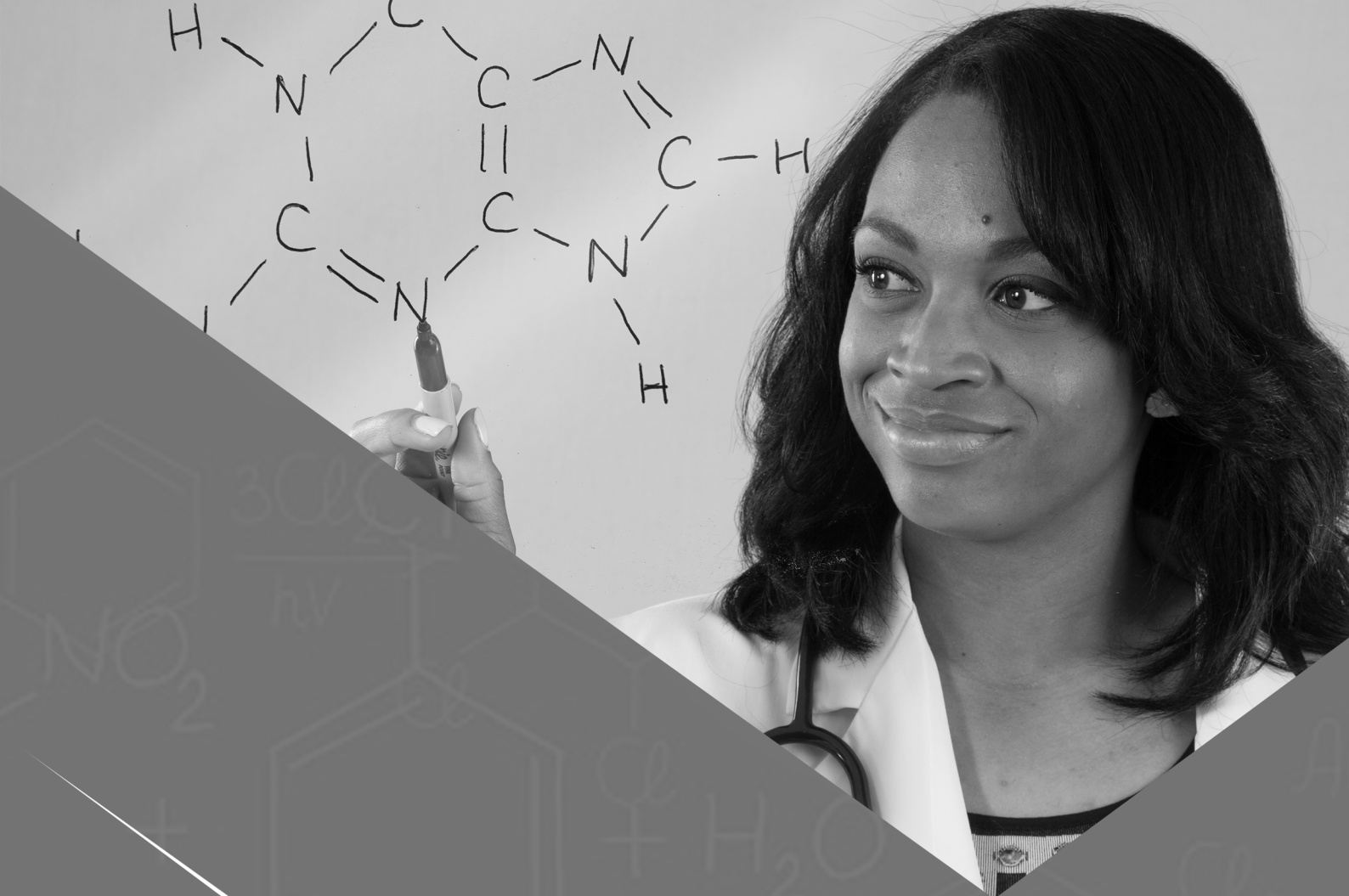


**Atena**  
Editora  
Ano 2020

Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química 2



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química 2

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

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

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

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

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

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

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

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

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

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A872 Atividades de ensino e de pesquisa em química 2 [recurso eletrônico]  
/ Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa, PR: Atena  
Editora, 2019. – (Atividades de Ensino e de Pesquisa em  
Química; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-929-5

DOI 10.22533/at.ed.295201701

1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série.  
CDD 540

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O ensino é o processo de construção do saber com a apropriação do conhecimento historicamente produzido pela humanidade. A Química representa uma parte importante de todas as ciências naturais, básicas e aplicadas. O Ensino de Química contribui para formação de cidadãos conscientes, ou seja, ensinar Química com um intuito primordial de desenvolver a capacidade de participar criticamente nas questões da sociedade. A abordagem aplicada em sala de aula deve conter informações químicas fundamentais que forneçam uma base para participação nas decisões da sociedade, cômnicos dos efeitos de suas decisões.

Assim, este e-book possui vários trabalhos selecionados que abordam o Ensino de Química, utilizando metodologias e ferramentas facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem. Além destes trabalhos, são apresentados neste volume Pesquisas em Química.

A pesquisa é o processo de materialização do saber a partir da produção de novos conhecimentos baseando-se em problemas emergentes da prática social. As pesquisas em Química abrangem diversas outras áreas do conhecimento, podendo estar relacionadas ao avanço tecnológico, otimização de técnicas e processos, melhoria de produtos, entre outros.

Este e-book traz para você leitor uma oportunidade de aperfeiçoar seus conhecimentos em relação ao Ensino de Química e às Pesquisas em Química, fortalecendo ações de ensino-aprendizagem para aplicação em sala de aula, assim como abrindo novos horizontes sobre sínteses, processos e propriedades de produtos para aplicação em benefício da sociedade e meio ambiente.

Bons estudos.

