



Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 2

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

134 Impactos das tecnologias na engenharia química 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-236-4

DOI 10.22533/at.ed.364190304

1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série.

CDD 660.76

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Empresas do segmento de alimentos e bebidas que adotam inovação e tecnologia em seus produtos, processos e serviços são reconhecidas e valorizadas pelo consumidor, conseqüentemente competitivas no mercado. A área industrial alimentícia é apenas uma das inúmeras opções que o engenheiro químico tem como campo de trabalho. Mas dentro desta, suas atribuições são variadas, formando um profissional capaz de atuar em múltiplas tarefas.

A necessidade de novas tecnologias na indústria de alimentos requer otimização dos processos de transformação e fabricação, desenvolvimento de novos produtos, avanço da biotecnologia, garantia no controle da qualidade dos produtos, análise econômica dos processos, além da garantia do controle ambiental dos rejeitos e efluentes industriais.

A inovação é fundamental para o desenvolvimento de qualquer empresa. No setor de alimentos não é diferente, e cada vez mais os consumidores desejam consumir novos produtos que consigam aliar sabor, nutrição, qualidade e segurança. Assim como uma destinação correta de resíduos e uso de subprodutos que favorecem consumidor e meio ambiente.

Neste segundo volume, apresentamos inovações tecnológicas na Engenharia Química no setor de alimentos e resíduos de alimentos com estudos estatísticos de controle e processos, modelagem matemática, estudo cinético, sínteses, caracterizações, avaliação de propriedades, rendimento e controle analítico.

A Indústria Alimentar está em evolução constante e a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante neste setor. Os avanços científicos e técnicos permitem hoje produzir alimentos e bebidas que se adaptam melhor à procura dos consumidores de uma forma segura, com processos produtivos mais sustentáveis e eficientes, cobrindo a procura dos mercados globais.

Convidamos você a conhecer os trabalhos expostos neste volume relacionados com alimentos, bebidas, resíduos de alimentos com utilização tecnológica de novos recursos para o produto ou processo.

Bons estudos.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DA ENCAPSULAÇÃO DE RESÍDUOS DO ABATE DE AVES	
Caroline Machado da Silva Marlei Roling Scariot Leonardo da Silva Arrieche	
DOI 10.22533/at.ed.3641903041	
CAPÍTULO 2	8
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE VÍSCERAS DE FRANGO PARA OBTENÇÃO DE HIDROLISADOS PROTEICOS	
Tatiane Francini Knaul Schaline Winck Alberti Ana Maria Vélez	
DOI 10.22533/at.ed.3641903042	
CAPÍTULO 3	21
ESTUDO ESTATÍSTICO DO TEOR DE LIGNINA OXIDADA PARA O BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR APÓS O PRÉ-TRATAMENTO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO ALCALINO	
Anna Alves da Silva Vieira Isabelle Cunha Valim Vinnicius Ferraço Brant Alex Queiroz de Souza Ana Rosa Fonseca de Aguiar Martins Cecília Vilani Brunno Ferreira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.3641903043	
CAPÍTULO 4	26
IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO NO PROCESSO DE CALEAÇÃO DA FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR	
Lorena Marcele de Faria Leite Euclides Antônio Pereira de Lima Ana Cláudia Chesca Flávia Alice Borges Soares Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.3641903044	
CAPÍTULO 5	31
CONTROLE ANALÍTICO PARA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA EM INDÚSTRIA CANAVIEIRA	
Douglas Ramos Alves Amanda Martins Aguiar Ana Paula Silva Capuci	
DOI 10.22533/at.ed.3641903045	

