



# 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDO E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DA ENCAPSULAÇÃO DE RESÍDUOS DO ABATE DE AVES	
Caroline Machado da Silva Marlei Roling Scariot Leonardo da Silva Arrieche	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE VÍSCERAS DE FRANGO PARA OBTENÇÃO DE HIDROLISADOS PROTEICOS	
Tatiane Francini Knaul Schaline Winck Alberti Ana Maria Vélez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>31</b>
CONTROLE ANALÍTICO PARA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA EM INDÚSTRIA CANAVIEIRA	
Douglas Ramos Alves Amanda Martins Aguiar Ana Paula Silva Capuci	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903045</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>43</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>49</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>56</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>73</b>
FILTRAÇÃO APLICADA AO PROCESSO DE CONCENTRAÇÃO DA VINHAÇA	
Fernando Oliveira de Queiroz	
Jéssica Oliveira Alves	
Marcelo Bacci da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>95</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.36419030410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>111</b>
<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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.36419030411</b>	

**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 CO<sub>2</sub> 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  $\alpha$ -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**

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

### **Juliene Medeiros De Marco**

University of the State of Amazonas, Superior School of Technology, Department of Chemistry Engineering  
Manaus – Amazonas

### **Jennifer Salgado da Fonseca**

HUB Technology and Innovation, University of the State of Amazonas  
Manaus – Amazonas

### **Ricardo Lima Serudo**

HUB Technology and Innovation, University of the State of Amazonas and University of the State of Amazonas, Superior School of Technology, Department of Chemistry Engineering  
Manaus – Amazonas

**RESUMO:** No presente estudo, a enzima fosfatase alcalina foi produzida utilizando o resíduo da borra de café. O fungo utilizado foi *Aspergillus sp.* para a realização da fermentação líquida. Os testes foram realizados variando diversas condições ótimas de pH, substrato, temperatura, fermentação e tempo, usando o método de planejamento fatorial. Ao fim, a análise estatística mostrou resultados notáveis, obtendo dois grupos de condições ótimas, onde se levou em conta o tempo e substrato analisados.

**ABSTRACT:** In this study, the enzyme alkaline

phosphatase was produced using wasted coffee grounds. The fungi specie used was *Aspergillus sp.* to promote liquid fermentation. The tests were taken diversifying several optimal conditions of pH, substrate, temperature, fermentation and time using the method of factorial planning. In the end, the statistical analysis showed great results, obtaining two groups of optimal conditions, when it comes to time and substrate available.

**KEYWORDS:** factorial planning; coffee ground; alkaline phosphatase.

### 1 | INTRODUCTION

The alkaline phosphatase is an enzyme that belongs to the hydrolases' group acting on phosphorus compounds on alkaline pH. Known as a biological marker for osteoporosis in humans, performs bone mineralization and it has application on agriculture also, producing and synthesizing phosphate to regulate the richness and soil pH. When it comes to cosmetics, studies have shown that the alkaline phosphatase can increase the fibroblasts proliferation, smoothing expression lines and wrinkles, promoting the skin anti age (Bon, 2008; Esposito et al, 2004; Vieira, 1999; Zimmer et al, 2009).

A common and useful method to produce them is making use of various species of

microorganisms allied to the reuse of organic wastes (used as carbon source), main matter that has a really low cost. This scheme is highly cogitated, given that the enzymatic branch is a sustainable and cheap alternative and the carbon source consumes 30 to 40% of the process investments (Santana, 2012). On this scene, coffee ground comes as a massive opportunity, knowing that Brazil is currently one of the biggest in the world, with 54.4 million bags per year (CONAB, 2018).

The present study seeks to find the optimal conditions of alkaline phosphatase production, evaluating the range of pH, temperature, rotation, substrate and time using factorial planning.

## 2 | MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Growth media and conditions

The microorganism utilized in this study was the *Aspergillus* sp., isolated at the Superior School of Technology, University of the State of Amazonas, kept and growth in HUB – Technology and Innovation, in the Biotechnology Lab, where the whole project was developed. The fungi was preserved according to the Castellani method (1967), kept under distilled and esteril water and reactivated with 50  $\mu$ L of stock suspension in a Petri dish with Sabouraud (40% dextrose, 10% peptone and 10% agar), and later inoculated into plastic tubes for extraction, at 30°C for 7 days. For the experimental design, different amounts of coffee were weighted, placed into Erlenmeyers and sterilized in the autoclave. The microorganism was inoculated using 1mL/Erlenmeyer of distilled water and gently scraping to favor detachment and create the spores' suspension. The suspension was transferred to the Erlenmeyer with a sterile pipette.

