

Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie 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

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª 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
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
 Profª 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. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª 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. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 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
 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. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 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)**

A946 Avanços das pesquisas e inovações na engenharia química 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Verger Nardeli. –
Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
 Modo de acesso: World Wide Web.
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-86002-51-5
 DOI 10.22533/at.ed.515202403

1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Nardeli, Jéssica Verger.

CDD 660.76

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A coleção “Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química volume 2” é uma obra que tem como foco principal a discussão e divulgação científica por meio de trabalhos com diferentes funcionalidades que compõe seus capítulos. O volume abordará em especial trabalhos que contribuem a nível educacional e aplicado tanto na área de engenharia química, química e tecnologias.

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos correlacionados a energias renováveis, aproveitamento de resíduo agroindustrial, desenvolvimento de simulador de processos, simulação de custos de produção, e em especial estudos correlacionados a nível educacional por meio de jogos didáticos, quiz educativo com foco na aprendizagem de reações químicas e tabela periódica. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à aproveitamento de resíduos, disseminação de conhecimento, otimização de procedimentos e metodologias, dentre outras abordagens importantes na área de exatas e engenharia. O avanço das pesquisas e divulgação dos resultados tem sido um fator importante para o desenvolvimento da ciência e estímulo de inovação.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área de exatas e engenharia química aplicada e educacional. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes metodologias, abordagens, otimização de processos, caracterização com técnicas substanciais, reutilização de resíduos de regiões específicas do país é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse tanto no meio acadêmico como social.

Deste modo a obra “Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química volume 2” apresenta estudos fundamentados nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores explorarem e divulgarem seus resultados.

Jéssica Verger Nardeli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
EXTRAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO DE ÓLEO DE BARU ASSISTIDA POR ENERGIA SOLAR	
Caroline Santos Silva	
Lucas Rodrigo Custódio	
Kássia Graciele dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5152024031	
CAPÍTULO 2	12
APROVEITAMENTO DO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DO CAFÉ NA PRODUÇÃO DE BIOCHAR PARA IMOBILIZAÇÃO DE LIPASE <i>RHIZOPUS ORYZAE</i> E SÍNTESE DE PALMITATO DE CETILA	
Danyelle Andrade Mota	
Jefferson Cleriston Barros dos Santos	
Lays Carvalho de Almeida	
Álvaro Silva Lima	
Laiza Canielas Krause	
Cleide Mara Faria Soares	
DOI 10.22533/at.ed.5152024032	
CAPÍTULO 3	26
ANÁLISE DA PERDA AO FOGO DE CORPOS DE PROVA CERÂMICOS FORMULADOS COM CINZA LEVE PROVENIENTE DA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO MINERAL PULVERIZADO	
Gabryella Cerri Mendonça	
Cristiano Corrêa Ferreira	
Flávio André Pavan	
DOI 10.22533/at.ed.5152024033	
CAPÍTULO 4	34
ESTABILIDADE E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE POLPA DE CUPUAÇU (<i>Theobroma grandiniflorum</i>) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E TEMPERATURAS	
Simara Ferreira Borges	
Harvey Alexander Villa Vélez	
Romildo Martins Sampaio	
Valkerline Pinto Pires	
Audirene Amorim Santana	
DOI 10.22533/at.ed.5152024034	
CAPÍTULO 5	44
ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS DE ESTADO EM MODELO DE HIDRÓLISE DE MATÉRIAS GRAXAS	
Camila Santana Dias	
Leandro Santos Monteiro	
Bruno Marques Viegas	
Diego Cardoso Estumano	
Nielson Fernando da Paixão Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.5152024035	
CAPÍTULO 6	59
APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MONTE CARLO VIA CADEIA DE MARKOV PARA ESTIMATIVA DE PARÂMETROS DE MODELOS DE BALANÇO POPULACIONAL PARA SISTEMAS PARTICULADOS	
Carlos Henrique Rodrigues de Moura	
Diego Cardoso Estumano	
João Nazareno Nonato Quaresma	

Emanuel Negrão Macêdo
Bruno Marques Viegas
Leandro Santos Monteiro
Diego Sousa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.5152024036

CAPÍTULO 7 73

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MONTE CARLO VIA CADEIA DE MARKOV PARA ESTIMATIVA DE
PARAMÉTRIOS EM MODELO DE BALANÇO POPULACIONAL DE CRISTALIZAÇÃO DE GIBBSITA
COM CINÉTICA CONSTANTE