Carmen Lúcia Voigt

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
BARALHO DA TABELA PERIÓDICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DAS PROPRIEDADES PERIÓDICAS DA TABELA PERIÓDICA	
João M. L. Rocha Francisco C. S Neto Thaylon R. Silva Ruan R. C Nascimento Elismar A. Brito Roosman Q. Barreira Endyorry B. Oliveira Tatiani da Luz Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
JOGO DIDÁTICO COMO FERRAMENTA FACILITADORA DO ENSINO DE QUÍMICA PARA ALUNOS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO	
Amanda Resende Torres Maria Rosa Galvão Pires Neta Rosana Mendes de Matos Privado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
FLUORESCÊNCIA: EM BUSCA DE UM APRENDIZADO MAIS DINÂMICO E COMPREENSÍVEL	
Jailson Silva Damasceno Nazaré Souza Almeida Ziran Cardoso Balieiro Adriana Lucena de Sales Emmanuele Maria Barbosa Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
QUÍMICA DOS CARBOIDRATOS: ESTUDO DAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS E ASSOCIAÇÃO COM O BEM ESTAR COMO PROPOSTA DE ENSINO	
Jailson Silva Damasceno Nazaré Souza Almeida Manoela dos Santos Assunção Adriana Lucena de Sales	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
UTILIZAÇÃO DO GÊNERO PALAVRAS CRUZADAS NO ENSINO DE QUÍMICA GERAL	
Natália Eduarda da Silva, Natali Eduarda da Silva Felipe Ferreira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017015</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>48</b>
PRODUÇÃO DE PAPEL INDICADOR ÁCIDO-BASE A PARTIR DO EXTRATO DE REPOLHO ROXO	
Diego Rodrigues de Carvalho Caroline França Agostinho Yasmin Paiva da Silva Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017016</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>60</b>
MANUSEIO E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS: DIAGNOSTICANDO CONHECIMENTOS	
Juracir Francisco de Brito Angélica de Brito Sousa Laisse Cristine de Sousa Darlisson Slag Neri Silva Hudson de Carvalho Silva Jardel Meneses Rocha José Milton Elias de Matos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017017</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>72</b>
PERFIL DE LEITORES NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO (UFMA) – CAMPUS GRAJAÚ	
Maria Rosa Galvão Pires Neta Amanda Resende Torres Camila Jorge Pires Rosana Mendes de Matos Privado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>81</b>
SÍNTESE E FATORES QUE AFETAM O COMPORTAMENTO ASSOCIATIVO DE POLÍMEROS TERMOVISCOSIFICANTES	
Nívia do Nascimento Marques Rosângela de Carvalho Balaban	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>100</b>
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS CHALCONAS-DIPIRIDINONAS VIA REAÇÃO DE HUISGEN	
Eduardo Bustos Mass Dennis Russowsky	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>113</b>
ESTUDO DA PRODUÇÃO DE CELULASES POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO CASCA DE CACAU E BAGAÇO DE CANA COMO SUBSTRATO	
Isabela NascimentoTavares Ferreira Viviane Marques de Oliveira Iara Rebouças Pinheiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170111</b>	



**CAPÍTULO 12 ..... 123**

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROESFERAS DE QUITOSANA: UM ESTUDO PARA LIBERAÇÃO DE FÁRMACOS ANTI-INFLAMATÓRIOS**

Maria Helena de Sousa Barroso  
Michelle Lemes Pereira  
Karla da Silva Malaquias

**DOI 10.22533/at.ed.29520170112**

**CAPÍTULO 13 ..... 140**

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE BIOCAMPÓSITOS À BASE DE QUITOSANA E HIDROXIAPATITA PARA APLICAÇÕES NA ENGENHARIA TECIDUAL ÓSSEA**

Adonias Almeida Carvalho  
Ricardo Barbosa de Sousa  
Jean Claudio Santos Costa  
Mariana Helena Chaves  
Edson Cavalcanti da Silva Filho

**DOI 10.22533/at.ed.29520170113**

**CAPÍTULO 14 ..... 151**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSAMENTO DE COMPONENTES AERONÁUTICOS FABRICADOS EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS VIA ESTUDOS REO-CINÉTICOS**

Michelle Leali Costa  
Mirabel Cerqueira Rezende  
Edson Cochieri Botelho

**DOI 10.22533/at.ed.29520170114**

**CAPÍTULO 15 ..... 166**

**DECOMPOSIÇÃO DE FOSFONATOS: USO COMO INICIADORES CATALÍTICOS DE POLIMERIZAÇÃO**

Rafael O. Figueiredo

**DOI 10.22533/at.ed.29520170115**

**CAPÍTULO 16 ..... 172**

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DOS ÁCIDOS HÚMICOS E SEUS EFEITOS EM PLANTAS**

Tadeu Augusto van Tol de Castro  
Débora Fernandes da Graça Mello  
Orlando Carlos Huertas Tavares  
Thainá Louzada dos Santos  
Danielle França de Oliveira  
Octavio Vioratti Telles de Moura  
Hellen Fernanda Oliveira da Silva  
Anne Caroline Barbosa de Paula Lima  
Tamiris Conceição de Aguiar  
Lucas de Souza da Silva  
Raphaella Esterque Cantarino  
Andrés Calderín García

**DOI 10.22533/at.ed.29520170116**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>189</b>
ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE <i>Eugenia astringens</i> CAMBESS. ANÁLISE QUANTITATIVA (CG-EM) E POTENCIAL BIOLÓGICO	
Alaide de Sá Barreto Glaucio Diré Feliciano Patrícia Reis Pinto Taiane Borges Machado Silva Marcelo Raul Romero Tappin Rafaella Cruz de Azevedo Silva Adélia Maria Belem Lima Marcelo da Costa Souza.	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>201</b>
PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS ANISOTRÓPICAS POROSAS DE POLICARBONATO/SEPIOLITA	
Nayara Conti Costa Caio Marcio Paranhos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>209</b>
SECAGEM DE POLPA DE PITANGA - ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SECADOR POR ATOMIZAÇÃO COMPARATIVAMENTE AO SECADOR DE LEITO DE JORRO	
Amanda Beatriz Monteiro Lima Emanuelle Maria de Oliveira Paiva Yuri Souza Araújo Maria de Fátima Dantas de Medeiros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>219</b>
PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO/QUITOSANA ADICIONADOS DE ÁCIDO CÍTRICO	
Renata Paula Herrera Brandelero Alexandre da Trindade Alfaro Evandro Martin Brandelero	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>227</b>
PROPRIEDADES MECÂNICAS E ESTRUTURAIS DE FILMES À BASE DE ACETATO DE CELULOSE INCORPORADOS COM DIFERENTES ARGILAS	
Pedro Augusto Vieira de Freitas Taíla Veloso de Oliveira Nelson Soares Júnior Nilda de Fátima Ferreira Soares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>238</b>
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA APLICADO ÀS CARACTERÍSTICAS DO RIO CACHOEIRA NO TRECHO ILHÉUS – ITABUNA NO ESTADO DA BAHIA: UMA DISCUSSÃO SOBRE MONITORAMENTO AMBIENTAL	
Arthur Lima Machado de Santana	

