limits**. Fire Safety Journal., v. 41, p. 406-417, 2006b.

Mashuga, C. V.; Crowl, D. **Flammability zone prediction using calculated adiabatic flame temperatures**. Process Safety Progress, v. 18, p. 127-134, 1999.

Melhem, G. A. **A detailed method for estimating mixture flammability limits using chemical equilibrium**. Process Safety Progress, v. 16, p. 203-218, 1997.

Rowley, J. R. **Flammability limits, flash points, and their consanguinity: critical analysis, experimental exploration, and prediction**. D. Sc Thesis, Brigham Young University, 2010.

Shimy, A. **A. Calculating flammability characteristics of hydrocarbons and alcohols**. Fire Technology, v. 6, p. 135-139, 1970.

Zhao, F. **Experimental measurements and modeling prediction of flammability limits of binary hydrocarbon mixtures**. M. Sc. Dissertation, Texas A&M University, 2008.

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