Carlos Henrique Rodrigues de Moura
Diego Cardoso Estumano
João Nazareno Nonato Quaresma
Emanuel Negrão Macêdo
Bruno Marques Viegas
Leandro Santos Monteiro
Diego Sousa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.5152024037

CAPÍTULO 8 85

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MONTE CARLO VIA CADEIA DE MARKOV PARA ESTIMATIVA DE
PARÂMETROS EM MODELOS DE CURVAS DE RUPTURA

João Paulo de Souza Coutinho
Ianka Cristine Benicio Amador
Bruno Marques Viegas
Nielson Fernando da Paixão Ribeiro
Diego Cardoso Estumano

DOI 10.22533/at.ed.5152024038

CAPÍTULO 9 100

DESCRIÇÃO FÍSICA DE FIBRAS DE COCO (*COCO NUCIFERA L.*) SUBMETIDAS A TRATAMENTO
EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE MACERAÇÃO

Nayara Maria Monteiro da Silva
Carla Arnaud de Azevedo
Alefhe Bernard Cordovil Mascarenhas
Raíssa Cristine Santos de Araújo
Gabriela Nascimento Vasconcelos
Rafael Maia de Oliveira
Elza Brandão Santana
Lênio José Guerreiro de Faria

DOI 10.22533/at.ed.5152024039

CAPÍTULO 10 116

DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR DE PROCESSOS USANDO LINGUAGEM VISUAL BASIC
FOR APPLICATIONS (VBA) PARA A OXIDAÇÃO DO TOLUENO

Herbert Senzano Lopes
Vanja Maria de Franca Bezerra
Matheus Henrique Antonio Aboukalam da Cruz
Osvaldo Chiavone-Filho
Carlson Pereira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.51520240310

CAPÍTULO 11 123

O USO DA EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA FACILITADORA PARA O ENSINO DE REAÇÃO DE DUPLA TROCA

Luciane Neves Ribeiro
Charles Garcia da Cunha
Joseane Cunha da Conceição
Layze Maria da Silva e Silva
Lindsey Bianca Araújo Fialho
Suzianne Saldanha da Silva
Vitor dos Santos de Carvalho
Miracleide de Araújo Batista Carneiro
Kelly das Graças Fernandes Dantas
Patrícia Santana Barbosa Marinho

DOI 10.22533/at.ed.51520240311

CAPÍTULO 12 130

O LÚDICO ATRAVÉS DE JOGOS DIDÁTICOS COMO AUXÍLIO EM AULAS DE TABELA PERIÓDICA PARA ALUNOS DO 9º ANO

Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos
Marivaldo José Costa Corrêa
Raílda Neyva Moreira Araújo
Haroldo da Silva Ripardo Filho
Luely Oliveira da Silva
Catarina Estumano Bandeira
Lucio Flavio Pires Santos
Jéssica de Souza Viana
Felipe Augusto da Silva Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.51520240312

CAPÍTULO 13 140

SIMULAÇÃO EM SUPERPRO DESIGNER DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DO FUNGO *Metarhizium anisopliae* POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SOLIDO

Antonio Dheyson da Silva Oliveira
Rodrigo Silva Dutra
Sebastian Ospina Corral
Cristian Orlando Avila
Carlos Eduardo Orrego
Lina María Grajales

DOI 10.22533/at.ed.51520240313

CAPÍTULO 14 152

O PROCESSO DE FISCALIZAÇÃO DO CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA 6ª REGIÃO PA/AP

Denise de Mello Lima
Dionis Rogério Costa Peixoto
Cristiane Maria Leal Costa
Célio Augusto Gomes de Souza
Antonio Claudio Lima Moreira Bastos
Allysson Bruno Almeida Ramos

DOI 10.22533/at.ed.51520240314

CAPÍTULO 15 159

QUIZ EDUCATIVO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE TABELA PERIÓDICA

Layze Maria da Silva e Silva

Luciane Neves Ribeiro
Joseane Cunha Da Conceição
Vitor Dos Santos De Carvalho
Suzianne Saldanha Da Silva
Lindsey Bianca Araujo Fialho
Charles Gracia da Cunha
Miracleide De Araújo Batista Carneiro
Kelly Das Graças Fernandes Dantas
Patrícia Santana Barbosa Marinho

DOI 10.22533/at.ed.51520240315

CAPÍTULO 16 164

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DA BIOMASSA DO FUNGO *ASPERGILLUS SP*, ISOLADO COMO ENDOFÍTICO DA ESPÉCIE *Paspalum maritimum* TRIN

Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos
Marivaldo José Costa Corrêa
Raílida Neyva Moreira Araújo
Haroldo da Silva Ripardo Filho
Luely Oliveira da Silva
Lucio Flavio Pires Santos
Jéssica de Souza Viana
Felipe Augusto da Silva Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.51520240316

CAPÍTULO 17 173

ATIVIDADE FITOTÓXICA DA BIOMASSA PRODUZIDA PELO FUNGO ENDOFÍTICO *Glomerella cingulata*

Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos
Marivaldo José Costa Corrêa
Raílida Neyva Moreira Araújo
Haroldo da Silva Ripardo Filho
Luely Oliveira da Silva
Lucio Flavio Pires Santos
Jéssica de Souza Viana
Felipe Augusto da Silva Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.51520240317

CAPÍTULO 18 181

CHEMICAL CONSTITUENTS AND LARVICIDAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL FROM *Murraya koenigii* (L.) Spreng. (RUTACEAE) AGAINST *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Camila Aline Romano
Matheus Gabriel de Oliveira
Matheus de Sousa Melo Morais
Andressa Tuane de Santana Paz
Liliane de Sousa Silva
Heloisa Helena Garcia da Silva
Ionizete Garcia da Silva
Adelair Helena dos Santos
José Realino de Paula

DOI 10.22533/at.ed.51520240318

CAPÍTULO 19 192

ESTIMATIVA DA CURVA DE RUPTURA DO PROCESSO DE ADSORÇÃO ATRAVÉS DO ALGORITMO

DE REAMOSTRAGEM POR IMPORTÂNCIA

Ianka Cristine Benicio Amador
Bruno Marques Viegas
Diego Cardoso Estumano
Emanuel Negrão Macêdo
Nielson Fernando da Paixão Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.51520240319

CAPÍTULO 20 205

DETERMINAÇÃO DO PERFIL ÓTIMO DE TEMPERATURA PARA UM BIOPROCESSO EM BATELADA DE PRODUÇÃO DE PENICILINA REPRESENTADO POR UM MODELO MATEMÁTICO

Samuel Conceição de Oliveira
Angel Gustavo Tolaba

DOI 10.22533/at.ed.51520240320

CAPÍTULO 21 218

AVANÇOS RECENTES E PERSPECTIVAS FUTURAS NA MODELAGEM MATEMÁTICA DO PROCESSO DE REMOÇÃO DE SULFATO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS INDUSTRIAIS EM BIORREATOR ANAERÓBIO DE LEITO FIXO OPERADO EM BATELADAS SEQUENCIAIS

Samuel Conceição de Oliveira
Arnaldo Sarti

DOI 10.22533/at.ed.51520240321

SOBRE A ORGANIZADORA..... 228

ÍNDICE REMISSIVO 229

ANÁLISE DA PERDA AO FOGO DE CORPOS DE PROVA CERÂMICOS FORMULADOS COM CINZA LEVE PROVENIENTE DA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO MINERAL PULVERIZADO

Data de submissão: 02/12/2019

Data de aceite: 16/03/2020

Gabryella Cerri Mendonça

Universidade Federal do Pampa

Bagé – Rio Grande do Sul

<http://lattes.cnpq.br/2974936554745206>

Cristiano Correa Ferreira

Professor Associado da Universidade Federal do Pampa

Bagé – Rio Grande do Sul

<http://lattes.cnpq.br/9557604599954155>

Flávio André Pavan

Professor Associado da Universidade Federal do Pampa

Bagé – Rio Grande do Sul

<http://lattes.cnpq.br/1180133581175682>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi analisar o resultado do ensaio de perda ao fogo de corpos de prova cerâmicos, formulados com cinza leve proveniente da gaseificação, em leito fluidizado, do carvão mineral pulverizado. Os corpos de prova cerâmicos foram formulados com um tratamento sem adição de cinza (formulação A0) e quatro tratamentos com percentuais crescentes de cinzas (CG5 – 5% de cinza, CG10 – 10% de cinza, CG20 – 20% de cinza, CG30 – 30% de cinza). Os produtos foram fabricados por prensagem,

após, foram secos de forma natural e artificial e queimados na temperatura de 800°C onde a rampa de aquecimento foi de 80°C por hora, e quando foi atingida a temperatura desejada permaneceram no forno por 3 horas. O ensaio da determinação de perda ao fogo seguiu os procedimentos da norma M - CIENTEC – 028 (1995). O resultado final mostra que a medida que se aumenta a porcentagem de cinza leve adicionada aumenta-se também a perda ao fogo, isto ocorre de forma mais evidente a partir da formulação CG5. Pode se dizer também que é viável utilizar a cinza leve proveniente da gaseificação em função dos índices de perda ao fogo obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: perda ao fogo. Cerâmica vermelha. Gaseificação. Carvão mineral.

