

# 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:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SERIAM AS FORÇAS FUNDAMENTAIS A ORIGEM DA BIOQUIRALIDADE MOLECULAR?	
Alana Carolina Lima dos Santos Celio Rodrigues Muniz Leonardo Tavares de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7702014071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
MODELAGEM DAS EQUAÇÕES DO PÊNDULO SIMPLES ATRAVÉS DO SOFTWARE MODELLUS	
Gabriel Freitas Cesarino dos Santos José Hugo de Aguiar Sousa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7702014072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
ABORDAGEM TERMODINÂMICA DA REAÇÃO DE GASEIFICAÇÃO COM ÁGUA SUPERCRÍTICA DO GLICEROL UTILIZANDO SUPERFÍCIES DE RESPOSTA	
Jules Mitoura dos Santos Junior Annamaria Doria Souza Vidotti Reginaldo Guirardello Antônio Carlos Daltro de Freitas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7702014073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7702014074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7702014075</b>	



**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**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>100</b>
ANÁLISE DO DESEMPENHO DO CICLO DE REFRIGERAÇÃO POR ABSORÇÃO UTILIZANDO ALCANOS	
Gabriela Azevedo de Moraes Matheus Ivan Hummel Silva Luciana Yumi Akisawa Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.77020140711</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>110</b>
POLIURETANA À BASE DE ÓLEO VEGETAL COM APLICAÇÃO EM REPOSIÇÃO ÓSSEA	
Amanda Furtado Luna Fernando da Silva Reis José Milton Elias de Matos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.77020140712</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>123</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.77020140713</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>141</b>
NÚCLEO ATÔMICO E A ENERGIA NUCLEAR: O USO DOS RADIOISÓTOPOS NA MEDICINA	
Gilvana Pereira Siqueira José Antônio de Oliveira Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.77020140714</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>148</b>
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 Hidelene Amélia de Araújo Dantas Laiane Araújo da Silva Souto Victor Elias Mouchrek Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.77020140715</b>	

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>159</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.77020140716</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>169</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.77020140717</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>176</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.77020140718</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>183</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>184</b>

## ANÁLISE DO DESEMPENHO DO CICLO DE REFRIGERAÇÃO POR ABSORÇÃO UTILIZANDO ALCANOS

Data de aceite: 01/07/2020

### Gabriela Azevedo de Moraes

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

### Matheus Ivan Hummel Silva

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:** Máquinas de refrigeração por absorção são uma alternativa para ciclos de refrigeração por compressão de vapor e cada vez atraem mais atenção, pois oferecem menor impacto ambiental, uma vez que, não utilizam fluidos refrigerantes como os CFCs, que destroem a camada de ozônio. Muitos fluidos refrigerantes naturais estão sendo investigados, porém os pares  $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{H}_2\text{O}/\text{LiBr}$  ainda são os mais utilizados. Sabendo que esses pares

clássicos de fluidos apresentam algumas desvantagens, como corrosividade, pressões elevadas de operação e toxicidade, este trabalho simulou um ciclo de refrigeração por absorção no simulador Aspen Plus com o par de fluidos refrigerante/absorvente: n-butano/n-octano, e analisou a influência da temperatura do gerador e da pressão do evaporador no desempenho deste ciclo. Para o caso em que a pressão do evaporador foi igual a 1,0 bar, a pressão do condensador igual a 4,8 bar e a temperatura do gerador igual a 420 K, obteve-se um coeficiente de desempenho (COP) para a mistura proposta de 0,36, de acordo com o obtido pela literatura. Observou-se que o COP para o ciclo estudado aumentou com a temperatura do gerador, no intervalo de temperatura de 407,5-425,6 K. Quanto a influência da pressão do evaporador, no intervalo de pressão estudado de 1,000-1,095 bar, o COP reduziu com o aumento da pressão. O ciclo de refrigeração com n-butano/n-octano apresentou COP menor do que o ciclo que utiliza amônia/água, porém ele apresenta a vantagem de operar em uma pressão de funcionamento moderada, sendo menor que a do ciclo com amônia/água, não exigindo alta tecnologia e tornando a construção e o processo mais simples. Isto gera redução de custos, além de impactar positivamente em

segurança de processo, operação e meio ambiente, visto que a mistura n-butano/n-octano possui baixo impacto ambiental (ODP nulo e GWP baixo).

