

# Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química

---

Érica de Melo Azevedo  
(Organizadora)

Atena  
Editora  
Ano 2020

# Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química

---

Érica de Melo Azevedo  
(Organizadora)

Atena  
Editora  
Ano 2020

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

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  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliariari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás

Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Desenvolvimento e transferência de tecnologia na engenharia química

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Giovanna Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Érica de Melo Azevedo

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento e transferência de tecnologia na engenharia química / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5706-606-5  
DOI 10.22533/at.ed.065200912

1. Engenharia química. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). II. Título.

CDD 660

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

## APRESENTAÇÃO

A publicação de e-books no Brasil é uma importante ferramenta para a divulgação científica e a valorização das pesquisas e pode ajudar a desenvolver uma relação mais próxima entre a Academia e a Indústria. O presente livro mostra aspectos da pesquisa e transferência de tecnologia na engenharia química e suas áreas correlatas. Diversas patentes, materiais e equipamentos vêm sendo desenvolvidos buscando a melhora na qualidade de vida humana, na qualidade dos produtos consumidos e melhora ambiental e queremos mostrar estes trabalhos. O livro “Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química” apresenta artigos na área de processos químicos, tecnologia química e ensino de química.

O e-book contém 8 capítulos, que abordam temas como biotecnologia; hidrólise enzimática; extração de lipídeos a partir de microalgas; síntese de materiais adsorventes a partir de resíduos; preparação de materiais para a remoção de contaminantes; formulações de combustíveis; formulação alimentar com adição de resíduo agroindustrial e produção de anti-incrustantes a partir de surfactantes naturais.

Os objetivos principais do presente livro são apresentar aos leitores diferentes aspectos do conhecimento científico na área de Engenharia Química, abordando conceitos de desenvolvimento e transferência de Tecnologia. Os artigos da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de tecnologia química, engenharia química e engenharia de bioprocessos.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a obra “Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **POTENCIAL APLICAÇÃO BIOTECNOLÓGICA DO SORO DO QUEIJO NA PRODUÇÃO DE PRODUTOS DE VALOR AGREGADO**

Paula Valéria Viotti  
Wardleison Martins Moreira  
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante  
Marcelo Fernandes Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.0652009121**

### **CAPÍTULO 2..... 10**

#### **MODELAGEM DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOETANOL EM DYNETICA UTILIZANDO ROTA METABÓLICA SIMPLIFICADA**

Matheus Yuri Gritzenco de Giovanni  
Renam Luis Acorsi  
Cid Marcos Gonçalves Andrade  
José Eduardo Olivo

**DOI 10.22533/at.ed.0652009122**

### **CAPÍTULO 3..... 20**

#### **ESTUDO DE TÉCNICAS DE EXTRAÇÃO DE LIPÍDEOS DE ALGAS**

Carla Veronica Rodarte de Moura  
Daiane Fossatti Dall'Oglio  
Edmilson Miranda de Moura

**DOI 10.22533/at.ed.0652009123**

### **CAPÍTULO 4..... 42**

#### **ALTERNATIVE ROUTE TO SYNTHESIZE A BIOPHENOLIC RESIN FROM TANNIN AND KRAFT BLACK LIQUOR AND ITS APPLICATION AS AN ADSORBENT MATERIAL**

Wardleison Martins Moreira  
Paula Valéria Viotti  
Marcelo Fernandes Vieira  
Cristina Maria dos Santos Gaudêncio Baptista  
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante  
Marcelino Luiz Gimenes

**DOI 10.22533/at.ed.0652009124**

### **CAPÍTULO 5..... 53**

#### **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO EMPREGO DE ÁLCOOIS COMO AGENTE ESTABILIZANTE EM MISTURAS BIO-ÓLEO PIROLÍTICO/DIESEL**

Wendell Ferreira de La Salles  
Kátia Simone Teixeira da Silva de La Salles  
Larissa Machado de Assis  
Jullyane Cunha Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.0652009125**