FIRE LOSS ANALYSIS OF CERAMIC TESTING BODIES FORMULATED WITH LIGHT GRAY FROM GASIFICATION OF SPRAYED MINERAL COAL

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the results obtained by the fire loss test of ceramic test pieces, formulated with fly ash from fluidized gasification of pulverized mineral coal. The clay samples were formulated with five percent fly ash: clay in natura (A0), clay plus 5% fly ash (CG5), clay plus 10% fly ash (GC10), clay plus 20% fly ash (GC20) and Clay plus

30% fly ash (CG30). The products were manufactured by pressing, then were dried in a naturally and artificially, and burned at a temperature of 800°C where the heating rate was 80°C per hour, and when the desired temperature was reached, they remained in the oven for 3 hours. The fire loss determination test followed the procedures of standard M - CIENTEC - 028 (1995). The final result shows that as the percentage of fly ash added increases, the fire loss also increases, and becomes more evident from the CG5 formulation. It can also be said that it is feasible to use the light ash from gasification as a function of the fire loss indexes obtained.

KEYWORDS: Loss to fire. Red ceramic. Gaseification. Mineral coal.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Peterson (2016) a incorporação de resíduos às massas argilosas pode ser benéfica tanto para o material quanto para o meio ambiente, reduzindo, dessa forma, os impactos ambientais.

De acordo com Domenico (2013) a gaseificação é uma tecnologia limpa e interessante, pois é eficiente e ambientalmente correta. O processo de gaseificação via leito fluidizado tem alta eficiência na troca de calor (EICHLER, 2015). Porém, uma de suas desvantagens é a produção de cinzas com altos teores de carbono (LORA, 2013).

Dias (2017) apresenta na sua investigação que as cinzas leves ou volantes contendo granulometria entre 0,01 e 100 µm, são compostas heterogeneamente de silicatos, aluminossilicatos e outros óxidos metálicos além de carbono não convertido (char), que é arrastado junto às cinzas por gases produzidos.

A sinterização é um processo que ocorre sob elevadas temperaturas e transforma um conjunto de partículas em um corpo íntegro de maior resistência. Já, o processo de queima é uma reação química exotérmica para a liberação de calor. De acordo com Nicolau (2014) a distribuição de temperatura imposta aos produtos ao longo do tempo desempenha um papel muito importante na qualidade final esperada.

A perda ao fogo é a quantificação da perda de massa do material cerâmico após a etapa de queima. (M-CIENTECC – 0 – 28,1995.)

Diante disso, a pesquisa visa adicionar resíduo (cinza leve gaseificada) à massa argilosa, com o intuito de verificar as alterações nos índices de perda ao fogo, bem como, avaliar possíveis aplicações na fabricação de produtos para a construção civil.

2 | DESENVOLVIMENTO

Para a realização deste trabalho, primeiramente foram coletadas as matérias-primas, a argila em uma olaria de pequeno porte localizada em Bagé-RS e a cinza leve no laboratório de Carboquímica da UNIPAMPA/Bagé-RS conforme Figura 1 (a) e

(b) respectivamente.

Nessa pesquisa inicialmente foi realizada a análise química das matérias-primas (argila *in natura* e cinza leve gaseificada de carvão mineral) por fluorescência de raios – X.

A argila não passou pelo processo de sazonalamento, ou seja, possui altos teores de matéria orgânica, e a partir das análises química e mineralógica detectou-se que a argila tem características caulinita.

O processo de preparação dos corpos de prova cerâmicos iniciou-se pelo pré-tratamento das matérias-primas através da moagem da argila em um moinho de martelo Figura 1 (c), seguido pelo peneiramento até passar na peneira de 100 mesh, Figura 1 (d). No final ocorreu o quarteamento para uma homogeneização da argila e da cinza, Figura 1 (e). A cinza leve foi apenas quarteada, pois a sua granulometria já se assemelhava com a da argila.