Alice Guerra Macieira Macêdo  
Andreza Bispo dos Santos  
Mauro de Paula Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.29520170122**

**CAPÍTULO 23 ..... 249**

**DETERMINAÇÃO DE CÁDMIO EM HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM DO PARÁ**

Sara Emily Teixeira de Souza  
Charles Miller de Souza Borges  
Rafael Gonçalves Pontes  
Kelly das Graças Fernandes Dantas

**DOI 10.22533/at.ed.29520170123**

**CAPÍTULO 24 ..... 256**

**ANÁLISES DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DE POLPAS IN NATURA DE “BACURI, CUPUAÇU E GRAVIOLA” COMERCIALIZADAS NOS MERCADOS MUNICIPAIS DE SÃO LUÍS - MA**

Sayna Kelleny Peixoto Viana  
Ítalo Prazeres da Silva  
Isabel Azevedo Carvalho  
Viviane Correa Silva Coimbra

**DOI 10.22533/at.ed.29520170124**

**CAPÍTULO 25 ..... 267**

**DETERMINAÇÕES SENSORIAIS, FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE ÁGUAS DE BEBEDOUROS DO CAMPUS PAULO VI DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA**

Fabrcia Fortes dos Santos  
Ítalo Prazeres da Silva  
Vívian Freire Barbosa Penha Freire  
Viviane Correa Silva Coimbra

**DOI 10.22533/at.ed.29520170125**

**CAPÍTULO 26 ..... 278**

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE CACHAÇAS ARTESANAIS E TIQUIRA COMERCIALIZADAS EM SÃO LUÍS-MA**

Maria Laryssa Costa de Jesus  
Ítalo Prazeres da Silva  
Danilo Cutrim Bezerra  
Nancyleni Pinto Chaves Bezerra  
Viviane Correa Silva Coimbra

**DOI 10.22533/at.ed.29520170126**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 289**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 290**

## ESTUDO DA PRODUÇÃO DE CELULASES POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO CASCA DE CACAU E BAGAÇO DE CANA COMO SUBSTRATO

Data de aceite: 05/12/2019

### Isabela Nascimento Tavares Ferreira

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Química-MG

### Viviane Marques de Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Rural-ES

### Iara Rebouças Pinheiro

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Rural-ES

**RESUMO:** A cadeia produtiva da indústria cacaeira gera um grande volume de rejeito vegetal, de forma que o seu reaproveitamento deve ser realizada de maneira sustentável e economicamente viável, visando reduzir o seu impacto ambiental. A parede celular dos resíduos lignocelulósicos é rica em celulose, composto que pode ser hidrolisado de maneira a transformá-lo em açúcares fermentescíveis por meio da hidrólise enzimática utilizando celulases. Essas enzimas podem ser produzidas por cultivo de fungos filamentosos em estado sólido, utilizando resíduos agroindustriais como suporte e fonte de nutrientes. O presente trabalho objetivou estudar a aplicação da casca de cacau como principal substrato para produzir celulases utilizando o fungo *Trichoderma harzianum* IOC-3844. As condições de estudo

da produção de CMCase e extração das enzimas foram investigadas aplicando-se um planejamento experimental fatorial fracionário  $3^{4-1}$ , de forma a avaliar o efeito das variáveis: tempo de extração, proporção sólido: líquido, umidade do meio fermentado e porcentagem de casca de cacau no meio sólido. A maior produção de CMCase ( $8,49 \text{ U.gms}^{-1}$ ) foi observada para a condição de 60% de casca de cacau, 70% de umidade, proporção sólido: líquido 1:20 e 60 minutos de extração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos do Cacau, Fermentação em Estado Sólido, Celulases, *Trichoderma*, Extração de Enzimas.

### STUDY OF FERMENTATION CELLULASE PRODUCTION IN SOLID STATE USING COCOA PEEL AND SUGAR CANE BAGASSE AS SUBSTRATE

**ABSTRACT:** The production chain of the cacao industry generates a large volume of plant waste, so that its reuse must be carried out in a sustainable and economically viable way, aiming to reduce its environmental impact. The cell wall of lignocellulosic residues is rich in cellulose, a compound that can be hydrolysed in order to transform it into fermentable sugars by enzymatic hydrolysis using cellulases. These enzymes can be produced by cultivation of filamentous fungi in solid state, using

agroindustrial residues as support and nutrient source. The present work aimed to study the application of cocoa bark as the main substrate to produce cellulases using the fungus *Trichoderma harzianum* IOC-3844. The study conditions of the production of CMCase and enzyme extraction were investigated by applying a 34-1 fractional factorial experimental design, in order to evaluate the effect of the variables: extraction time, solid ratio: liquid, humidity of the medium Fermented and percentage of cocoa peel in the solid medium. The highest production of CMCase (8.49 U. GMS-1) was observed for the condition of 60% cocoa peel, 70% of moisture, solid ratio: 1:20 liquid and 60 minutes of extraction.