**PALAVRAS-CHAVE:** Ciclo de refrigeração por absorção; n-butano; n-octano; coeficiente de desempenho; simulação.

## PERFORMANCE ANALYSIS OF ABSORPTION REFRIGERATION USING ALKANES

**ABSTRACT:** Absorption refrigeration systems are an alternative for vapor compression cycles, and they have been attracted more attention, because they have less environmental impact, since they do not use refrigerant fluids like CFCs, which destroyed the ozone layer. Many natural refrigerants are being investigated, but the most used pairs of working fluids still are NH<sub>3</sub>/water and water/LiBr. Regarding that, these two classical mixtures carry some disadvantages, such as corrosivity, high working pressure, and toxicity, the present work simulated, using Aspen Plus, an absorption refrigeration cycle working with n-butane/n-octane, and analyzed the influence of the generator temperature and evaporator pressure to the performance of the cycle. For an evaporator pressure of 1.0 bar, condenser pressure of 4.8 bar, and generator temperature of 420 K, a coefficient of performance (COP) of 0.36 was obtained. The COP increased with the generator temperature, when varied within the range 407,5 – 425,6 K. In addition, varying the evaporator pressure in the range 1.000 – 1.095 bar, the COP decayed with the pressure increase. The refrigeration cycle using the pair n-butane/n-octane presented a lower COP compared to the classical pair NH<sub>3</sub>/water, however it presents some advantages, such as moderate working pressure, affecting positively process safety, costs in construction and maintenance, and benefits inherent to working mixture itself such as environmental impacts (zero ODP and low GWP).

**KEYWORDS:** Absorption refrigeration cycle; n-butane; n-octane; coefficient of performance; simulation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A refrigeração é um processo de troca térmica em que há a transferência de calor de um meio com menor temperatura para um meio com maior temperatura. Sua aplicação pode ser vista em áreas como: refrigeração doméstica, refrigeração comercial, refrigeração industrial, estocagem a frio, condicionamento de ar e bombas de calor (Stephen e Krauss, 1993).

Dentre os ciclos de refrigeração, o por compressão de vapor é o mais utilizado, porém sua alta dependência de energia elétrica provinda da queima de combustíveis fósseis (para o funcionamento do compressor) leva este ciclo a ter impactos ambientais negativos, como a contribuição para o aquecimento global. Desta forma, têm-se priorizado o estudo de fontes de energia alternativas à energia elétrica, focando em ciclos de refrigeração por absorção, já que estes precisam de menos energia e podem reaproveitar a energia rejeitada de outras partes de uma planta industrial, aumentando a eficiência dos

processos e impactando menos o meio ambiente (Dash, 2015 e Mansouri et al., 2015).

O ciclo de refrigeração por absorção difere do ciclo por compressão de vapor na maneira com que a compressão é atingida. No ciclo de absorção, o vapor de refrigerante a baixa pressão é absorvido no absorvente, e a solução líquida é bombeada para uma pressão alta por meio de uma bomba (Borgnakke e Sonntag, 2013).

