



Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 2

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

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

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

José Renato Guimarães

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia Química
São Carlos – São Paulo

Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira

Universidade Federal de São Carlos,
Departamento de Engenharia Química
São Carlos – São Paulo

Eudocia Carla Oliveira de Araújo

Universidade Estadual da Paraíba, Departamento
de Ciência e Tecnologia Ambiental
Campina Grande – Paraíba

Maria Lúcia da Silva Cordeiro

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Bioquímica
Natal – Rio Grande do Norte

Isabella da Rocha Silva

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia de
Biotecnologia e Bioprocessos
Sumé – Paraíba

Ranoel José de Sousa Gonçalves

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Tecnologia do
Desenvolvimento
Sumé – Paraíba

comerciais para produção de metabolitos secundários, dentre os quais se destaca os fungos entomopatogênicos. Nesse contexto, esta pesquisa buscou verificar a existência de variabilidade genética para a produção de quitinase em isolados fúngicos pertencentes à coleção de fungos filamentosos da caatinga. Avaliando o crescimento celular dos genótipos na presença de quitina, bem como quantificando o Índice Enzimático (IE) por meio do Método de Difusão em Gel de Ágar, onde o valor superior a dois classificou os isolados fúngicos como promissores para produção de quitinase. Dentre os 117 isolados fúngicos apenas 45,3% apresentaram perfil de crescimento. O efeito significativo que mostra a atividade quitinolítica dos isolados fúngicos, indica existência de variabilidade genética e sugere situação favorável para a seleção desses genótipos. Verificou-se, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, a formação de três grupos de genótipos com aptidões distintas sendo o CDSA097, CDSA098 e CDSA111 aqueles que apresentaram maior desempenho para variável resposta em estudo.

PALAVRA-CHAVE: prospecção; isolados fúngicos; quitina; genótipos.

ABSTRACT: The caatinga represents an increasing potential for the sector of the prospection of microorganisms with commercial

RESUMO: A caatinga representa uma crescente potencialidade para o setor da prospecção de microrganismos com características

characteristics for the production of secondary metabolites, among which the entomopathogenic fungi. In this context, this research sought to verify the existence of genetic variability for the production of chitinase in fungal isolates belonging to the collection of filamentous fungi of the caatinga. Evaluating the cell growth of the genotypes in the presence of chitin, as well as quantifying the Enzymatic Index (EI) by means of the Agar Gel Diffusion Method, where the value superior to two classified the fungal isolates as promising for chitinase production. Among the 117 fungal isolates, only 45.3% presented a growth profile. The significant effect that shows the chitinolytic activity of the fungal isolates, indicates the existence of genetic variability and suggests a favorable situation for the selection of these genotypes. It was found, by the Scott-Knott test at 5% probability, the formation of three groups of genotypes with different aptitudes with CDSA097, CDSA098 and CDSA111 being the ones that presented the highest performance for variable in the study.

KEYWORDS: prospection; fungal isolates; chitin; genotypes.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os fungos vêm se destacando graças a seu enorme potencial em produzir uma infinidade de metabólitos, os quais apresentam diferentes aplicações biotecnológicas como produção de vacinas, enzimas, antibióticos, antifúngicos, anticancerígenos. Alguns podem apresentar maior potencial para a produção de certa enzima. Isso pode ser justificável pela existência de variabilidade genética neste reino para as diversas características. A maioria dos microrganismos produtores de quitinase são obtidos dos solos, principalmente, ricos em quitina. O principal critério utilizado para selecionar esses microrganismos é avaliar a sua capacidade em utilizar a quitina como única fonte de carbono (AZEVEDO & ARAÚJO, 2006; PAGNONCELLI, 2008; SANTOS, 2008).

As enzimas são proteínas produzidas por todos os organismos vivos. São catalisadores biológicos altamente específicos que aceleram as reações químicas, tais como digestão, respiração, metabolismo e manutenção de tecidos (FOOD INGREDIENTS BRASIL 2011). Atualmente a produção de enzimas movimenta anualmente bilhões de dólares. Segundo Sant'anna Júnior (2001) novas enzimas estão sendo descobertas a partir do trabalho conjunto de equipes de diferentes linhas de pesquisas vinculado às áreas de Microbiologia, Bioquímica, Química, Engenharia Bioquímica, entre outras. Parceria que minimiza os custos vinculados à atividade industrial de produção de enzimas.