**KEYWORDS:** Residues of the Cocoa, Solid State Fermentation, Celullases. *Trichoderma*, Extraction of Enzymes.

## 1 | INTRODUÇÃO

As crescentes modernizações das plantas industriais junto ao aumento populacional trouxeram uma grande geração e acúmulo de resíduos agroindustriais que têm se tornado um grande inimigo da preservação ambiental. De forma mais específica, não diferente de todos os setores de produção, a indústria cacaeira também vem, recentemente, passando por modernizações que almejam aumentos de produtividade e qualidade.

Isso tem feito com que a indústria cacaeira gere uma grande quantidade de resíduo vegetal, principalmente proveniente da casca do fruto, que representa aproximadamente 80% da sua composição, sendo obtido por meio da sua quebra e separação das sementes (CEPLAC, 2017).

Para produzir 1 tonelada de amêndoas são geradas 6 toneladas de casca do cacau fresca com cerca de 90% de umidade (SODRÉ; MARROCOS, 2009). Vale ressaltar que a produção de cacau prevista para 2019 é de 250.308 toneladas o que faz com que o Brasil seja responsável pela produção de 4% do cacau que é produzido no mundo ficando em sétimo lugar no *ranking*, atrás de países como Costa do Marfim e Gana (MDIC, 2018; IBGE, 2019). Com base nessas informações, pode-se perceber o quão grande são os resíduos gerados pela indústria cacaeira.

As celulases são enzimas que liberam açúcares fermentescíveis, sendo a glicose a mais importante do ponto de vista industrial, ao degradarem a celulose a partir da hidrólise de sua estrutura. Endoglucanases, exoglucanases e beta-glicosidases são as enzimas que fazem parte do grupo das celulases (CASTRO; PEREIRA JUNIOR, 2009; ZANCHETTA, 2013).

Segundo Zanchetta (2013), os oligossacarídeos (açúcares pequenos) são liberados por meio da endoglucanases que agem na região interna da fibra da celulose. Já as exoglucanases liberam a celobiose, proveniente da união de duas moléculas livres de glicose, que são a ligação de duas glicoses livres, ao agirem na

extremidade das fibras de celulose. As beta-glicosidases rompe a ligação química que gera a celobiose, proporcionando glicoses (livres). A Figura 1 exemplifica a ação das referidas enzimas.

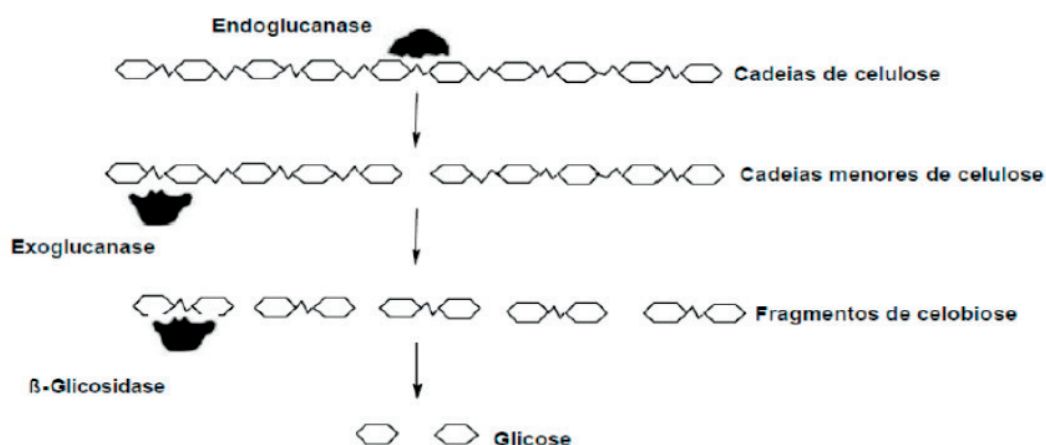


Figura 1: Ação das celulasas sobre a molécula de celulose (ZANCHETTA, 2013).

Uma forma de se obter as celulasas são por meio da fermentação em estado sólido (FES), que tem como características ser de fácil operação, não é necessário uma agitação vigorosa, como nos cultivos líquidos, que podem levar a uma grande ruptura celular e os procedimentos de purificação são mais baratos. (De Jesus et al., 2018).

Dessa forma, este trabalho investigou uma alternativa para reduzir o custo de produção das enzimas celulolíticas e, conseqüentemente, o seu valor comercial, a partir da utilização de resíduos da agroindústria cacaujeira como substrato em um processo de FES. Vale salientar que a publicação de dados relacionados ao uso de resíduos de cacau para produção de celulasas é bastante escasso na literatura científica e por isso destaca-se a importância da produção de celulasas por meio do cultivo em estado sólido aplicando fungos da espécie *Trichoderma*, utilizando os resíduos da indústria cacaujeira.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Microrganismo

Os microrganismos utilizados no processo fermentativo são da espécie *Trichoderma harzianum* IOC-3844, obtidos liofilizados da Coleção de Culturas de Fungos Filamentosos da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz/ CCFF), localizada no Rio de Janeiro – RJ. Para realizar o estoque foi empregada a metodologia de Kilikian et al. (2014). Para o inóculo, foi utilizado 0,1 g do estoque suspenso em solução salina descrita por Urbánszki et al. (2000).

## 2.2 Matéria-Prima

### 2.2.1 Casca de cacau e bagaço de cana-de-açúcar

As cascas de cacau empregadas nos ensaios experimentais foram fornecidas pela Agroindústria Chocolates Espírito Santo, na cidade de Iconha, situada na região sul do Espírito Santo. Enquanto que os bagaços de cana empregadas nos ensaios experimentais foram fornecidos pelos comerciantes das cidades de Alegre e Jerônimo Monteiro, no Espírito Santo.

### 2.2.2 Pré- tratamento das matérias-primas

A casca de cacau in natura foi submetida a um processo de pré-tratamento físico de trituração em uma forrageira, a fim de reduzir sua granulometria. Posteriormente, tanto a casca de cacau quanto o bagaço de cana-de-açúcar, que estavam acondicionados sob refrigeração a 4 °C e previamente triturados, foram levados para secagem em estufa a 105 °C por cerca de 8 horas. Depois disso, foram novamente triturados em um moinho de facas e peneirados, manualmente, para obtenção do diâmetro de partícula inferior a 10 mesh.

