



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	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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	
<ul style="list-style-type: none"> Lucrecio 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	
<ul style="list-style-type: none"> 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

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

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

Isabelle Cunha Valim

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 estudo tem por objetivo gerar um modelo matemático capaz de prever o teor de lignina oxidada no bagaço da cana-de-açúcar após pré-tratamento com peróxido de hidrogênio alcalino (H_2O_2). Os experimentos foram realizados com base em um planejamento experimental do tipo Delineamento Composto

Central Rotacional (DCCR) com 3 variáveis independentes: temperatura (25 a 60°C), concentração de H_2O_2 (2 a 15%) e pH (10 a 13). O modelo estatístico desenvolvido foi validado através da análise de variância (ANOVA). As regiões ótimas do processo foram identificadas a fim de se obter o menor teor de lignina oxidada e podem ser observadas nos gráficos de superfícies de respostas. Temperaturas abaixo de 25°C ou acima de 60°C, concentração de H_2O_2 abaixo de 10% e pH acima de 11 são as condições mais indicadas para minimização da resposta.

PALAVRAS-CHAVE: Bagaço da Cana-de-Açúcar, Lignina Oxidada, Planejamento Experimental.

ABSTRACT: This study aims to generate a mathematical model capable of predicting the oxidized lignin content in sugarcane bagasse after pretreatment with alkaline hydrogen peroxide (H_2O_2). The experiments were performed using three independent variables: temperature (25 to 60°C), concentration of H_2O_2 (2 to 15%) and pH (10 to 13). The statistical model developed was validated by analysis of variance (ANOVA). The optimal regions of the process were identified in order to obtain the lowest oxidized lignin content and can be observed in the response surface graphs. Temperatures below 25°C or above 60°C, H_2O_2 concentration below 10% and pH

above 11 are the most indicated conditions for minimizing the response.

KEYWORDS: Sugarcane Bagasse, Oxidized Lignin, Experimental Design.

1 | INTRODUÇÃO

O bagaço da cana-de-açúcar é altamente aplicável como recurso renovável. Por ser um resíduo lignocelulósico, o processo de deslignização se faz necessário para aumentar o rendimento do produto de interesse, dado que a lignina atua como proteção à estrutura da biomassa. O uso de planejamento experimental permite a construção de um modelo estatístico utilizado para avaliar a interação entre as variáveis dependentes do processo. Dessa forma, é possível se obter o maior número de informações realizando-se poucos experimentos. A metodologia de superfícies de respostas pode ser utilizada como auxílio para visualização dos valores ótimos para as variáveis estudadas no planejamento experimental. O trabalho de El-Gendy et al. (2015) mostra o uso do planejamento experimental para otimização da produção de biodiesel a partir de resíduo de óleo de girassol. No contexto da deslignização do bagaço da cana-de-açúcar, é importante ressaltar a importância da construção de modelos matemáticos de predição que correlacionem análises qualitativas não destrutivas com valores quantificados de lignina após o pré-tratamento da biomassa, visto que as metodologias usualmente aplicadas para quantificação desses teores são demoradas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Planejamento experimental

Para avaliar os parâmetros do processo de extração de lignina foi utilizado um DCCR com 3 variáveis independentes, realizando um fatorial completo 2^3 , além de 6 pontos axiais e 3 repetições no ponto central para validar a qualidade da repetibilidade do processo, totalizando 17 experimentos. Todos os ensaios foram realizados em duplicata. As variáveis avaliadas são temperatura (25 a 60°C), concentração de H_2O_2 (2 a 15%) e pH (10 a 13).

O modelo matemático do processo é dado pela Equação (1), em que x_1 , x_2 e x_3 descrevem os efeitos lineares das variáveis. x_{12} , x_{13} e x_{23} representa a interação entre as variáveis. x_{12}^2 , x_{22}^2 e x_{32}^2 descrevem o efeito quadrático das variáveis e o parâmetro y representa o teor de lignina oxidada no bagaço tratado.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{33} x_3^2 \quad (1)$$

Utilizando o software STATISTICA versão 10.0, foi feita a análise de variância (ANOVA) para verificar a qualidade de ajuste do modelo, avaliando o coeficiente de

correlação, R^2 , para o desvio entre a resposta experimental e a predita pelo modelo e geração da superfície de respostas para estimar a faixa ótima de operação em cada variável.