### 2.2 Coffee ground

The coffee ground was used as carbon source of the microorganism. The ground was drought in the heater at 100°C for 2 hours and stored in a screw lit pot, to prevent humidity and other microorganisms.

### 2.3 Experimental design

All experiments occurred under liquid fermentation to better evaluate the effects of temperature (28-37°C), pH (8-12), substrate (2-5%), shaking (0-150 RPM) and time (3-8 days) using the fractional factorial planning ( $2^{5-1}$ ).

### 2.4 Enzymatic measurement

To dose the enzymatic activity, 10  $\mu$ L of p-Nitrophenilphosphate (4mM) were used, associated to 135 $\mu$ L of Tris buffer pH 10 and 35 $\mu$ L of the enzymatic extract. The samples were tested in triplicate on microplates and heated for 30 minutes at 37°C in

a thermoblock. To block the reaction, 20 $\mu$ L of NaOH 1M were used. The reading was made by the Microplate spectrophotometer Mindray MR-96A at 405 nm.

## 2.5 Protein measurement

The protein dosage (Bradford, 1976 adapted) was made using 18,3 $\mu$ L of water, 15 $\mu$ L enzymatic extract and 266,6 $\mu$ L of Bradford reagent reacting for 5 minutes. The reading was made by a Shimadzu UV-1800 Spectrophotometer on wavelength of 595 nm.

## 2.6 Data evaluation

The results were analyzed in Statistica 12.0 with ANOVA and T test using a significance level of  $p = 0.05$ .

## 3 | RESULTS AND DISCUSSION

At Figure 1, was possible to verify the factors and interactions that most influenced the enzymatic activity on the process.

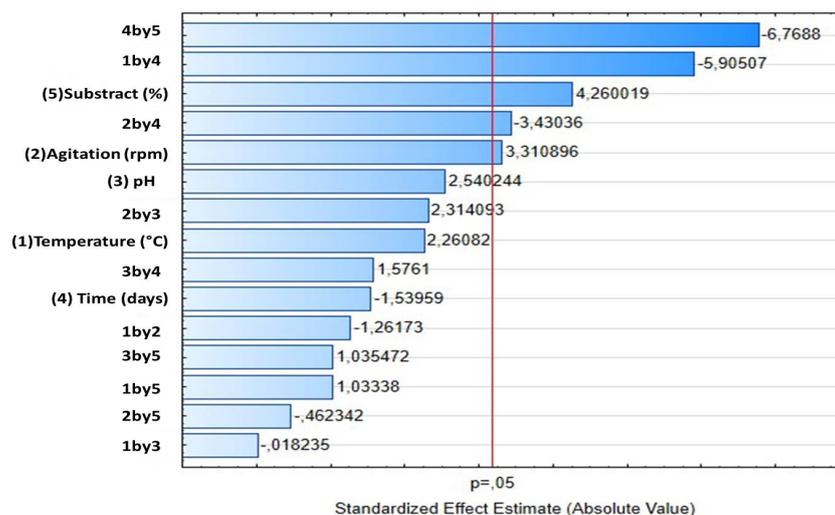


Figure 1 – Pareto chart showing the variables and more significant interactions to alkaline phosphatase production for *Aspergillus sp.*

The variables agitation and substrate and the interactions between time and substrate (4by5), temperature and time (1by4) and agitation and time (2by4) are most significant factors to the alkaline phosphatase production. It is important to emphasize that the interaction between several factors can present more influence in the results than the parameters studied isolated (Perecin et. al, 2008)

By analyzing the interaction between pH and substrate (Figure 2) under different conditions of agitation, temperature and time, it is possible to visualize the impact on alkaline phosphatase activity.