O desempenho e as condições limitantes de operação dos ciclos de absorção estão intimamente relacionados aos fluidos refrigerante/absorvente (Dandour et al. 2015). Os pares  $\text{NH}_3$ /água e água/LiBr são os mais utilizados nos ciclos de refrigeração por absorção. Esses pares clássicos de fluidos apresentam desvantagens como: corrosividade, pressões elevadas de operação e toxicidade (Chekir e Bellagi, 2010). Estas limitações têm incentivado a busca por novos pares de refrigerante/absorvente que possam ser utilizados nos ciclos de absorção, entre eles tem-se destacado os hidrocarbonetos. Os hidrocarbonetos são quimicamente estáveis em um amplo intervalo de temperatura, não-tóxicos, apresentam ODP (“Ozone Depletion Potential” – Potencial para Destruição da Camada de Ozônio) nulo e baixo GWP (“Global Warming Potential” – Potencial para o Aquecimento Global). Além disso, os hidrocarbonetos apresentam boas propriedades termodinâmicas e de transporte como: boa condutividade térmica e baixa viscosidade (Dardour et al., 2015).

Este trabalho simulou um ciclo de refrigeração por absorção no simulador Aspen Plus v 7.3 com o n-butano como fluido refrigerante e o n-octano como absorvente, e analisou a influência da temperatura do gerador e da pressão do evaporador no desempenho deste ciclo.

## 2 | FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A Figura 1 ilustra os componentes de um ciclo de refrigeração por absorção. O refrigerante líquido a alta pressão (9) do condensador passa para o evaporador, por meio de uma válvula de expansão, que reduz a pressão do refrigerante para a baixa pressão existente no evaporador. O refrigerante líquido (11) é vaporizado no evaporador, absorvendo o calor do material/ambiente que está sendo resfriado, resultando em vapor a baixa pressão (12). A corrente (1) é então direcionada ao absorvedor, onde é absorvida por uma solução pobre em refrigerante oriunda do gerador (2), que passou por uma válvula de expansão (5), dando origem a solução rica em refrigerante (3). A solução rica (3) é bombeada para atingir a pressão do gerador (7) e o fluido refrigerante presente nesta corrente é separado da solução de absorvente dentro do gerador. A solução rica em refrigerante (na fase vapor) flui para o condensador enquanto a solução remanescente (rica em absorvente) (6) volta para a unidade do absorvedor, e assim completa o ciclo (Sun, 1998).

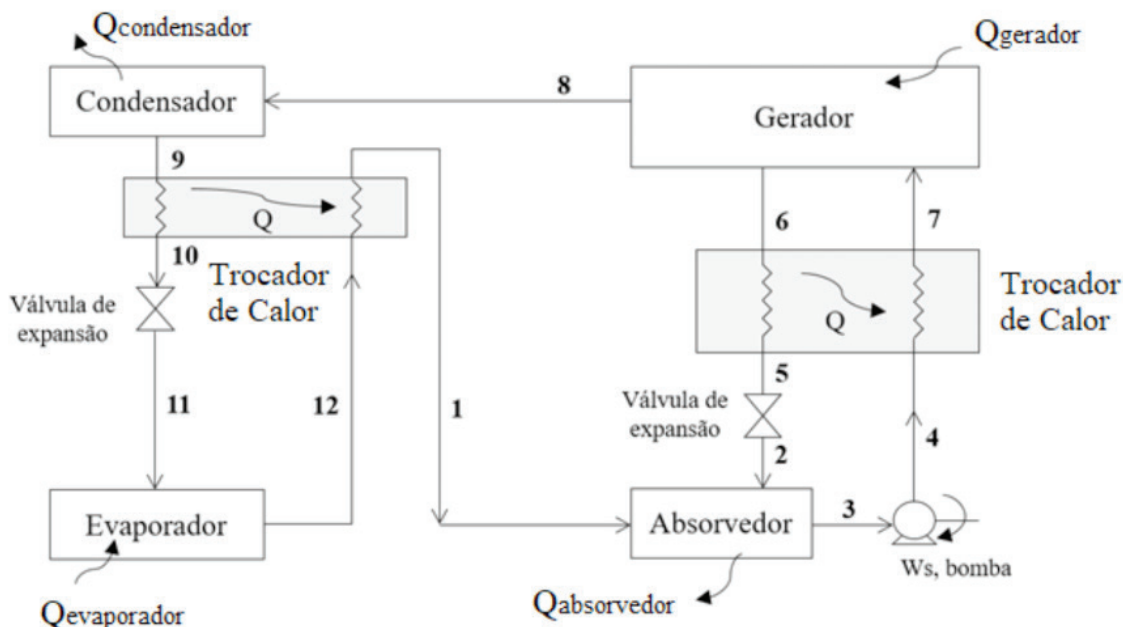


Figura 1: Esquema do ciclo de refrigeração por absorção. Fonte: adaptado de Sun (1998).