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 Deslignização e determinação do teor de lignina oxidada

A metodologia utilizada na extração da lignina segue descrito no trabalho de Valim et al. (2017).

Para estimar o teor de lignina oxidada na biomassa foi utilizada a técnica qualitativa de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR), sendo a leitura de cada amostra realizada em duplicata em um espectrômetro Bruker. Os espectros, lidos em absorbância, foram registrados na faixa entre 4000 cm^{-1} e 400 cm^{-1} onde o comprimento de onda de 1420 cm^{-1} se refere a presença de anéis aromáticos, presentes na lignina, e o de 1030 cm^{-1} diz respeito a ligação C-O, presente tanto na lignina quanto nas frações de celulose e hemicelulose. O teor de lignina oxidada no bagaço da cana-de-açúcar após o pré-tratamento com H_2O_2 é obtido através da razão entre os valores de absorbância do comprimento de onda que caracteriza a presença de aromáticos e a ligação C-O.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo avaliação dos efeitos na variação do teor de lignina oxidada, conseguiu-se escrever um o modelo reparametrizado, como mostra Equação (2).

$$\text{Lignina oxidada} = 1,1350 + 3,8346 \cdot 10^{-3} x_2 x_3 - 7,8111 \cdot 10^{-5} x_{12} \quad (2)$$

A Tabela 1 apresenta análise de variância (ANOVA). Para este estudo, o valor de F_{tabelado} é de 3,74 enquanto o $F_{\text{calculado}}$ é 4,64 para o nível de significância de 0,05. Isso significa que a hipótese de nulidade é rejeitada para os contrastes utilizados, ou seja, as variáveis do processo têm influência sobre o teor de oxidação da lignina, podendo-se considerar o modelo estatístico. O coeficiente de correlação R^2 obtido para avaliar a qualidade do ajuste mostra que o modelo consegue explicar 74,2% das variações para as faixas de temperatura, concentração de H_2O_2 e pH em que o experimento foi

realizado. Ao ser empregado, o modelo obtido é capaz de direcionar o operador a executar novas faixas para estudo de otimização.

Variáveis do modelo	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F-valor
Coefficientes de regressão	0,002259	2	0,00113	4,6454
Resíduos	0,003404	14	0,000243	
SQ total	0,005663	16		

Tabela 1 – Resultado da análise de variância para o modelo de predição do teor de lignina oxidada no bagaço da cana-de-açúcar.

A Tabela 2 apresenta a comparação entre os valores de teor de lignina oxidada experimental e predito pelo modelo para cada teste realizado.

Testes	Variáveis			Teor de lignina oxidada	
	Temperatura (°C)	%H ₂ O ₂	pH	Experimental	Predito
1	32,1	4,6	10,6	0,196	0,206
2	52,9	4,6	10,6	0,209	0,208
3	32,1	12,4	10,6	0,169	0,180
4	52,9	12,4	10,6	0,179	0,178
5	32,1	4,6	12,4	0,175	0,173
6	52,9	4,6	12,4	0,175	0,162
7	32,1	12,4	12,4	0,203	0,201
8	52,9	12,4	12,4	0,197	0,185
9	25,0	8,5	11,5	0,181	0,169
10	60,0	8,5	11,5	0,144	0,158
11	42,5	2,0	11,5	0,193	0,195
12	42,5	15,0	11,5	0,193	0,194
13	42,5	8,5	10,0	0,225	0,212
14	42,5	8,5	13,0	0,175	0,191
15	42,5	8,5	11,5	0,186	0,188
16	42,5	8,5	11,5	0,186	0,188
17	42,5	8,5	11,5	0,192	0,188

Tabela 2 – Comparação entre o teor de lignina obtido experimentalmente e o descrito pelo modelo após tratamento da biomassa com peróxido de hidrogênio alcalino

A Figura 1 mostra as superfícies de respostas que representam o modelo obtido a partir do planejamento experimental. Na Figura 1(a) é possível observar os efeitos da interação entre temperatura e concentração de H₂O₂. Já na Figura 1(b), nota-se a interação entre temperatura e pH. Analogamente, na Figura 1(c) pode-se avaliar a interação entre pH e concentração de H₂O₂.