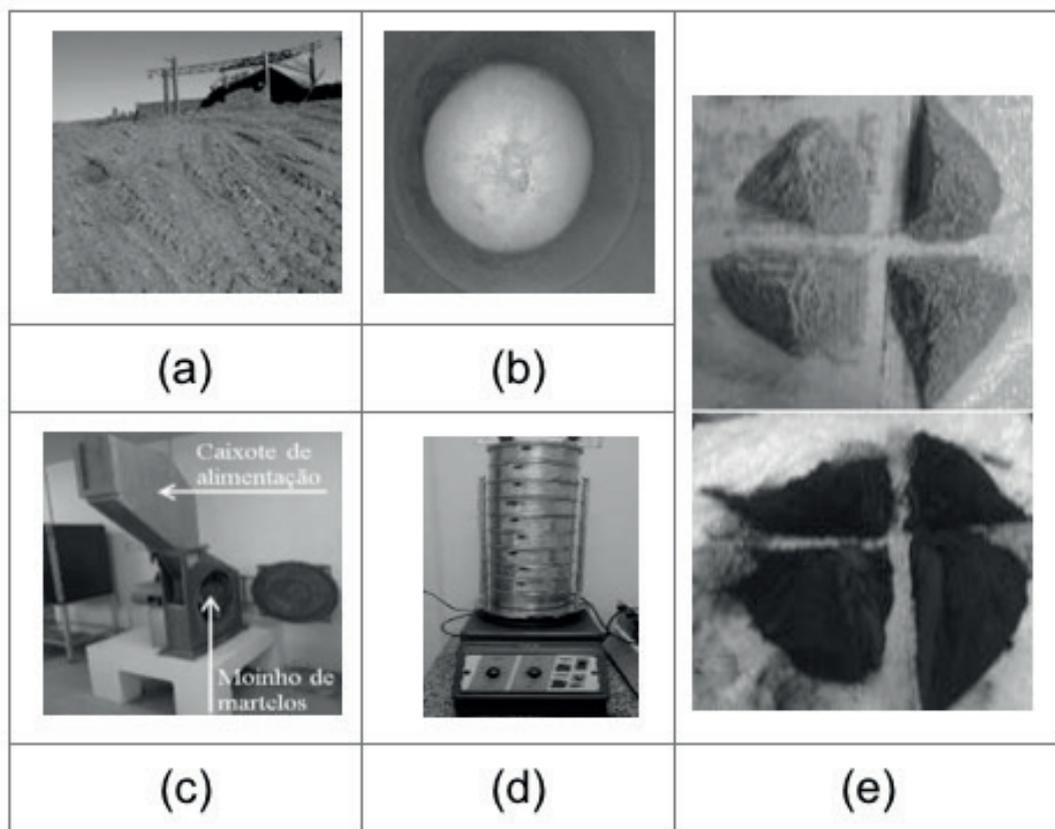


Figura 1 – Preparação do material cerâmico.

Fonte: Os autores, 2017.

A argila e a cinza foram misturadas em quantidades percentuais de massa conforme a Tabela 1:

Formulação	Argila <i>in natura</i> (%)	Cinza leve (%)
A0	100	0
CG5	95	5
CG10	90	10

CG20	80	20
CG30	70	30

Tabela 1 – Percentuais das formulações.

Fonte: Os autores, 2017.

Em seguida adicionou-se 5% em peso (massa de umidade / massa seca) de água em cada formulação para atingir a plasticidade necessária, e separadas em sacos plásticos por 24 horas para a sua homogeneização.

A fabricação dos corpos de prova ocorreu pelo processo de prensagem, conforme Figura 2 (a). As cargas submetidas para a realização da conformação foram de 5 a 6 toneladas. Para cada formulação foram realizados 30 corpos de prova, como mostra a Figura 2 (b).

Após, na etapa de secagem, utilizou-se dois procedimentos respectivamente: de maneira natural, em temperatura ambiente, de aproximadamente 28°C por 24 horas, e artificialmente, em mufla a uma temperatura de 110°C por 24 horas.

Logo a seguir, os corpos de prova foram pesados em uma balança eletrônica e medidos com um paquímetro, neste procedimento anotou-se a MASSA 1 (M1) e após foram colocados no forno para serem queimados, Figura 2 (c). Para o processo de queima, utilizou-se um patamar de 80°C por hora e quando chegou na temperatura final de 800°C, os corpos de prova permaneceram por 3 horas no forno. Finalmente foram pesados e medidos novamente, nos mesmos aparelhos, anotando-se a MASSA 2 (M2).