A análise do desempenho do ciclo de refrigeração é realizada por meio do parâmetro denominado coeficiente de desempenho (COP – “Coefficient of Performance”) que é a razão entre a capacidade de refrigeração (quantidade de calor retirado do meio que se deseja refrigerar) e a quantidade de energia empregada pelo sistema.

No caso do ciclo de refrigeração por absorção, a energia empregada pelo sistema é dada pela soma da quantidade de calor trocado no gerador com o trabalho gasto pela bomba. Assim, o COP pode ser determinado por:

$$COP_{\text{absorção}} = \frac{\dot{Q}_e}{\dot{Q}_g + \dot{W}_b} \quad (1)$$

Em que,  $\dot{Q}_e$  é a quantidade de calor trocado no evaporador,  $\dot{Q}_g$  é a quantidade de calor trocado no gerador e  $\dot{W}_b$  é quantidade de trabalho consumido pela bomba. Sabendo que o trabalho gasto pela bomba é muito menor do que a energia adicionada ao gerador, a Equação (1) torna-se:

$$COP_{\text{absorção}} = \frac{\dot{Q}_e}{\dot{Q}_g} \quad (2)$$

### 3 | SIMULAÇÃO DO CICLO DE REFRIGERAÇÃO POR ABSORÇÃO

A simulação do ciclo de refrigeração por absorção foi realizada por meio do simulador Aspen Plus v 7.3, que possui em sua biblioteca vários modelos que representam as

operações unitárias e que são denominados de blocos.

Para a simulação criou-se o ciclo que está representado na Figura 2. O evaporador e o condensador foram modelados por um bloco HEATER. Os trocadores de calor foram representados por dois blocos do tipo HEATER conectados por uma corrente de calor. O absorvedor também foi representado por um bloco HEATER, pois este bloco permite que se misture uma corrente líquida com uma corrente de vapor, produzindo uma corrente líquida, além de se possibilitar que se defina a carga de calor do equipamento. Para o gerador foi utilizado o modelo RADFRAC, que permite modelar colunas de destilação de forma rigorosa. A bomba e as válvulas de expansão foram representadas pelos blocos PUMP e VALVE, respectivamente.

O modelo termodinâmico utilizado foi a equação de estado de Peng-Robinson, que é adequada para hidrocarbonetos, com a regra de mistura de Van der Waals e com  $k_{12} = -8,0077181 \times 10^{-3}$ .