As enzimas mais utilizadas na indústria são as hidrolases, enzimas que catalisam a quebra de polímeros utilizando a água (THIMOTEO, 2011). Dentre essas enzimas podemos citar: celulase (EC 3.2.1.4); quitinase (EC 3.2.1.14); β -manosidase (EC 3.2.1.25); glican-1,3- β -glicosidase (EC 3.2.1.75) entre outras.

As quitinases (EC 3.2.1.132) são enzimas glicosilhidrolase que catalisam a reação

de hidrólise das ligações glicosídicas $\beta(1\rightarrow4)$ presente nos polímeros de N-acetilglucosamina da estrutura da quitina. Em geral, as enzimas quitinolíticas podem ser classificadas em dois tipos: (i) endoquitinases (EC 3.2.1.14), hidrolisam a quitina de maneira aleatória nas ligações glicosídicas internas, liberando oligossacarídeos de diferentes tamanhos; (ii) exoquitinases, atuam de maneira progressiva pela extremidade reductora da quitina, liberando quitobiose e N-acetilglucosamina (SAITO *et al.*, 1999; RAST *et al.*, 2003; YOUNG *et al.*, 2005; RAMIREZ *et al.*, 2011).

Diante do exposto, nota-se a grande importância de identificar e selecionar isolados fúngicos da Caatinga que apresentem potencial para a produção de quitinase. Avaliando a eficiência do método de seleção empregado, pela estimação dos coeficientes de variação genética, ambiental e da herdabilidade no sentido amplo para a determinação da atividade quitinolítica dos isolados fúngicos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitossanidade do Semiárido (LAFISA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Sumé, PB. No presente trabalho foi utilizada a quitina, cedida pelo Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste (CERTBIO). Foram utilizados os 117 isolados fúngicos, pertencentes à Micoteca CDSA do laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Campina Grande.

Para o procedimento de conservação e ativação das células foi utilizado o meio de cultivo sólido básico BDA (20% de Batata, 1,8% de Dextrose e 1,5% de Ágar). A ativação ocorreu em placas de Petri em estufa a 28 °C durante 7 dias. Posteriormente, para analisar a tolerância (potencial em apresentar perfil de crescimento) e a hidrólise da quitina (parâmetro representado pelo halo de degradação) os isolados fúngicos foram cultivados em placas de Petri contendo meio sintético formulado com a presença de quitina (1% de quitina e 1,5% de Ágar) e incubados à temperatura de 28 °C durante 5 dias.

As placas contendo as colônias foram submetidas à coloração específica com solução contendo iodo (3,33 g L⁻¹) e iodeto de potássio (6,67 g L⁻¹) por 20 minutos. O halo de degradação representado pelo Índice Enzimático (IE) (Equação 1) foi avaliado como indicativo da capacidade de produção enzimática. Dessa forma, os isolados fúngicos que apresentaram IE superior a dois foram os que possuem melhor potencial para atividade quitinolítica extracelular.

$$IE = \frac{\text{diâmetro médio do halo de degradação}}{\text{diâmetro médio de formação de colônia}} \quad (1)$$

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados

com três repetições. Cada placa correspondeu a uma repetição. Os tratamentos foram selecionados ao acaso sendo utilizado 30 dos 53 isolados fúngicos que foram capazes de crescer em meio sintético contendo quitina, dentre os 117 presentes na coleção. Os dados referentes ao IE foram submetidos à análise de variância, com os recursos do pacote computacional SAS. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott & Knott. A partir das esperanças dos quadrados médios das análises de variância, foram estimadas a herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), as variâncias genéticas (σ_g^2), ambientais (σ_e^2) e o índice b, como mostra as Equações 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