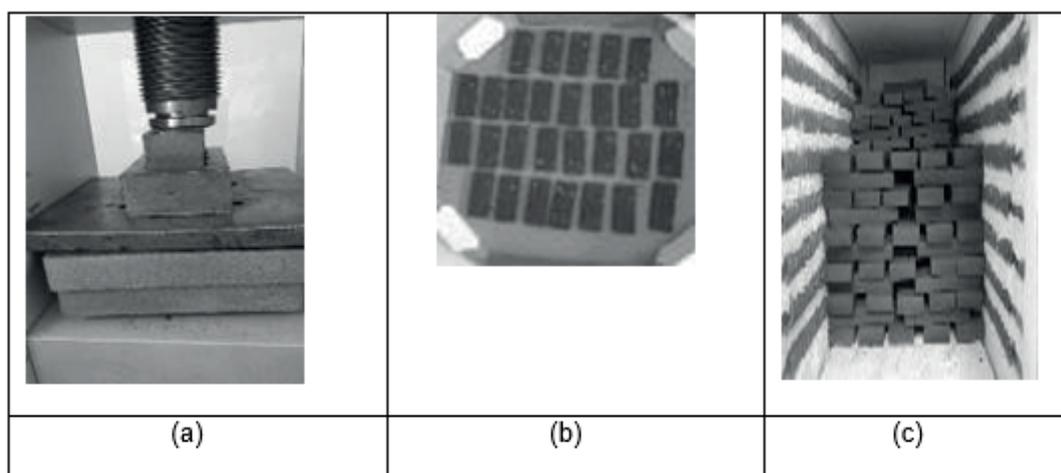


Figura 2 – Etapas de fabricação e queima do material cerâmico.

Fonte: Os autores, (2017).

O ensaio para determinação da perda ao fogo seguiu a norma M - CIENTEC – 028 (1995), em que primeiramente secou-se os corpos de prova naturalmente e artificialmente, após as secagens pesou-os e determinou-se sua massa, adotando-a de M1. Procedeu-se a queima com regime de aquecimento controlado até a temperatura

máxima em aquecimento constante, específico para materiais cerâmicos, permanente durante 3 horas nessa temperatura. Após, submeteu-se ao resfriamento natural e à medida que a temperatura chega até aproximadamente 50°C são transferidos ao dessecador até chegar a temperatura ambiente. Por fim, pesou-se novamente os corpos de prova e obtêm-se a sua massa, adotando-a de M2. O cálculo do resultado é apresentado na Equação 01 abaixo:

$$Pf (\%) = \frac{M1-M2}{M1} \times 100 \quad [\text{Eq. 01}]$$

Onde Pf é a perda ao fogo, M1 massa do corpo de prova seco à 110 °C e M2 a massa do corpo de prova após a sinterização (M-CIENTEC, C-028, 1995). Foi realizada uma média tanto da M1 quanto da M2 para a obtenção do resultado do ensaio de perda ao fogo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o resultado da análise química das matérias-primas.

Compostos	Argila	Cinza
SiO ₂	57,54	51,48
Al ₂ O ₃	12,15	10,88
Fe ₂ O ₃	11,77	2,73
K ₂ O	2,67	1,41
MgO	1,12	0,38
CaO	1,11	1,60
TiO ₂	0,81	0,83
Na ₂ O	0,24	0,43
P ₂ O ₅	0,09	0,43
ZrO ₂	0,07	0,023
SO ₃	0,07	3,83
MnO	0,04	-
SrO	0,03	-
Rb ₂ O	0,03	-
ZnO	0,03	-
C	-	26,80

Tabela 2 – Fluorescência de raios – X da argila in natura e cinza leve gaseificada.

Fonte: Os autores (2017).

A partir da Tabela 2 observa-se que na argila há uma maior quantidade de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃. De acordo com Quintana (2000) e Kniess (2005) esses percentuais na

composição são característicos do argilomineral caulinita. Em relação a cinza, percebe-se a presença de uma maior porcentagem de SiO_2 , seguida de C, que é devido a gaseificação efetuada via leito fluidizado. A presença de SO_3 indica que provavelmente os corpos de prova irão apresentar uma patologia conhecida por eflorescência, em que devido a presença de compostos com enxofre os materiais cerâmicos apresentam, quando em contato com a água, manchas brancas em sua superfície.

A análise de perda ao fogo foi realizada por meio da média aritmética de 5 corpos de prova para cada formulação.

A seguir a Tabela 3 apresenta os resultados de perda ao fogo e seus respectivos desvios padrão.

	A0	CG5	CG10	CG20	CG30
Pf (%)	4,530	6,890	8,418	13,043	15,061
Desvio Padrão	0,003	0,004	0,291	0,015	0,019

Tabela 3 – Resultado da perda ao fogo.

Fonte: Os autores, (2017).