## 2.3 Teste cinético

Para verificar a cinética de produção de celulases, realizou-se um cultivo em frascos de 500 ml com 10 g de material sólido na proporção 40:60 (CC:BC) e 60% de umidade inicial, com 0,1 g de inóculo do estoque de *T. harzianum* IOC-3844. Os frascos foram mantidos em estufa a 30 °C, sendo retirado um frasco a cada 24 horas para que se realizasse a extração de celulases. Para tal empregou-se a proporção de sólido-líquido de 1:20 e três tempos de extração diferentes, 20, 40 e 60 minutos. Após esses tempos, empregou-se a metodologia proposta por (SALOMÃO et al., 2019) e o sobrenadante foi utilizado para a realização de ensaios de atividade de carboximetilcelulase.

## 2.4 Planejamento experimental para a extração de enzimas

Para o estudo da extração das celulases produzidas por fermentação em estado sólido do resíduo agroindustrial de casca de cacau, foi realizado um planejamento fatorial fracionário do tipo  $3^{4-1}$ , totalizando 27 ensaios, sendo estes realizados apenas no terceiro dia de fermentação. Pela tabela 1, têm-se as variáveis empregadas no planejamento, enquanto na Tabela 2 é mostrado os experimentos de forma codificada.

VARIÁVEL	(-1)	(0)	(1)
UMIDADE (%)	50	60	70
CASCA DE CACAU (CC) (%)	40	50	60
TEMPO DE EXTRAÇÃO (min)	20	40	60
PROPORÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO (S:L)	1:10	1:15	1:20

Tabela 1 - Variáveis do planejamento experimental da extração.

## 2.5 Atividade de carboximetilcelulase (CMCase)

Para a obtenção do valor de CMCase baseou-se na metodologia de Ghose (1987). Os valores obtidos foram expressos na unidade de atividade por grama massa seca ( $\text{U.gms}^{-1}$ ).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Teste cinético

Pela Figura 2 é possível os resultados obtidos pelo teste cinético para o *T. harzianum* IOC-3844.

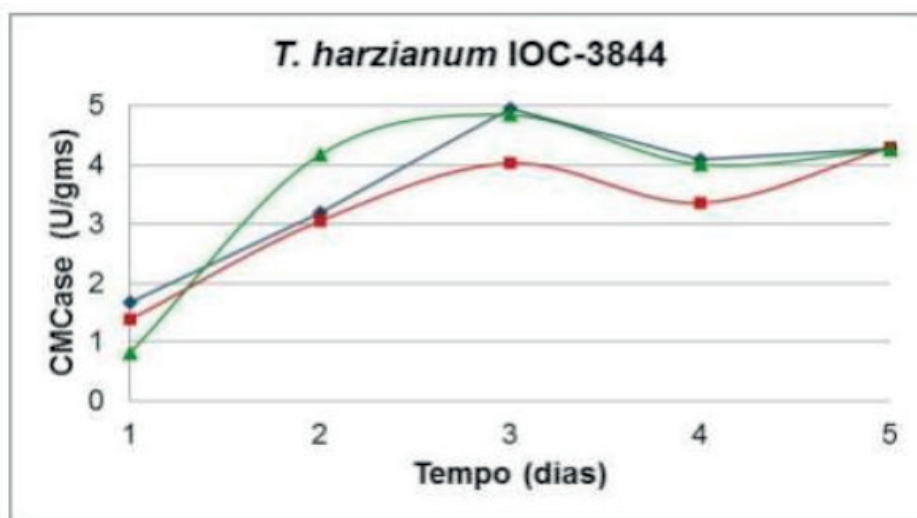


Figura 2: Atividade enzimática para *T. harzianum* IOC-3844 nos tempos de 20 (◆), 40 (■) e 60 (▲) minutos.

De acordo com os resultados, no terceiro dia de cultivo obteve-se o maior valor para CMCase ( $4,95 \text{ U gms}^{-1}$ ). A partir desse resultado as condições para extração das enzimas foram realizadas apenas para o tempo de 72 horas de cultivo.

### 3.2 Planejamento Experimental Extração de Enzimas

Para uma melhor interpretação dos dados experimentais observados, foram realizadas algumas análises estatísticas em *software* para avaliar a influência dos fatores do planejamento e de suas combinações nas atividades enzimáticas.



A Tabela 2 representa as variáveis empregadas no planejamento fatorial fracionário do tipo  $3^{4-1}$  e as respostas obtidas para a atividade enzimática (CMCase). Por meio da Tabela 3, tem-se a ANOVA, na qual se obtém que a regressão é estatisticamente significativa, uma vez que o valor de p é menor que o nível de significância de 5% ( $0,0041 < 0,05$ ). Além disso, a falta de ajuste do modelo em relação aos dados experimentais se mostrou não significativa, já que o valor de p é maior que o nível de significância de 5% ( $0,27 > 0,05$ ).

Experimento	Umidade	CC	Tempo	S:L	CMCase
1	0	1	0	1	2,52
2	1	1	-1	1	5,95
3	1	-1	0	-1	3,27
4	-1	-1	0	1	2,37
5	-1	-1	-1	-1	2,43
6	-1	0	-1	1	1,56
7	-1	-1	1	0	2,09
8	0	-1	1	-1	2,32
9	1	1	1	-1	3,00
10	1	-1	-1	0	2,15
11	1	0	-1	-1	2,97
12	1	0	0	1	4,88
13	-1	0	0	0	1,61
14	0	-1	-1	1	3,94
15	-1	1	1	1	4,50
16	1	-1	1	1	2,93
17	1	1	0	0	4,53
18	0	-1	0	0	2,93
19	0	1	-1	-1	1,36
20	-1	0	1	-1	0,92
21	0	1	1	0	2,30
22	-1	1	-1	0	1,88
23	-1	1	0	-1	2,12
24	0	0	1	1	2,15
25	1	0	1	0	4,19
26	0	0	-1	0	1,62
27	0	0	0	-1	1,22

Tabela 5: Atividades enzimáticas CMCase obtidas no planejamento experimental.