$$h_a^2 = \frac{\sigma_{\xi}^2}{\sigma_{\xi}^2 + \sigma_e^2} \quad (2)$$

$$CV_{\xi}(\%) = \left(\frac{(\sigma_{\xi}^2)^{0,5}}{\mu} \right) \times 100 \quad (3)$$

$$CV_e(\%) = \left(\frac{(\sigma_e^2)^{0,5}}{\mu} \right) \times 100 \quad (4)$$

$$b = \frac{CV_{\xi}}{CV_e} \quad (5)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre os 117 isolados fúngicos apenas 45,3% apresentaram perfil de crescimento em meio de cultivo contendo quitina como fonte de carbono e indutora para a produção de quitinase (Tabela 1). Pelo teste do Índice Enzimático (IE), dentre os 10 genótipos selecionados ao acaso, 70% desses, além de expressarem perfil de crescimento, mostraram capacidade para produção de quitinase.

De acordo com os ensaios, pode-se verificar que houve efeito significativo para a atividade quitinolítica dos isolados fúngicos, indicando, assim, haver variabilidade genética entre eles (Tabela 2). A estimativa do coeficiente de variação ambiental (CV_e) foi aproximadamente 545% inferior ao coeficiente de variação genética ($CV_g = 15,18\%$ e $CV_g = 82,79\%$), resultando em valor da razão $b = CV_g/CV_e$, superior a 1,0. Além disso, a estimativa de herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) foi alta (98,89%), o que reforça, mais uma vez, a alta variabilidade genética e também uma situação favorável para a seleção de isolados fúngicos com potencial para produção de quitinase.

Isolados fúngicos ¹			
CDSA01	CDSA35	CDSA83	CDSA105
CDSA02	CDSA49	CDSA85	CDSA106

CDSA06	CDSA50	CDSA86	CDSA107
CDSA07	CDSA54	CDSA87	CDSA109
CDSA08	CDSA56	CDSA88	CDSA110
CDSA10	CDSA61	CDSA90	CDSA111
CDSA11	CDSA62	CDSA92	CDSA112
CDSA12	CDSA68	CDSA93	CDSA113
CDSA13	CDSA70	CDSA96	CDSA114
CDSA17	CDSA73	CDSA97	CDSA115
CDSA18	CDSA74	CDSA98	CDSA116
CDSA20	CDSA78	CDSA100	-
CDSA22	CDSA79	CDSA101	-
CDSA23	CDSA81	CDSA103	-

Tabela 1. Isolados fúngicos pertencente à coleção do Biolab do CDSA/UFCG que apresentaram crescimento em meio contendo quitina como fonte de carbono. UFCG, Sumé, PB, 2015.

Fontes de variação	GL	Índice Enzimático
Blocos	2	0,3293
Genótipos	9	146,8240**
Erro	18	1,6274
Média (μ)		8,40
CV_e (%)		15,18
CV_g (%)		82,79
$b = CV_g / CV_e$		5,45
h_a^2 (%)		98,89

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o índice enzimático de isolados fúngicos. Onde CV_e , coeficiente de variação ambiental; CV_g , coeficiente de variação genético; índice b, CV_g / CV_e ; e, h_a^2 , herdabilidade no sentido amplo. ^{ns}Não significativo. * e ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Por meio das análises do IE pôde-se evidenciar, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, a formação de quatro grupos de genótipos com aptidões distintas em sintetizar quitinase (Tabela 3). Dos 10 genótipos testados ao acaso, 70% apresentam potencial para produção de quitinase, pois suas médias estão acima do ponto de referência (IE \geq 2,0). Os genótipos CDSA097 (IE = 18), CDSA098 (IE = 17,67) e CDSA111 (IE = 14,83) foram aqueles que apresentaram maior desempenho para variável resposta em estudo, sendo enquadrados no primeiro grupo. O segundo grupo (representado pelo genótipo CDSA109, IE = 11,03) apresentou atividade quitinolítica em nível intermediário, enquanto os genótipos CDSA115 (IE = 7,57), CDSA114 (IE = 7,5) e CDSA113 (IE = 7,43) apresentaram resultado inferior aos demais citados acima. No entanto, ainda foi verificado um grupo cujos genótipos (CDSA110, CDSA106 e CDSA071) não atenderam os requisitos necessários exigido no presente trabalho.