<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>61</b>
PREPARAÇÃO DE HIDROGÉIS A BASE DE GLICEROL PARA REMOÇÃO DE CONTAMINANTES DE ÁGUAS RESIDUAIS	
Bárbara Brígida Pinho de Lima	
Wesley Renato Viali	
Eloiza da Silva Nunes Viali	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0652009126</b>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>67</b>
ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE CHOCOLATE ENRIQUECIDO COM FARINHA DE CAROÇO DE JACA	
Matheus Henrique Nascimento Goes	
Janclei Pereira Coutinho	
Fábio Alan Carqueija Amorim	
Julia Carneiro Romero	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0652009127</b>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>87</b>
FORMULAÇÃO DE MATRIZES ANTI-INCRUSTANTES UTILIZANDO SURFACTANTES NATURAIS	
Anderson Oliveira de Medeiros	
Maria da Gloria Conceição da Silva	
Leonie Asfora Sarubbo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0652009128</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>100</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>101</b>

# CAPÍTULO 1

## POTENCIAL APLICAÇÃO BIOTECNOLÓGICA DO SORO DO QUEIJO NA PRODUÇÃO DE PRODUTOS DE VALOR AGREGADO

*Data de aceite: 01/12/2020*

*Data de submissão: 20/10/2020*

### **Paula Valéria Viotti**

Universidade Estadual de Maringá,  
Departamento de Engenharia Química  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/7992797102020500>

### **Wardleison Martins Moreira**

Universidade Estadual de Maringá,  
Departamento de Tecnologia  
Umuarama – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/6242841033608759>

### **Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante**

Universidade Estadual de Maringá,  
Departamento de Engenharia Química  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/1552509852504841>

### **Marcelo Fernandes Vieira**

Universidade Estadual de Maringá,  
Departamento de Engenharia Química  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/5654735215017528>

**RESUMO:** As indústrias de processamento de alimentos, como laticínios e fábricas de processamento de queijo, geram grandes volumes de resíduos líquidos. O soro do queijo compõe a maior parte desse volume, sendo descartado, em sua maioria, diretamente nos corpos hídricos sem nenhum tipo de tratamento. Uma vez que o soro apresenta

elevada disponibilidade e qualidades nutricionais interessantes, é possível, por meio de processos biotecnológicos, transformá-lo em produtos de maior valor agregado e com características específicas. Este trabalho apresenta um breve referencial teórico sobre o soro do queijo e sua potencial aplicação para fins alimentícios. A hidrólise enzimática das proteínas do soro do queijo se mostra como um processo de fácil operação, de elevada especificidade e que atua sob condições menos agressivas quando comparada a hidrólise química.

**PALAVRAS-CHAVE:** Proteólise, Soro do queijo, Hidrólise enzimática, Processos biotecnológicos.

### POTENTIAL BIOTECHNOLOGICAL APPLICATION OF CHEESE WHEY IN THE PRODUCTION OF VALUE-ADDED PRODUCTS

**ABSTRACT:** Food industries, such as dairy and cheese processing mills, generate large volumes of liquid waste. Cheese whey makes up most of the generated liquid waste, being mostly discarded directly into water bodies without any treatment. Since the whey has high availability and interesting nutritional qualities, it is possible to use the biotechnological processes to transform it into products with specific characteristics and add value to the waste. Therefore, this work presents a brief bibliographic review about cheese whey and its potential application for food purposes. The enzymatic hydrolysis of the whey protein from cheese is shown as an easy operation and highly specific process, which acts under less aggressive conditions when compared to chemical hydrolysis.