Fatores	GL	Soma quadrática	Média quadrática	F <sub>calculado</sub>	p
Regressão	4	19,25	4,81	5,22*	0,0041
Resíduo	22	20,29	0,92		
Falta de ajuste	19	25,07	1,32	1,37 <sup>n.s</sup>	0,27
Erro Puro	8	14,48	1,81		
Total	26	39,54			

Tabela 3: Tabela ANOVA ao nível de 5% de significância para atividade de CMCCase.

\* Significativo ( $p < 0,05$ ); n.s: Não significativo ( $p > 0,05$ ); GL: graus de liberdade.

Por meio dos valores t e dos valores p apresentados na Tabela 4, pode-se determinar a significância de cada coeficiente. É sabido, que quanto maior a magnitude do valor obtido pelo teste t e menor o valor p, têm-se uma alta significância do correspondente coeficiente. Pode-se observar que a variável com maior efeito foi o termo quadrado da umidade ( $X_1^2$ ). Além disso, vê-se que o efeito linear da umidade ( $X_1$ ) e da proporção sólido-líquido ( $X_4$ ) são mais significativo que outros fatores, o que pode ser percebido pelo diagrama de Pareto (Figura 3) que indica que ao aumentar o teor de umidade e a proporção sólido-líquido, aumenta-se o valor de CMCCase (TANYILDIZI; ÖZER e ELIBOL, 2005).

Termo do modelo	Parâmetro estimado	Erro padrão	Valor de t	Valor de p
<b>INTERCEPT</b>	1,84	0,55	3,35	0,0058
<b>X<sub>1</sub></b>	0,80	0,22	3,57	0,0038
<b>X<sub>1</sub><sup>2</sup></b>	0,70	0,39	1,81	0,0954
<b>X<sub>2</sub></b>	0,21	0,22	0,93	0,3728
<b>X<sub>2</sub><sup>2</sup></b>	0,58	0,39	1,48	0,1638
<b>X<sub>3</sub></b>	0,03	0,22	0,13	0,8956
<b>X<sub>3</sub><sup>2</sup></b>	-0,15	0,39	-0,38	0,7118
<b>X<sub>4</sub></b>	0,62	0,22	2,78	0,0167
<b>X<sub>4</sub><sup>2</sup></b>	0,21	0,39	0,55	0,5951
<b>X<sub>1</sub>X<sub>2</sub></b>	0,28	0,28	1,00	0,3375
<b>X<sub>1</sub>X<sub>3</sub></b>	-0,11	0,28	-0,40	0,6966
<b>X<sub>1</sub>X<sub>4</sub></b>	0,18	0,28	0,63	0,5404
<b>X<sub>2</sub>X<sub>3</sub></b>	0,19	0,28	0,68	0,5067
<b>X<sub>2</sub>X<sub>4</sub></b>	0,41	0,28	1,45	0,1724
<b>X<sub>3</sub>X<sub>4</sub></b>	-0,04	0,28	-0,15	0,8851

Tabela 4: Ajuste dos quadrados mínimos e estimativas de parâmetros (significância dos coeficientes da regressão).

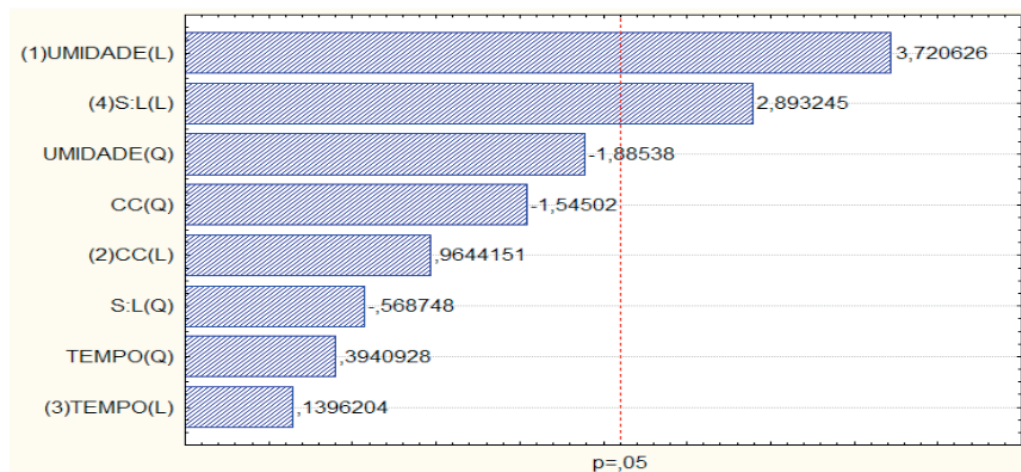


Figura 3: Diagrama de Pareto para o planejamento experimental do tipo  $3^{4-1}$  para estudo da extração das celulases.

Esse mesmo comportamento foi obtido por Mélo (2016) cujo planejamento para a extração mostrou que o maior valor para a atividade enzimática ( $2,15 \text{ U.g}^{-1}$ ) foi obtido para proporção sólido: líquido 01:45 (+1), tempo de 45 minutos (+1) e 150 rpm (+1). E, para Oliveira et al. (2018), obteve o maior valor para CMCCase ( $0,233 \pm 0,008 \text{ UI.ml}^{-1}$ ) no experimento no qual foi empregado o maior teor de umidade inicial (75%). Em relação ao tempo de extração não ser uma variável significativa, o mesmo foi observado por Poleto et al. (2017), variações no tempo de extração de 15 a 120 minutos não apresentou diferenças significativas para o valor de pectinase total ( $\text{U.ml}^{-1}$ ), uma vez que os valores encontrados ficaram próximos a  $5,5 \text{ U.ml}^{-1}$ . Além disso, o autor concluiu que em poucos minutos (60 minutos), a etapa de extração pode ser concluída.