Da Figura 1(a) é possível observar que o menor teor de lignina oxidada na biomassa é obtido para valores de temperatura menores que 20°C ou maiores que 60°C. Da Figura 1(b), tem-se que valores de pH maiores que 11 favorecem a minimização da variável dependente do processo. Da Figura 1(c), observa-se que

valores de concentração de H_2O_2 menores que 10% são satisfatórios para que o teor de lignina oxidada na biomassa após o pré-tratamento seja mínimo.

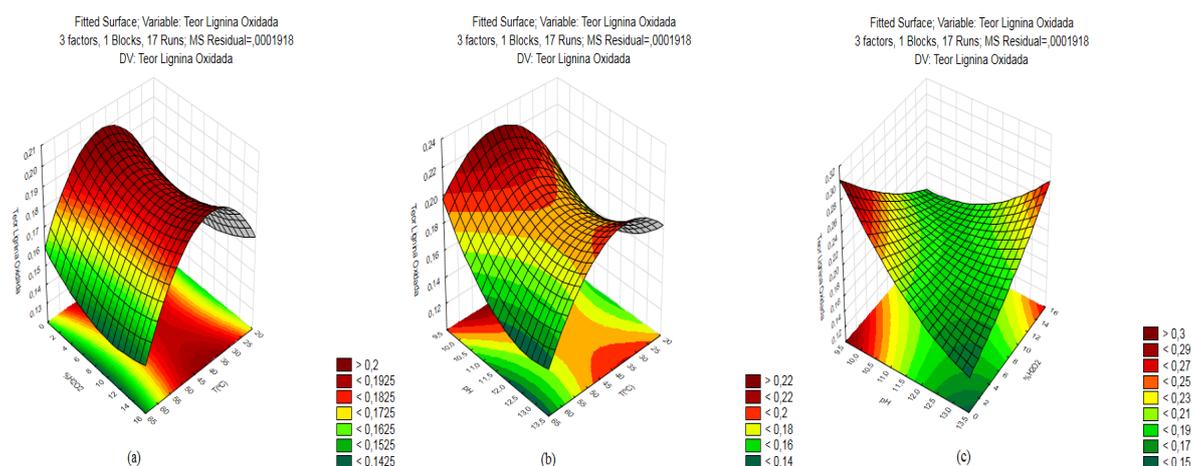


Figura 1 – Efeitos da temperatura, concentração de H_2O_2 e pH no modelo de predição do teor de lignina oxidada no bagaço da cana-de-açúcar.

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 a partir da utilização de planejamento experimental e a obtenção de um modelo estatístico para predição do teor de lignina oxidada na biomassa. A partir dos gráficos de superfícies de respostas observou-se que o menor teor de lignina oxidada se dá em temperaturas abaixo de $25^{\circ}C$ ou acima de $60^{\circ}C$, concentração de H_2O_2 abaixo de 10% e pH acima de 11. O modelo matemático desenvolvido apresentou coeficiente de correlação de 74,2% para as faixas avaliadas de temperatura, % H_2O_2 e pH, não sendo indicado como único modelo para predição da resposta do processo. Seu uso é indicado para direcionamento dos parâmetros na construção de um novo planejamento experimental. Desta forma, sugere-se que sejam realizados experimentos em faixas de temperatura abaixo de $25^{\circ}C$ e acima de $60^{\circ}C$ para melhor estudo do teor de lignina oxidada após o pré-tratamento do bagaço da cana-de-açúcar com H_2O_2 .

REFERÊNCIAS

EL-GENDY NS, DERIASE SF, HAMDY A, ABDALLA RI. **Statistical optimization of biodiesel production from sunflower waste cooking oil using basic heterogeneous biocatalyst prepared from eggshells**. EGYJP, v. 24, p. 37-48, 2015.

VALIM IC, FIDALGO JLG, REGO, ASC, VILANI C, MARTINS ARFA, SANTOS BF. **Neural network modeling to support an experimental study of the delignification process of sugarcane bagasse after alkaline hydrogen peroxide pre-treatment**. BIORTECH, 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