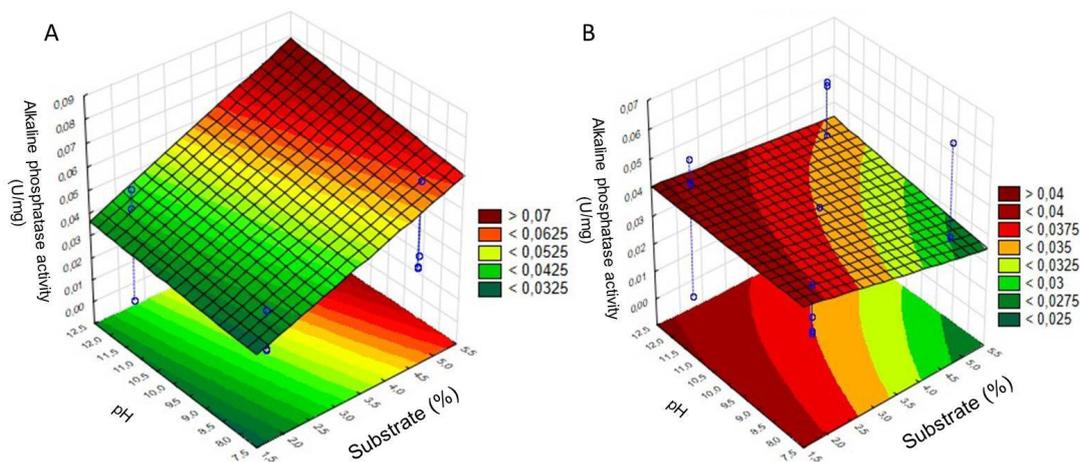


Figure 2 – Fitted surface graph showing alkaline phosphatase activity of *Aspergillus sp.* at (A) 150 rpm, 37 °C and 3 days and at (B) 0 rpm, 28 °C and 8 days against pH and substrate.

For both cases, pH 12 stands out as the most suitable, but the amount of substrate is proportional to the temperature increase, since at a temperature of 37 °C, 5% of substrate is required, while at 28 °C, 1.5% is sufficient.

According to Fonseca (2011), an alkaline phosphatase produced by *A. tamaritii* has 0,479 U/mg and 1,57U/mL, higher than the result of 0,07 U/mg obtained on this study. However, when it comes to enzymatic activity (U/mL), *Aspergillus sp.* produces  $\pm 27,5$  U/mL, higher than that obtained in the aforementioned previous study.

#### 4 | CONCLUSION

The optimization of liquid fermentation showed great results in terms of alkaline phosphatase production. Based on the surface graphics, it was possible to determine the optimal region of production, setting factors for two conditions group. The first one (A) (150 rpm, 37 °C and 3 days), obtained values over 0,07 U/mg in the region of highest pH (pH 12) and substrate (range of 4,5% to 5%). This group of conditions can be applied to situations where the consumption of resources can be high, looking forward a reduced time of response.

When it comes to the second block of conditions (B) (0 rpm, 28 °C and 8 days), they proved to have good results either. The factors were set to lowest, as well as the amount of substrate (range of 1% to 2,5%), but pH 12 still is the best range to enzyme production with activity over 0,04 U/mg. This time, the conditions were ideal for situations where the response time isn't priority, and the looking forward a minimal resource usage.

The second block of conditions showed up to be more stable than the first case, when the surface graphic is more inclined, indicating vast variations of results according to the range chosen. On the other hand, the first block obtained highest results in terms of specific activity. The other variables hardly varied with the increase of enzyme

activity in each case, showing that weren't significant in the development and enzyme production. In consequence, were held stable.

## REFERENCES

BON, E. P. S.; FERRARA, M. A.; CORVO, M. L. **Enzimas em Biotecnologia: produção, aplicações e mercado**. Interciência, 1<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, 2008.

ESPOSITO, E., AZEVEDO, J.L. **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: EDUCS, 2004, 510 p.

FONSECA, J. S., 2010. **Utilização De Resíduos De Castanha (Bertholletia Excelsa) Para Produção De Fosfatases Alcalinas Com Aplicação Cosmetológica**. XX CONIC.

FRANCO, V. C. **Expressão De Fosfatase Alcalina Em Escherichia Coli Sob O Controle Do Sistema De Regulação Do Operon Lac**. Master Degree. Manaus – AM 2014.

PERECINI, D., FILHO, A. C. **Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais**. Ciênc. agrotec. Vol.32 n.1 Lavras Jan./Feb. 2008.

VIEIRA, J. G. H., 1999. **Considerações Sobre os Marcadores Bioquímicos do Metabolismo Ósseo e sua Utilidade Prática**. Arq Bras Endocrinol Metab. V.43 Nº6. São Paulo.

ZIMMER, K. R. et al, 2009. **Enzimas microbianas de uso terapêutico e diagnóstico clínico**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, 123-137.

## **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