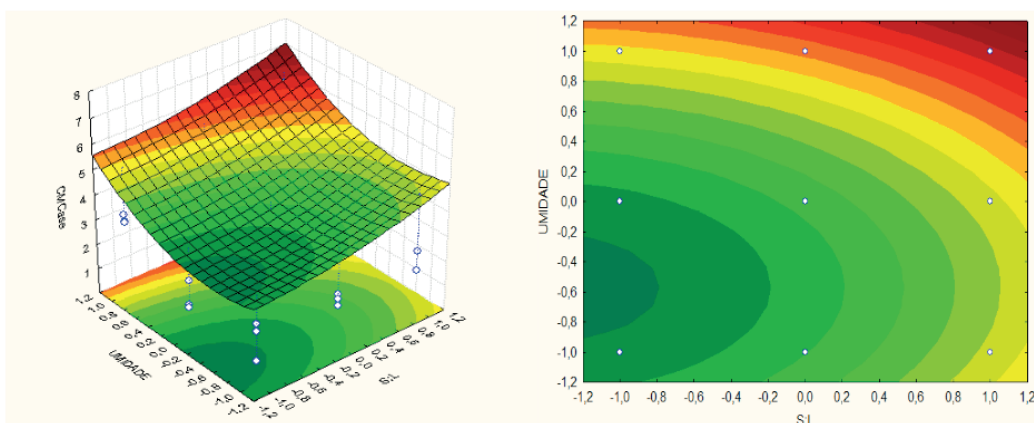


Figura 4: Superfície de resposta: influência das variáveis umidade e proporção sólido-líquido (S:L) sobre a atividade enzimática, carboximetilcelulase (CMCase), fixado o tempo e o percentual de casca de cacau no ponto central 0 (40 minutos e 60%, respectivamente) .

A superfície de resposta 3D e os gráficos de contorno 2D são as representações gráficas da equação de regressão,  $\text{CMCase} = 1,84 + 0,8 \cdot U + 0,71 \cdot U^2 + 0,62 \cdot S:L + 0,21 \cdot S:L^2$ , no qual U é a umidade e S:L é a proporção sólido-líquido . Ambos gráficos

são apresentados na Figura 4. O principal objetivo da superfície da resposta é buscar eficientemente os valores ótimos das variáveis, de modo que a resposta seja maximizada (TANYILDIZI; ÖZER e ELIBOL, 2005).

Analisando a Figura 4, vê-se que a proporção sólido: líquido e a umidade são as variáveis que influenciam na atividade enzimática, corroborando com a análise do diagrama de Pareto. Além disso, observa-se quanto maior for o volume de solvente (para uma mesma massa de fermentado) e maior o teor de umidade durante a extração, maior é a atividade enzimática obtida, pois se operando no nível +1 (01:20 e 70%, respectivamente) obtém-se atividades enzimáticas acima de  $8,49 \text{ U.gms}^{-1}$ , conforme é mostrado na Figura 5.

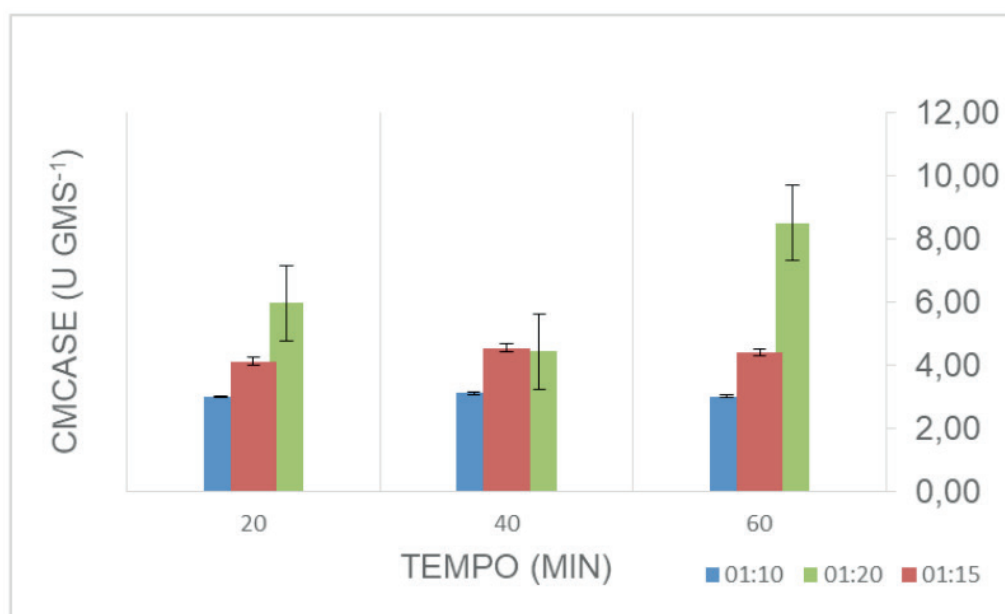


Figura 5: Experimento realizado na seguinte condição: 70% de umidade (+1), 60% de casca de cacau (+1), 60 min de extração (+1) e proporção sólido líquido igual a 01:20 (+1).

#### 4 | CONCLUSÕES

A avaliação dos resultados encontrados mostraram que o teor de umidade e a proporção sólido-líquido são as variáveis que mais influenciaram a produção de CMCase. Enquanto que o tempo de extração e o percentual de casca de cacau não apresentaram significância para a atividade enzimática. Além disso, o maior valor para CMCase obtido foi de  $8,49 \text{ U.gms}^{-1}$  para as condições experimentais de 70% de umidade, 60% de casca de cacau na composição do substrato, tempo de extração de 60 minutos e proporção sólido: líquido 1:20. Essas condições são equivalentes às condições reportadas pela literatura para produção de celulasas. Portanto, este trabalho permitiu observar que os resíduos de cacau possuem potencial para serem aplicados na produção de celulasas e que a ampliação de escala desse processo deve ser estudada a fim de desenvolver um processo de baixo custo para produção

de enzimas.