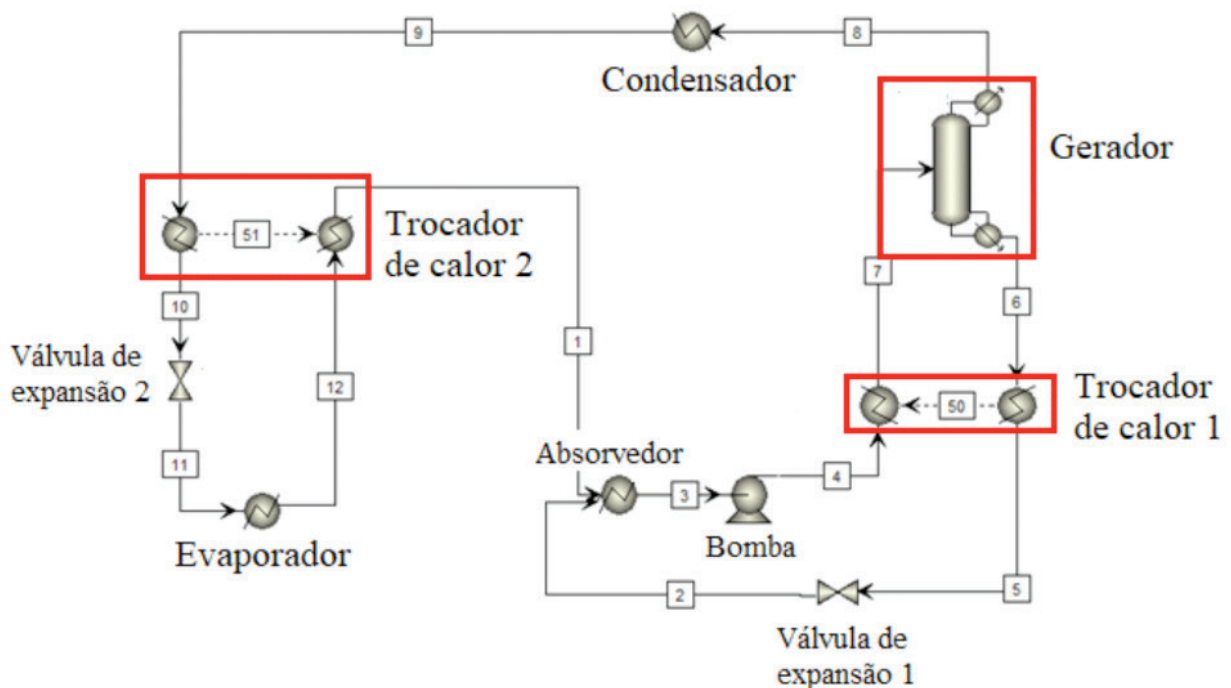


Figura 2: Esquema da simulação do ciclo de refrigeração por absorção.

A Tabela 1 apresenta as condições de operação do ciclo de absorção n-butano / n-octano utilizadas neste trabalho. O grau de subresfriamento do líquido na saída do condensador e do absorvedor, o pinch de temperatura nos trocadores de calor, a temperatura da corrente do evaporador e a capacidade de refrigeração foram baseados nos trabalhos de Dardour et al. (2015) e de Chekir e Bellagi (2011). Os parâmetros do gerador como, razão de refluxo, número de estágios, e estágio de alimentação foram determinadas neste trabalho, de modo a garantir que a pureza do fluido refrigerante na saída do gerador fosse maior do que 99 % (base molar).



Equipamento	Condição de Operação
Gerador	Razão de refluxo: 1,5 Estágios: 11 (alimentação no 6º estágio) Razão destilado/alimentação: 0,108 Temperatura do gerador: $407,5 \text{ K} \leq T_{\text{gerador}} \leq 425,6 \text{ K}$ Líquido saturado na saída do gerador (corrente 6) Vapor saturado na saída da retificação (corrente 8)
Condensador	Isobárico. Pressão de operação: 4,8 bar Grau de subresfriamento do líquido na saída: 4 K (corrente 9)
Absorvedor	Isobárico Grau de subresfriamento do líquido na saída: 4 K (corrente 3)
Trocador de calor 1	Pinch de temperatura: 5 K
Trocador de calor 2	Pinch de temperatura: 10 K
Evaporador	Capacidade de refrigeração: 17,5 kW Isobárico. Pressão de operação: $1,000 \leq P_{\text{evaporador}} \leq 1,095 \text{ bar}$ Temperatura de saída: 275,15 K (corrente 12)

Tabela 1: Condições de operação para o ciclo de absorção n-butano/n-octano.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O equilíbrio líquido-vapor da mistura n-butano/n-octano a 0,68 bar está representado na Figura 3. A Figura 3 mostra que os dados calculados pela equação de Peng-Robinson com a regra de mistura de Van der Waals estão em concordância com os dados experimentais obtidos por Kay et al. (1974), e o RMSD na temperatura foi de 2,37 K, evidenciando que este modelo é adequado para a mistura estudada.