CAPÍTULO 6	43
UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESLIGNIZAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO	
Isabelle Cunha Valim	
Anna Alves da Silva Vieira	
Vinnicius Ferraço Brant	
Alex Queiroz de Souza	
Ana Rosa Fonseca de Aguiar Martins	
Cecília Vilani	
Brunno Ferreira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.3641903046	
CAPÍTULO 7	49
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE METILCELULOSE A PARTIR DE BAGAÇO DE CANA	
Luís Fernando Figueiredo Faria	
Cláudia dos Santos Salim	
Luís Gustavo Ferroni Pereira	
Elisângela de Jesus Cândido Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.3641903047	
CAPÍTULO 8	56
ESTUDO CINÉTICO DA PRODUÇÃO DE HIDROMEL PELAS CEPAS <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Lalvin 71b 1122 e <i>Saccharomyces bayanus</i> RED STAR PREMIER BLANK	
Ana Katerine de Carvalho Lima Lobato	
Lucas Gois Brandão	
Victor Hoffmann Barroso	
DOI 10.22533/at.ed.3641903048	
CAPÍTULO 9	73
FILTRAÇÃO APLICADA AO PROCESSO DE CONCENTRAÇÃO DA VINHAÇA	
Fernando Oliveira de Queiroz	
Jéssica Oliveira Alves	
Marcelo Bacci da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3641903049	
CAPÍTULO 10	95
CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO, EM ESCALA INDUSTRIAL, DO LICOR NEGRO GERADO PELA ETAPA DE DESLIGNIFICAÇÃO DO ALGODÃO	
Lucrécio Fábio dos Santos	
Flávio Teixeira da Silva	
Teresa Cristina Brasil de Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.36419030410	
CAPÍTULO 11	111
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> FED-BATCH FERMENTATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHOD FOR ADJUSTING MODEL PARAMETERS TO EXPERIMENTAL DATA	
Marco César Prado Soares	
Gabriel Fernandes Luz	
Aline Carvalho da Costa	
Matheus Kauê Gomes	
Beatriz Ferreira Mendes	
Lucimara Gaziola de la Torre	
Eric Fujiwara	
DOI 10.22533/at.ed.36419030411	

CAPÍTULO 12 118

EXPERIMENTAL DESIGN FOR OPTIMAL PRODUCTION OF ALKALINE PHOSPHATASE UNDER LIQUID FERMENTATION WITH *Aspergillus* sp

Juliane Medeiros De Marco
Jennifer Salgado da Fonseca
Ricardo Lima Serudo

DOI 10.22533/at.ed.36419030412

CAPÍTULO 13 123

ESTUDO DO MODELO DE NÚCLEO DE RETRAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA COM CO₂ SUPERCRÍTICO

Matheus Manhães Vieira da Silva
João Vítor Melo Amaral
Carlos Minoru Nascimento Yoshioka
Ana Beatriz Neves Brito

DOI 10.22533/at.ed.36419030413

CAPÍTULO 14 128

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA SOLUBILIDADE DE α -TOCOFEROL EM MISTURAS DE ETANOL+ÁGUA

Iago Henrique Nascimento de Morais
Ricardo Amâncio Malagoni

DOI 10.22533/at.ed.36419030414

CAPÍTULO 15 136

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PERPÉTUA-ROXA (*Centratherum punctatum* Cass.) OBTIDO POR HIDRODESTILAÇÃO

Rafael Henrique Holanda Pinto
Maria Caroline Ferreira Rodrigues
Wanessa Almeida da Costa
Renato Macedo Cordeiro
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Raul Nunes de Carvalho Junior

DOI 10.22533/at.ed.36419030415

CAPÍTULO 16 143

MODELAGEM MATEMÁTICA DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE *Bidens Pilosa* L. USANDO FLUIDO SUPERCRÍTICO

Ramon Gredilha Paschoal
Marianne Lima Higinio
Marisa Fernandes Mendes

DOI 10.22533/at.ed.36419030416

CAPÍTULO 17 161

RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Piper divaricatum* EM FUNÇÃO DA GRANULOMETRIA E MÉTODO DE EXTRAÇÃO

Erick Monteiro de Sousa
Tainá Oliveira dos Anjos
Rafaela Oliveira Pinheiro
Márcia Moraes Cascaes
Lidiane Diniz do Nascimento
Eloisa Helena de Aguiar Andrade

DOI 10.22533/at.ed.36419030417

CAPÍTULO 18 167

INFLUÊNCIA DA PRESSÃO E TEMPERATURA PARA OBTENÇÃO DO EXTRATO DE *Mentha spicata* L. UTILIZANDO EXTRAÇÃO SUPERCRÍTICA

Tháiris Karoline Silva Laurentino
Thuany Naiara Silva Laurentino
Ariovaldo Bolzan

DOI 10.22533/at.ed.36419030418

CAPÍTULO 19 172

ESTUDO REOLÓGICO DA POLPA DE JUÇARA (*Euterpe edulis* Mart) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVES

Italo Iury de Souza Guida
Harvey Alexander Villa Vélez
Audirene Amorim Santana
Romildo Martins Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.36419030419