## REFERÊNCIAS

CASTRO, A. M. de; PEREIRA JUNIOR, N. **Produção, propriedades e aplicação de celulases na hidrólise de resíduos agroindustriais**. Química Nova, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p.181-188, 25 nov. 2009.

CEPLAC. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. Disponível em: [http://www.ceplac.gov.br/paginas/cbc/paginas/palestras/P7\\_3.pdf](http://www.ceplac.gov.br/paginas/cbc/paginas/palestras/P7_3.pdf). Acesso em 25 abr. 2017.

De Jesus, J. N., Cavalcante, P. A. W., Almeida, C. M. S., De Oliveira, T. S., Varandas, V. S., Coêlho, D. F., ... De Souza, R. R. (2018). **Imobilização da celulase presente em caldo fermentado em um suporte a base de quitosana**. *Scientia Plena*, 14(6), 1–9. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2018.064202>

GHOSE, T. K. **Measurement of cellulase activities**. Pure and Applied Chemistry, v. 59, n. 2, 1987.

IBGE. (2019). *Indicadores IBGE - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (Janeiro/2019)*. 85. Retrieved from <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=72415>

KILIKIAN, B. V. et al. **Filamentous fungi and media for cellulase production in solid state cultures**. Brazilian Journal of Microbiology. v.45, n.1, p. 279–296. 2014.

MÉLO, B. C. A. **Produção de celulases por fermentação em estado sólido em resíduo de acerola (*Malpighia sp.*) utilizando *Trichoderma reesei***. 2017. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MDIC. (2018). *Estudo de Competitividade do Cacau e Chocolate no Brasil : Desafios na Produção e Comércio Global*. 1–128.

Oliveira, S. D et al. (2018). **Utilization of agroindustrial residues for producing cellulases by *Aspergillus fumigatus* on Semi-Solid Fermentation**. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(1), 937–944. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.12.038>

Poletto, P; POLIDORO, T. A; ZENI, M. ; DA SILVEIRA, M. M. **Evaluation of the operating conditions for the solid-state production of pectinases by *Aspergillus niger* in a bench-scale, intermittently agitated rotating drum bioreactor**. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie / Food Science + Technology*, v. 79, p. 92-101, 2017.

SALOMÃO, G. S. B.S; AGNEZI, J. C; PAULINO, L. B.; HENCKER, L. B.; DE LIRA, T. S.; TARDIOLI, P.W.; PINOTTI, L. M. **Production of cellulases by solid state fermentation using natural and pretreated sugarcane bagasse with different fungi**. *BIOCATALYSIS AND AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY*, 2019.

Sodré, G. A., & Marrocos, P. C. L. (2009). *Manual da produção vegetativa de mudas de cacauero*.

URBÁNSZKI K, SZAKACS G, TENDERDY RP. **Standardization of the filter paper activity assay for solid substrate fermentation**. *Biotechnology Letters*, v. 22. 2000.

ZANCHETTA, A. **Celulases e suas aplicações**. 2013. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/ib/ceis/mundoleveduras/2013/Celulases.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2017.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aprendizagem 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 33, 35, 41, 42, 44, 45, 47, 63

Associações 81, 84, 88, 89, 94

Atcc8096 190

Atividade lúdica 11, 12, 22, 47

Avaliação da linearidade 190

### B

Bioatividade 173, 174, 175, 177, 180, 182, 185

Biocompósito 140, 143, 146, 147, 149

### C

Carboidratos 35, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 183, 257

Celulasas 113, 114, 115, 116, 120, 121, 122

Chalconas 100, 101, 106, 107, 108, 110

Compósitos poliméricos 151, 152, 153, 162

Copolímero enxertado 81, 93

### D

Diagnostico 60

Dihidropirimidinonas 100, 102, 103, 106, 107, 108

### E

Ensino de química 1, 2, 7, 11, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 25, 27, 28, 30, 33, 34, 35, 37, 38, 42, 44, 46, 47, 79, 255

Essential oil 190, 198, 199, 236

Estudo reo-cinético 151, 163

Eugenia astringens Cambess 189, 190, 191, 292

Extração de enzimas 113, 116, 117

### F

Fermentação em estado sólido 113, 115, 116, 122

Fluorescência 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 89, 92, 176

Fosfonatos 166, 167, 168, 169, 170

### G

Gc-ms 190, 199

### H

Hibridização molecular 100, 104, 106, 108

Híbridos 100, 104, 105, 108, 110

Hidroxiapatita 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Homocedasticidade 190, 191, 192, 194

## I

Indicador ácido-base 48, 51, 53, 58

Iniciadores catalíticos 166, 167, 168, 170

## J

Jogo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25

Jogos didáticos 1, 2, 3, 6, 16, 18, 23

## L

Laboratório 11, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 78, 81, 108, 140, 189, 198, 201, 243, 251, 255, 256, 260, 281, 289

Leitores 72, 73, 74, 75, 76

Leitura 8, 17, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 270

Licenciatura 4, 35, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 270, 272, 273, 275, 276, 289

Lúdico 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 34, 44

## M

Massa molar 46, 47, 83, 88, 89, 90, 93, 128, 176, 203

Matéria orgânica 172, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 185, 186, 187, 245

Modelo atômico de bohr 28, 29

## P

Papel indicador 48, 51, 52, 53, 57, 58

Poliâmidas 166

Prática experimental 27, 28, 33, 35, 38

Processamento 66, 151, 153, 155, 162, 163, 164, 167, 201, 202, 206, 207, 258, 259, 263, 264, 265

Produtos químicos 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

## Q

Química dos alimentos 35, 36, 43

Quitosana 86, 90, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225

## R

Repolho roxo 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Resíduos do cacau 113

## S

Staphylococcus aureus 189, 190, 191, 192, 193, 199

Substâncias húmicas 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 184, 185, 186, 187

## T

Tabela periódica 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12

Termorresponsivo 81, 84, 93, 94

Teste citotóxico 190, 193, 197

Trichoderma 113, 114, 115, 122