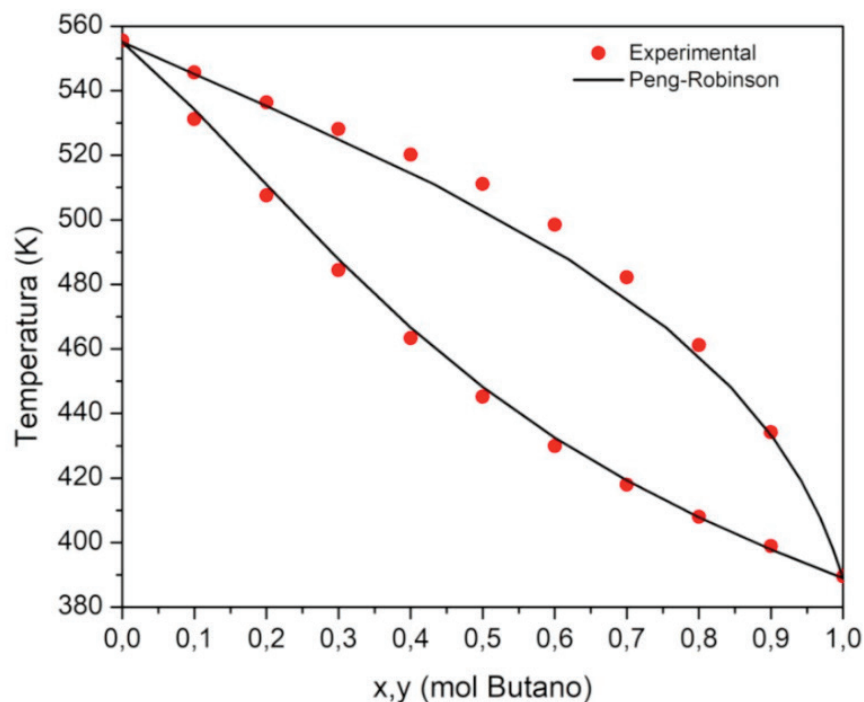


Figura 3: Diagrama Txy para a mistura n-butano/n-octano a 0,68 bar.

A Tabela 2 apresenta os dados para o calor trocado no gerador, evaporador, condensador, absorvedor e o COP para a simulação realizada neste trabalho e os resultados obtidos por Chekir e Bellagi (2011). Os resultados da Tabela 2 foram obtidos para a pressão do evaporador de 1 bar, a temperatura do gerador de 420 K e pressão do condensador de 4,8 bar.

	Chekir e Bellagi (2011)	Este trabalho
$Q_{\text{gerador}}$ (kW)	48,13	49,92
$Q_{\text{evaporador}}$ (kW)	17,50	17,89
$Q_{\text{condensador}}$ (kW)	21,09	20,97
$Q_{\text{absorvedor}}$ (kW)	27,48	29,37
COP	0,364	0,358

Tabela 2: Resultados da simulação para o ciclo de absorção para o par n-butano/n-octano.

A Tabela 2 mostra que os resultados obtidos neste trabalho estão em concordância com aqueles obtidos por Chekir e Bellagi (2011), e as diferenças existentes devem-se provavelmente ao modelo termodinâmico utilizado. Chekir e Bellagi (2011) utilizaram a equação de estado PC-SAFT, enquanto neste trabalho foi utilizado a equação de estado de Peng-Robinson.

A Figura 4 mostra o efeito da temperatura do gerador no desempenho do ciclo de absorção com n-butano / n-octano.