A Figura 3 mostra o gráfico dos resultados apresentados na Tabela 3, em que é mais fácil de visualizar relação de perda ao fogo com a adição de resíduo.

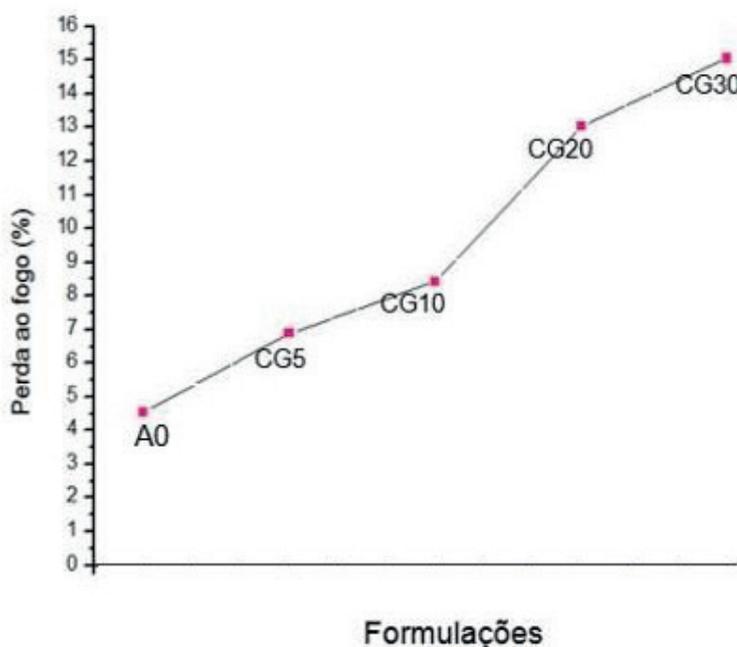


Figura 3 – Resultado da perda ao fogo.

Fonte: Os autores, 2017.

Analisando a Tabela 2 e gráfico da Figura 3 percebe-se que quanto maior foi a quantidade de cinza adicionada na formulação, mais alto foi a perda ao fogo. Esses valores de perda ao fogo são semelhantes aos encontrados por Medeiros (2014), em que na mesma faixa de temperatura a perda ao fogo variou de 5 a 10,5%.

De acordo com o trabalho de Zanin (2013), os índices obtidos de perda ao fogo foram muito parecidos, no entanto, a temperatura de queima utilizada neste trabalho foi de 950°C. Uma explicação para o aumento da porcentagem de perda ao fogo desses produtos pode estar relacionada a elevada presença de C detectada na análise de fluorescência de raios - X.

Segundo Paschoal (2004, p.41 *apud* MÁS, 2002), a elevada perda ao fogo se caracteriza pela elevada quantidade de matéria orgânica presente. Na Tabela 3 é possível destacar que as formulações A0, CG5 e CG10 tem uma baixa perda ao fogo, devido a presença de componentes magros, ou seja, cerca de 60% de silte e areia, uma argila rica em quartzo e menos plástica, podendo ser caracterizada também como um material redutor de plasticidade. As formulações CG20 e CG30 têm elevada perda ao fogo, devido a uma alta taxa de matéria orgânica ou calcária.

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que é viável utilizar a cinza leve proveniente da gaseificação em função dos índices de perda ao fogo obtidos. No entanto, alerta-se que é possível melhorar as propriedades dessas matérias – primas se em outras etapas fizermos o sazonalamento na argila, bem como, queimar os corpos de prova em outras temperaturas.

REFERÊNCIAS

- DIAS, Y. R. et al. CARACTERIZAÇÃO PRÉVIA DAS CINZAS VOLANTES, COPRODUTO DA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO MINERAL DE CANDIOTA-RS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 2, 2017.
- DOMENICO, M. D. et al. Gaseificação de carvão mineral brasileiro na presença de ortossilicato de lítio visando a produção aumentada de hidrogênio. 2013.
- EICHLER, P. et al. Produção do biometanol via gaseificação de biomassa lignocelulósica. **Química Nova**, v. 38, p. 828-835, 2015.
- KNIESS, C. T. Desenvolvimento e caracterização de materiais cerâmicos com adição de cinzas pesadas de carvão mineral. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- LORA, E. E. S. et al. Gaseificação e pirólise para a conversão da biomassa em eletricidade e biocombustíveis. _____ **Biocombustíveis. 1ª. ed. Itajubá: UNIFEI**, 2013.
- M-CIENTEC. C-028: Materiais cerâmicos - Determinação da perda ao fogo. Porto Alegre - RS, 1995.
- MEDEIROS, F. K.; AQUINO, R. C. A.; RODRIGUES, A. M. T.; SILVA, H. C.; DIAS, I. B. C.; FERREIRA, H. S. Produção de Tijolos Maciços e Placas Cerâmicas de Revestimento com Adição de Óleo Lubrificante Usado. **Cerâmica Industrial**, v. 19, p. 38–45, 2014.
- NICOLAU, V. D. P. A Importância da Curva de Queima em Fornos Cerâmicos. **Cerâmica Industrial** v. 17, n. 2, p. 2–5, 2014.