CAPÍTULO 20 179

OBTENÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DA POLPA DE ABACAXI ATRAVÉS DE EQUAÇÕES MATEMÁTICAS

Relyson Gabriel Medeiros de Oliveira
Williane Moraes de Souza
João Carlos Soares de Melo
Carlos Helaídio Chaves Costa
Adair Divino da Silva Badaró

DOI 10.22533/at.ed.36419030420

CAPÍTULO 21 186

CINÉTICA DE SECAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA POLPA DO FRUTO DE *Eugenia patrisii* Vahl. (MYRTACEAE)

Erick Monteiro de Sousa
Tainá Oliveira dos Anjos
Lidiane Diniz do Nascimento
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Cristiane Maria Leal Costa
Lênio José Guerreiro de Faria

DOI 10.22533/at.ed.36419030421

CAPÍTULO 22 192

MODELAGEM MATEMÁTICA DA CINÉTICA DE SECAGEM DE TOMATES TIPO CEREJA E UVA POR MODELOS SEMITEÓRICOS E EMPÍRICOS

Heitor Otacílio Nogueira Altino
Renata Nepomuceno da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.36419030422

CAPÍTULO 23 207

SECAGEM DO EXTRATO DA CASCA DE BERINJELA EM SPRAY DRYER COM ADIÇÃO DE ADJUVANTES

Raissa Henrique Silva
Erica Cortez de Lima
Suziani Cristina de Medeiros Dantas
Thayse Naianne Pires Dantas
Maria de Fátima Dantas de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.36419030423

CAPÍTULO 24 214

CINÉTICA DE SECAGEM DO MESOCARPO DE BACURI

Layrton José Souza Da Silva
Dennys Correia Da Silva
Ilmar Alves Lopes
Harvey Alexander Villa Vélez
Audirene Amorim Santana

DOI 10.22533/at.ed.36419030424

CAPÍTULO 25 219

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS NO ESTUDO DA SECAGEM E ORIENTAÇÃO DA MATRIZ DE FILMES BIODEGRADÁVEIS DE AMIDO E ACETATO DE AMIDO PELO MÉTODO *TAPE-CASTING*

Ana Luiza Borges Guimarães
João Borges Laurindo
Vivian Consuelo Reolon Schmidt

DOI 10.22533/at.ed.36419030425

CAPÍTULO 26 232

EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE MALTODEXTRINA NO PROCESSO DE LIOFILIZAÇÃO DE MANGABA

Antonio Jackson Ribeiro Barroso
Francisco De Assis Cardoso Almeida
João Paulo De Lima Ferreira
Luzia Márcia De Melo Silva
Deise Souza De Castro
Joselito Sousa Moraes
Micheline Maria Da Silva Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.36419030426

CAPÍTULO 27 237

OXIDAÇÃO DE DIFERENTES AÇÚCARES UTILIZANDO CATALISADOR DE PdPtBi/C

Fabiana dos Santos Lima
João Guilherme Rocha Poço

DOI 10.22533/at.ed.36419030427

CAPÍTULO 28 250

PROSPECÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DO BIOMA CAATINGA COM POTENCIALIDADE PARA PRODUÇÃO DE QUITINASE

José Renato Guimarães
Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira
Eudocia Carla Oliveira de Araújo
Maria Lúcia da Silva Cordeiro
Isabella da Rocha Silva
Ranoel José de Sousa Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.36419030428

CAPÍTULO 29 257

PROJETO CONCEITUAL E ANÁLISE ECONÔMICA PRELIMINAR DO PROCESSO DE PERVAPORAÇÃO PARA RECUPERAÇÃO DO AROMA DO SUCO DE ABACAXI

Bárbara Carlos Bassane

Marianna Rangel Antunes

Cecília Vilani

Roberto Bentes de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.36419030429

CAPÍTULO 30 274

EFEITOS DO TAMANHO DOS GRÂNULOS, DO REVESTIMENTO E DO TIPO DE FERTILIZANTE NA LIBERAÇÃO DE AMÔNIA EM FERTILIZANTES NITROGENADOS

Pedro Queiroz Takahashi

Gabriel Costa de Paiva

Marcelo Andrade de Godoy

José Mauro de Almeida

Deusanilde de Jesus Silva

DOI 10.22533/at.ed.36419030430

SOBRE A ORGANIZADORA..... 279

UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESLIGNIZAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Isabelle Cunha Valim