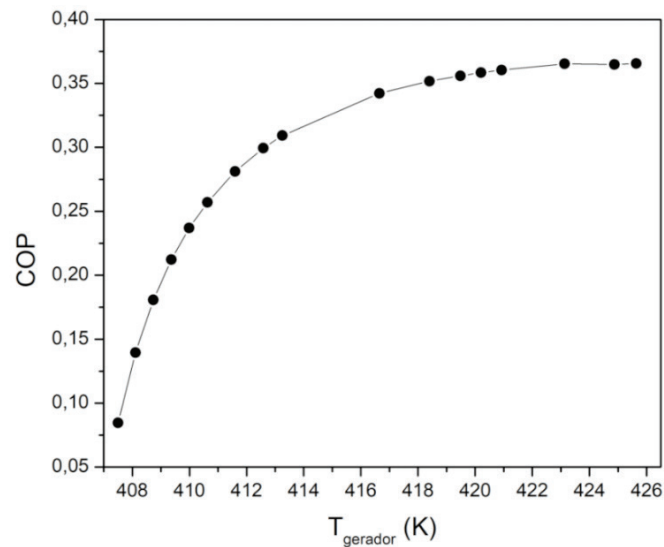


Figura 4: Efeito da temperatura do gerador no COP.

De acordo com a Figura 4, entre 407,5 e 425,6 K, a diminuição da temperatura do gerador diminui o COP do ciclo. De acordo com Dardour et al. (2015) isto se deve ao fato de que as concentrações das soluções fraca e forte tornam-se próximas com a diminuição da temperatura do gerador, associada com uma alta taxa de circulação para uma capacidade fixa de refrigeração, o que leva a um maior consumo de energia pelo gerador e que diminui o COP. Para temperatura acima de 420 K, o aumento da temperatura do gerador pouco alterou o desempenho do ciclo de refrigeração por absorção.

Os resultados para a variação da pressão no evaporador estão na Figura 5, e nota-se que no intervalo de 1,000 a 1,095 bar, o aumento da pressão do evaporador diminui o COP.

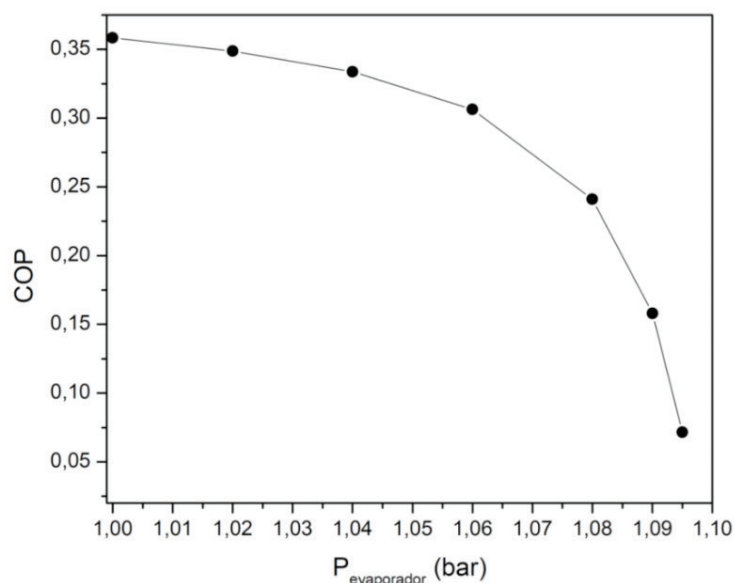


Figura 5: Efeito de pressão do evaporador no COP.

encontraram que o COP ótimo de 0,66, para uma pressão no evaporador de 3,40 bar. Enquanto no presente trabalho, foi encontrado um COP ótimo de 0,36 para o par n-butano / n-octano na pressão de operação 1,00 bar para o evaporador. Apesar do COP para o par proposto neste trabalho apresentar um COP menor que o da mistura clássica NH<sub>3</sub> / água, ele oferece algumas vantagens, como trabalhar em pressões mais baixas. No caso do condensador, a pressão alta do sistema, a mistura n-butano / n-octano apresenta uma pressão de 4,8 bar, enquanto a mistura NH<sub>3</sub> / água possui uma pressão de condensação de 19,8 bar. O desempenho do ciclo de refrigeração por absorção com alcanos pode ser melhorado por meio da recuperação do calor interno, para que a corrente de saída do gerador seja mais concentrada em fluido refrigerante, permitindo que o gerador opere de maneira mais eficiente e diminuindo perdas (Abed et al., 2017).