PASCHOAL, J.A.A. **Estudos de parâmetros de qualidade para a cerâmica estrutural vermelha. 2004. 188 p.** Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PETERSON, M. et al. Estudo da incorporação de cinza proveniente da queima de lenha de eucalipto na formulação de massa de uma indústria cerâmica estrutural do sul-catarinense. **Revista da UNIFEBE**, v. 1, n. 15, p. 9-17, 2016.

QUINTANA, L. M. H. Avaliação de Matérias-Primas e Produtos Cerâmicos da Região de Bagé (RS). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

ZANIN, T. L.; KLITZKE, W.; LUZ JR., L. F. L. Estudo da influência da adição de cinzas de carvão mineral nas propriedades da cerâmica vermelha. **Cerâmica**, São Paulo, v. 59, n. 350, p. 231-234, Junho 2013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aedes aegypti 181, 182, 189, 190, 191
Algoritmo 37, 49, 64, 65, 69, 76, 77, 78, 90, 92, 192, 197, 199, 201, 210
Análise do coeficiente de sensibilidade 66, 67, 78, 83, 91, 93
Atividade alelopática 164, 165, 166, 171
Atividade fitotóxica 173, 174

B

Balanço Populacional 59, 60, 61, 62, 63, 70, 73, 74, 75, 83, 84

C

Carvão mineral 26, 28, 32, 33, 220
Coeficiente de aglomeração 62, 63, 65, 66
Comportamento reológico 34, 36, 38, 40, 41, 42, 43
Concentrador solar 1, 3, 4, 5, 9, 11
Concentrador solar biangular 1, 3, 4, 11
Conselho Regional de Química 152, 153
Curva de ruptura 85, 86, 87, 89, 96, 97, 192, 194, 201, 202
Custos de produção 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 150

E

Energia solar 1, 3, 5, 6, 10, 11
Energias renováveis 1, 2
Ensino 32, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 159, 160, 161, 162, 164, 173
Extração sólido-líquido 1, 2, 3, 4

F

Fibras de coco 100, 102, 103, 105, 106, 107, 109, 112, 113, 114, 115
Fiscalização do CRQ 152, 153

G

Gaseificação do carvão 26, 32

H

Hidrólise de matérias graxas 44, 45, 46, 56

I

Imobilização de lipase 12, 21, 23

J

Jogos didáticos 130, 131, 133, 134, 138

L

Larvicidal activity 181, 183, 186, 187, 190

Lixiviação 1, 2, 3, 5, 6

Lixiviação assistida por energia solar 5, 6

M

Maceração 40, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 168

Modelo de balanço populacional 62, 63, 73, 83

Monte Carlo via Cadeia de Markov 59, 60, 64, 67, 70, 73, 74, 76, 79, 83, 85, 89, 97

O

Óleo de Baru 1, 6, 9, 10

Oxidação do tolueno 116, 121

P

Perda ao fogo 26, 27, 29, 30, 31, 32

Polpa de cupuaçu 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42

Processo de adsorção 85, 86, 87, 89, 97, 192, 194

Q

Quiz educativo 159, 160, 161, 162

R

Reação de dupla troca 123, 125

Reamostragem por importância 192

Resíduo agroindustrial 12, 14

Resíduo agroindustrial do café 12

S

Simulador de processos 116, 117

Sistemas particulados 10, 59, 60, 65, 70, 151

Superpro Designer 140, 141, 143, 144, 148, 150

Sustentabilidade 1, 114

T

Tabela Periódica 130, 131, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 159, 160, 161, 163

Taxa de crescimento por coagulação 66

U

Unidade experimental de extração sólido-líquido 4

V

Variáveis de estado 44, 45, 47, 51, 54, 55, 56, 57, 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 85, 192, 194, 196, 202, 203, 206, 210, 218, 224, 225, 227

 **Atena**
Editora

2 0 2 0