**KEYWORDS:** Proteolysis, Cheese whey, Enzymatic hydrolysis, Biotechnological processes.

## 1 | INTRODUÇÃO

O soro de queijo é um subproduto produzido em grande quantidade pela indústria de laticínios, sendo considerado um grande poluente ambiental devido à sua elevada carga orgânica. Apesar de o soro ser considerado um subproduto, ele possui características interessantes inerentes à sua composição. Muitas pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de explorar essas características e transformar o soro em produtos de valor agregado, como soro de leite em pó, proteína de soro de leite, bioetanol e probióticos. Contudo, dos 180 milhões de toneladas produzidas ao ano, apenas cerca de 50% do volume de soro é convertido nessa biotransformação (YADAV et al., 2015; PANGHAL et al., 2018).

Com o intuito de agregar valor ao soro, as proteínas que constituem esse subproduto, tem chamado a atenção devido às suas diversas propriedades de interesse. As proteínas do soro são altamente digeríveis e contém elevado teor de aminoácidos essenciais (não produzidos pelo organismo). Ademais, possuem peptídeos com propriedades bioativas capazes de modular efeitos fisiológicos no corpo humano, como modulação imunológica, propriedades antioxidantes, antivirais, antibacteriana e antifúngica. Logo, a hidrólise das proteínas do soro pode e deve ser utilizada para fins terapêuticos (ALMEIDA et al., 2013; CARVALHO et al., 2013).

Em relação à hidrólise química, a hidrólise enzimática se destaca pelo elevado controle reacional e produção de hidrolisados específicos. Pequenos peptídeos, tais como di e tri-peptídeos são mais bem absorvidos pelo organismo quando comparados com as proteínas intactas e aminoácidos livres, constituindo em um maior valor nutricional.

## 2 | SORO DO QUEIJO

O soro é o líquido remanescente da coagulação da caseína presente no leite durante a produção do queijo (PRAZERES et al., 2012; YADAV et al., 2015). É um subproduto de cor amarelo-esverdeado que retém aproximadamente 55% dos nutrientes presentes no leite e corresponde a 85 – 95% do volume de leite utilizado no processo de fabricação do queijo, de forma a ser o principal resíduo do processo (SISO, 1996).

O queijo é um dos principais produtos agrícolas do mundo, sendo a União Europeia e os Estados Unidos os principais produtores. A cada 1 kg de queijo produzido, cerca de 9 kg de soro de queijo são gerados. Dessa forma, estima-se que a produção de soro gire em torno de 180 a 190 milhões de toneladas por ano, seguindo uma perspectiva de aumento de 2% ao ano (YADAV et al., 2015; PANGHAL et al., 2018).

Nos países ocidentais, o soro é produzido principalmente a partir do leite bovino. Contudo, o leite de cabra, ovelha e búfalo também são bastante utilizados. As características

do soro gerado são bastante dependentes do tipo de leite empregado no processo, e ainda podem variar de acordo com raça, saúde, alimentação e estágio de lactação animal (PRAZERES et al., 2012).

Duas principais variedades de soro podem ser obtidas de acordo com o método de precipitação da caseína utilizado. O soro ácido ( $\text{pH} < 5$ ) resulta da precipitação ácida no pH isoeletrico da caseína (4,6), e o soro doce ( $\text{pH} 6 - 7$ ) é obtido pela precipitação por meio de enzimas proteolíticas (quimosina) (AQUARONE et al., 2001). De maneira geral, o soro ácido apresenta maior teor de cinzas e menor teor de proteínas, de modo que seu uso na alimentação é mais limitado devido ao sabor ácido e conteúdo salino (SISO, 1996).

Sendo um efluente rico em nutrientes, o soro é composto por cerca de 93% de água. Em base seca, é formado por 70% de lactose, 9% de proteínas, 8-20% de sais minerais e demais componentes como lipídeos, ácido láctico e bactérias, ácido láctico, ácido cítrico e vitaminas do grupo B (GUIMARAES et al., 2010; CARVALHO et al., 2013).