Genótipos	IE
-----------	----

CDSA097	18,00a⁽¹⁾
CDSA098	17,67a
CDSA111	14,83a
CDSA109	11,03b
CDSA115	7,57c
CDSA114	7,50c
CDSA113	7,43c
CDSA110	0,00d
CDSA106	0,00d
CDSA071	0,00d

Tabela 3. Produção de quitinase por meio de isolados fúngicos pertencente à coleção do Biolab do CDSA/UFCG, avaliados pelo índice enzimático (IE). UFCG, Sumé, PB, 2015. ⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

De maneira geral, quando consideramos todos os 117 isolados fúngicos da coleção, 5,98% dos genótipos foram selecionados como potenciais produtores da enzima quitinase. É importante evidenciar que nesta coleção os isolados fúngicos não foram identificados segundo a taxonomia e com isso os presentes resultados evidenciados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade podem indicar a presença de 4 grupos distintos com genótipos pertencentes ao mesmo gênero e espécie. Isso leva ao questionamento quanto à presença de variabilidade genética na população em estudo, pois os 10 genótipos analisados podem ser reduzido, no mínimo, há apenas 4 classificados fúngicos.

4 | CONCLUSÕES

- A relação entre a estimativa do coeficiente de variação genética e ambiental e a herdabilidade no sentido amplo foram altas para o índice enzimático, demonstrando a eficiência do método empregado para a seleção de genótipos com maior potencial para produção de quitinase.
- De maneira geral, quando consideramos todos os 117 isolados fúngicos da coleção 5,98% dos genótipos foram selecionados como potenciais produtores da enzima quitinase.
- Os isolados fúngicos CDSA097, CDSA098 e CDSA111 foram selecionados para estudos que possam promover a otimização do processo de produção da enzima quitinase.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. L. **Diversidade e aplicações de fungos endofíticos isolados de plantas tropicais**. In: GANGULI, B. N.; DESMUCH, S. K. Fungi: Multifaceted Microbes New Dehli: Anamaya Publication, p. 189-207, 2006.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Enzimas: Natureza e Ação nos Alimentos**. n. 16, p. 26-37. 2011. Disponível em: <www.revista-fi.com>. Acesso em: 20 fevereiro de 2017.

PAGNONCELLI, M. G. B. **Estudo do mecanismo de produção de oligossacarídeos com atividades nutracêuticas a partir da quitosana por hidrólise enzimática com processo fermentativo simultâneo.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 118 p., 2008.

RAMIREZ, C. C.; SALCIDO, N. M. F. S; CANO, R. D. P.; RODRIGUEZ, T. O.; CORONA, J. E. B. **Potencial de los quito-oligosacáridos generados de quitina y quitosana.** Actauniversitaria. v. 21, p. 14-21, 2011.

RAST, D. M., BAUMGARTNER, D., MAYER, C., HOLLENSTEIN, G. O. **Cell wall associated enzymes in fungi.** Phytochem. v. 64: p. 339-366, 2003.

SAITO, J., KITA, A., HIGUCHI, Y., NAGATA, A. **Crystal structure of chitosanase from Bacillus circulans MHK1 at 1.6Å resolution and its substrate recognition mechanism.** J. Biol. Chem. v. 274, p. 30818-30825, 1999.

SANT'ANNA JUNIOR, G. L. **Produção de enzimas microbianas.** In: LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. (Coords.). Biotecnologia industrial - processos fermentativos e enzimáticos. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2001. p. 351-362.

SANTOS, J. B. **Melhoramento de plantas visando resistência à doenças.** Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras. Lavras. 142 p. 2008.

THIMOTEO, S. S. **Isolamento e Caracterização Molecular de Três Quitinases de uma Biblioteca Metagenômica.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em ciências, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 115 p. 2011.

YOUNG, V. L., SIMPSON, R. M., WARD, V. K. **Characterization of an exochitinase from Epiphyaspostvittananucleopolyhedrovirus (family Baculoviridae).** J. Gen Virol. v. 86, p. 3253-3261, 2005.

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