## 5 | CONCLUSÃO

Os resultados para a simulação do ciclo de refrigeração por absorção com o par n-butano mostraram que entre 407,5 e 425,6 K o COP do ciclo de refrigeração por absorção aumentou com o aumento da temperatura do gerador, e para temperaturas acima de 420 K no gerador, o aumento da temperatura pouco influi no desempenho do ciclo. Quanto ao efeito da pressão no evaporador, no intervalo de 1,000 a 1,095 bar, o COP diminui com o aumento da pressão.

O COP máximo obtido neste trabalho foi igual a 0,36, para a pressão do evaporador igual a 1,0 bar, pressão no condensador de 4,8 bar e a temperatura no gerador de 420 K. Apesar do desempenho ser menor do aquele apresentado pelo par NH<sub>3</sub> / água, o ciclo que utiliza a mistura n-butano / n-octano tem a vantagem de poder operar em pressões mais baixas, tornando a construção e o processo do ciclo de refrigeração mais simplificado, reduzindo o seu custo, além de impactar em segurança do processo e operação. O desempenho do ciclo de refrigeração com n-butano/n-octano pode ser melhorado por meio de modificações na configuração do ciclo para que recuperar o calor interno.

## REFERÊNCIAS

Abed, A. M.; Alghoul, M. A.; Sopian, K.; Majdi, H. S.; Al-Shamani, A. N.; Muftah, A. F. **Enhancement aspects of single stage absorption cooling cycle: A detailed review**. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, v. 77, p. 1010-1045, 2017.

Borgnakke, C.; Sonntag, R. E. **Fundamentals of Thermodynamics**, John Wiley and Sons, 2013. p 461.

Chekir N.; Bellagi A. **Comparison of a Butane/Octane Absorption Machine with Ammonia/Water One**. *Journal of Engineering Applied Science*, v. 5, p. 45-49, 2010.

Chekir, N.; Bellagi A. **Performance improvement of a butane/octane absorption chiller**. *Energy*, v. 36 (2011), p. 6278-6284, 2011.

Dardour, H.; Mazouz, S.; Reneaume, J. M.; Cézac, P.; Bourouis, M.; Bellagi, A. **Feasibility and performance of an absorption cooling machine using light alkane mixtures**. Applied Thermal Engineering, v. 78, p. 24-29, 2015.

Dash, S. **Design and analysis of absorption refrigeration system using [EMIM [OTF] + H<sub>2</sub>O]**; Bachelor's degree thesis in Chemical Engineering, National Institute of Technology, Rourkela, 2015.

Kay, W. B.; Genco, J.; Fichtner, D. A. **Vapor-liquid equilibrium relationships of binary systems propane-n-octano and n-butane-n-octane**. Journal of Chemical and Engineering Data, v. 19, p. 275-280, 1974

Mansouri, R.; Boukholda, I.; Bourouis, M.; Bellagi, A. **Modelling and testing the performance of a comercial ammonia/water absorption chiller using Aspen-Plus platform**. Energy, v. 93, p. 2374-2383, 2015.

Stephen, K.; Krauss, R. **Regulated CFCs and their alternatives**. Heat Recovery Systems & CHP, v. 13, p. 373-38, 1993.

Sun, D. W. **Comparison of the Performances of NH<sub>3</sub> – H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> – LiNO<sub>3</sub> and NH<sub>3</sub> – NaSCN absorption refrigeration systems**, Energy Conversion and Management, v. 39 (1998), p. 357-368, 1998.

## 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](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://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](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

Atena  
Editora

Ano 2020