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ

Anna Alves da Silva Vieira

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ

Vinnicius Ferraço Brant

Instituto SENAI de Inovação Química Verde
Rio de Janeiro – RJ

Alex Queiroz de Souza

Instituto SENAI de Inovação Química Verde
Rio de Janeiro – RJ

Ana Rosa Fonseca de Aguiar Martins

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ

Cecília Vilani

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ

Brunno Ferreira dos Santos

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo a construção de um modelo matemático otimizado por algoritmos genéticos (GA) para a predição do teor de lignina residual quantificado no processo de deslignização do bagaço da cana-de-açúcar utilizando peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Uma análise de variância

(ANOVA) foi desenvolvida para avaliar a qualidade do modelo de direcionamento obtido. Os experimentos foram realizados seguindo um planejamento experimental, onde as variáveis a serem avaliadas foram temperatura (25 a 60°C), concentração de H_2O_2 (2 a 15%) e pH (10 a 13). O modelo matemático polinomial apresentou R^2 de 96,3%, se mostrando satisfatório para a predição. As superfícies de respostas construídas foram essenciais na visualização das interações entre as variáveis do processo, indicando que as condições ótimas para minimização do teor de lignina residual na biomassa são 60°C, 15% de H_2O_2 e pH de 11,5.

PALAVRAS-CHAVE: Bagaço da Cana-de-Açúcar, Inteligência Artificial, Otimização.

ABSTRACT: This work aims the construction of a mathematical model optimized by genetic algorithms (GA) for the prediction of residual lignin content quantified in the process of delignification of sugarcane bagasse using hydrogen peroxide (H_2O_2). An analysis of variance (ANOVA) was developed to evaluate the quality of the targeting model obtained. The experiments were performed following an experimental design, where the variables to be evaluated were temperature (25 to 60°C), concentration of H_2O_2 (2 to 15%) and pH (10 to 13). The polynomial mathematical model

presented a R^2 of 96.3%, which was satisfactory for the prediction. The constructed response surfaces were essential in visualizing the interactions among the process variables, indicating that the optimum conditions for minimizing the residual lignin content in the biomass are 60°C, 15% of H_2O_2 and pH 11.5.

KEYWORDS: Sugarcane Bagasse, Artificial Intelligence, Optimization.

1 | INTRODUÇÃO

O bagaço da cana-de-açúcar é uma biomassa vegetal que apresenta muito potencial de reutilização devido à sua estrutura formada por celulose, hemicelulose e lignina. O processo de pré-tratamento com H_2O_2 leva à extração de lignina da biomassa, viabilizando o acesso às outras frações constituintes em processos fermentativos posteriores, a fim de se obter produtos de maior valor agregado. Com a demanda de processos mais eficientes, de baixo custo e menor impacto ambiental, se faz necessária a utilização de ferramentas computacionais para atingir soluções ótimas. Nesse contexto, é importante destacar a relevância de se construir um modelo matemático de direcionamento que aponte adequadamente as condições que levem ao máximo rendimento do processo a ser estudado. Pappu e Gummati, 2017 utilizam redes neurais artificiais na construção de um modelo de predição da obtenção de xilitol em biorreator a partir de *Debaryomyces nepalensis*, onde algoritmos genéticos foram utilizados para encontrar os parâmetros ótimos do modelo, a fim de se maximizar a produção de xilitol. Ao contrário dos métodos clássicos que utilizam o gradiente da função para achar seu máximo, quase sempre local, os algoritmos genéticos não ficam estagnados nesse ponto, levando à otimização para um ponto de máximo global do problema. É importante enfatizar que a metodologia para quantificação de lignina residual na biomassa é demorada, levando mais de 48h para obtenção da resposta e que na literatura não há muitos estudos com relação a modelos polinomiais de direcionamento, a fim de se minimizar o teor de lignina residual nesse processo. Dessa forma, a construção de um modelo otimizado capaz de predizer esse resultado é de grande relevância.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Processo de deslignização da biomassa utilizando peróxido de hidrogênio alcalino

Os experimentos foram executados de acordo com um planejamento experimental para avaliar três variáveis independentes do processo de deslignização do bagaço da cana-de-açúcar: temperatura (25 a 60°C), concentração de H_2O_2 (2 a 15%) e pH (10 a 13). Foram realizados 17 ensaios, em duplicata. O bagaço da cana-de-açúcar utilizado

nesse trabalho foi lavado em água corrente e seco em estufa a 45°C. A biomassa foi triturada, homogeneizada para um tamanho de partícula de 0,5 mm e armazenada em dessecador para uso posterior. O processo de extração da lignina presente na biomassa foi realizado conforme Valim et al. (2017).

2.2 Determinação de lignina residual na biomassa

Para determinar o teor de lignina residual na biomassa, foi utilizada a metodologia padrão NREL (60). A Equação (1) mostra o cálculo da porcentagem de lignina residual na biomassa, onde m_1 corresponde à massa do cadinho vazio e m_2 corresponde à massa do cadinho com o sólido filtrado. As análises também foram realizadas em duplicata, totalizando 68 respostas experimentais para o processo.

$$\% \text{ Lignina Residual} = \frac{(m_2 - m_1)}{0,3} \cdot 10 \quad (1)$$

2.3 Determinação do modelo otimizado por algoritmos genéticos

O modelo otimizado por algoritmos genéticos foi obtido com o uso do software MATLAB R2016b. Os dados adquiridos experimentalmente foram utilizados para a construção de um modelo conforme a Equação (2).

$$y = a_1 + a_2x_1 + a_3x_2 + a_4x_3 + a_5x_1x_2 + a_6x_1x_3 + a_7x_2x_3 + a_8x_1^{a_9} + a_{10}x_2^{a_{11}} + a_{12}x_3^{a_{13}} \quad (2)$$

No modelo, a variável de saída y é o teor de lignina residual presente na biomassa. x_1 , x_2 e x_3 representam as variáveis codificadas para efeitos lineares. x_{12} , x_{13} e x_{23} representam a interação entre as variáveis codificadas. Todos os parâmetros a_n foram determinados através da minimização da função objetivo, fazendo com que o teor de lignina residual obtido pelo modelo seja o mais próximo possível do teor de lignina residual obtida experimentalmente, conforme visto na Equação (3). A ordem do polinômio também foi otimizada.

$$F_{obj} = \sum (y - y_{exp})^2 \quad (3)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura, concentração de H_2O_2 e pH são fatores que influenciam diretamente o processo de deslignização do bagaço da cana-de-açúcar. A Equação (4) descreve o modelo matemático otimizado a partir de algoritmos genéticos capaz de prever o teor de lignina residual na biomassa após o pré-tratamento com H_2O_2 .

$$y = 14 + 2,2124x_1 - 3x_2 - 0,4448x_3 - 0,0204x_1x_2 - 0,0977x_1x_3 + 0,1794x_2x_3 - 0,1267x_1^{1,4610} + 0,0628x_2^2 - 0,0638x_3^{1,5439} \quad (4)$$

O algoritmo genético utilizado na obtenção desse modelo apresentou uma população com 3.500 indivíduos com 2.000 gerações, taxa de crossover em 50%, taxa de migração em 40% e intervalo de migração em 10 indivíduos. A Tabela 1 apresenta a comparação entre os valores médios do teor de lignina residual experimental e predito pelo modelo polinomial.

Testes	Variáveis			Teor de lignina residual (%)	
	Temperatura (°C)	% H ₂ O ₂	pH	Experimental	Predito
1	32,1	4,6	10,6	19,37	17,75
2	52,9	4,6	10,6	21,31	18,65
3	32,1	12,4	10,6	14,25	12,41
4	52,9	12,4	10,6	9,18	9,99
5	32,1	4,6	12,4	12,27	12,13
6	52,9	4,6	12,4	7,29	9,36
7	32,1	12,4	12,4	9,31	9,30
8	52,9	12,4	12,4	7,53	3,22
9	25,0	8,5	11,5	10,70	11,61
10	60,0	8,5	11,5	6,13	7,42
11	42,5	2,0	11,5	18,98	18,71
12	42,5	15,0	11,5	7,22	9,13
13	42,5	8,5	10,0	17,21	16,41
14	42,5	8,5	13,0	8,09	6,08
15	42,5	8,5	11,5	7,64	11,27
16	42,5	8,5	11,5	10,70	11,27
17	42,5	8,5	11,5	9,28	11,27

Tabela 1 – Comparação entre o teor de lignina residual obtido experimentalmente e o predito pelo modelo desenvolvido a partir da utilização de algoritmos genéticos.

A Tabela 2 apresenta a ANOVA construída para avaliar a qualidade de predição do modelo de direcionamento desenvolvido. Para este estudo, o valor de F_{tabelado} é de 1,92 enquanto o $F_{\text{calculado}}$ é 107,86 para o nível de significância de 0,05. Isso significa que as variáveis estudadas no processo são significativas na predição do teor de lignina residual na biomassa. O coeficiente de correlação R^2 obtido na avaliação mostra que o modelo consegue explicar 96,3% das variações para as faixas de temperatura, concentração de H₂O₂ e pH em que o experimento foi realizado.

Variáveis do modelo	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F-valor
Coeficientes de regressão	2.558,47	13	196,81	107,86
Resíduos	98,53	54	1,82	
SQ total	2657,00	67		

Tabela 2 – ANOVA para avaliação do modelo de predição do teor de lignina residual.

A Figura 1 mostra os gráficos de superfície 3D que representam o modelo matemático. As interações entre as variáveis estudadas podem ser analisadas e se torna possível a obtenção das condições ótimas para o processo de deslignização do bagaço da cana-de-açúcar.

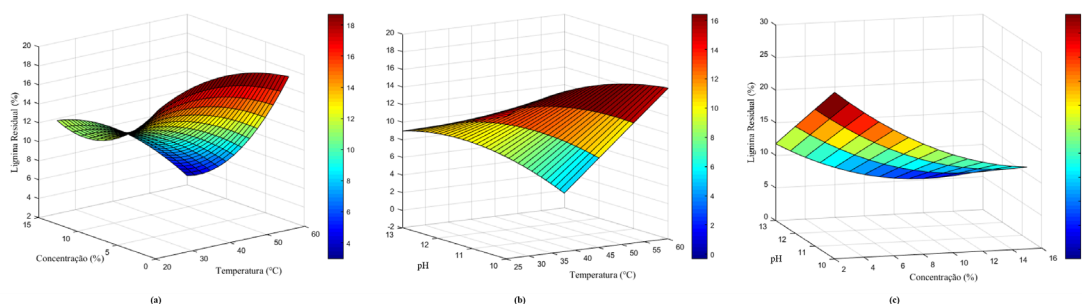


Figura 1 – Superfícies de respostas geradas a partir do modelo polinomial de direcionamento. Em (a) observa-se a interação entre as variáveis temperatura e concentração de H_2O_2 , em (b), a interação entre as variáveis temperatura e pH e em (c), a interação entre as variáveis concentração de H_2O_2 e pH.

Da Figura 1(a) é possível observar que o menor teor de lignina residual na biomassa ocorre em experimentos que apresentam maior temperatura e maior concentração de H_2O_2 . Da Figura 1(b), nota-se que a minimização da resposta do processo acontece em situações onde se observa altos valores de temperatura e pH. A Figura 1(c) confirma a necessidade da utilização de altos valores de concentração de H_2O_2 , mas o menor teor de lignina residual na biomassa é obtido com valores de pH em torno de 11,5.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou a influência das variáveis temperatura, concentração de H_2O_2 e pH no processo de deslignização do bagaço da cana-de-açúcar. O modelo matemático otimizado por algoritmos genéticos obtido foi satisfatório, apresentando R^2 de 96,3%. As superfícies de respostas geradas foram adequadas na obtenção dos valores ótimos para avaliação dos parâmetros do processo e indicam que, para minimizar o teor de lignina residual na biomassa e maximizar a extração de lignina, a deslignização do bagaço da cana-de-açúcar deve ser realizada a uma temperatura de 60°C, concentração em 15% de H_2O_2 e pH 11,5.

REFERÊNCIAS

PAPPU S M J, GUMMADI S N. **Artificial neural network and regression coupled genetic algorithm to optimize parameters for enhanced xylitol production by *Debaryomyces nepalensis*** in bioreactor. *Biochem. Eng. J.*, v. 120, p. 136-145, 2017.

VALIM I C, FIDALGO J L G, REGO A S C, VILANI C, MARTINS A R F A, SANTOS B F. **Neural network modeling to support an experimental study of the delignification process of sugarcane bagasse after alkaline hydrogen peroxide pretreatment.** *Bioresour. Technol*, v. 243, p. 760-770, 2017.

SOBRE A ORGANIZADORA

CARMEN LÚCIA VOIGT Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-236-4