O soro é o principal subproduto da indústria de laticínios (KOUTINAS et al., 2009). A grande quantidade de carga orgânica presente, aliado ao seu grande volume gerado, representa um grande problema ambiental. Diante do exposto, fica claro que o soro de queijo não pode ser lançado em corpos receptores sem um tratamento adequado. Diante das propriedades nutritivas desse subproduto, a busca por tecnologias de transformação em produtos valorizados tem se intensificado. Contudo, apenas 50% do volume gerado é convertido em produtos de valor agregado (DIMITRELLOU *et al.*, 2017), como soro de leite em pó, proteína do soro do leite (*whey protein*), bioetanol (GUIMARAES et al., 2010; YOU et al., 2017), probióticos (PANESAR et al., 2013) e substâncias bioativas (LIU et al., 2018), de forma que uma grande quantidade ainda permanece inutilizada.

Nesse processo de valorização, o soro passa por dois procedimentos: um tratamento físico ou térmico, no qual é obtido o soro em pó, proteína do soro, proteína isolada do soro, lactose e outras frações, e um posterior tratamento biotecnológico, por meio de enzimas ou microorganismos, obtendo um produto de valor agregado (YADAV et al., 2015).

De acordo com Panghal et al. (2018), a valorização do soro por meio de diferentes tecnologias em variados produtos é um aspecto importante no desenvolvimento da sustentabilidade em suas múltiplas dimensões (ambiental, econômica e social). Estes produtos e métodos utilizados demonstraram ser tecnicamente alcançáveis. Contudo, há uma busca por tornar o processo mais economicamente viável.

## 2.1 Proteínas do Soro

O soro é atualmente um popular suplemento dietético de proteínas, pois, de um modo geral, possuem elevado valor funcional e nutricional. As proteínas do soro são altamente digeríveis, sendo rapidamente absorvidas pelo organismo, além de conter alto teor de aminoácidos essenciais, os quais necessitam ser obtidos exclusivamente pela alimentação, pois não são produzidos pelo organismo (SGARBIERI, 2004; ALMEIDA, et al.,



2013). Por possuírem peptídeos com propriedades bioativas capazes de modular efeitos fisiológicos no corpo humano, o processamento das proteínas do soro também pode ser usado para fins terapêuticos (CARVALHO et al., 2013).

As proteínas do soro apresentam estrutura globular contendo algumas pontes dissulfeto que lhes conferem estabilidade estrutural. São compostas de 70 a 80% por  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactalbumina, e o restante por soro albumina bovino, imunoglobulina, lactoferrina, lactoperoxidase e glicomacropéptídeos. A Tabela 1 ilustra a composição das proteínas do soro de leite bovino e seus principais benefícios.

<b>Componentes do soro</b>	<b>Composição (%)</b>	<b>Benefícios</b>
<b><math>\beta</math>-lactoglobulina</b>	50 - 55	Fonte de aminoácidos essenciais
<b><math>\alpha</math>-lactalbumina</b>	20 - 25	Proteína primária encontrada no leite materno; Fonte de aminoácidos essenciais
<b>Imunoglobulina</b>	10 - 15	Proteína primária encontrada no colostro; Modulação imunológica
<b>Soro albumina bovino</b>	5 - 10	Fonte de aminoácidos essenciais
<b>Glicomacropéptídeos</b>	10 - 15	Não possui aminoácidos aromáticos
<b>Lactoferrina</b>	1 - 2	Propriedades antioxidante, antiviral, antibacteriana e antifúngica; Promove crescimento de bactérias benéficas
<b>Lactoperoxidase</b>	0,5	Propriedade antibacteriana

Tabela 1 – Componentes do soro de leite bovino e principais benefícios.

Fonte: Adaptado de Marshall (2004).

Apesar do grande número de pesquisas relacionadas aos efeitos fisiológicos benéficos das proteínas do soro, o conhecimento sobre esses mecanismos é muito limitado. Ainda há um longo caminho a percorrer no que tange à ação dessas proteínas e das quantidades a serem ingeridas para promover tais benefícios (SGARBIERI, 2004).

## 2.2 Hidrolisado proteico para fenilcetonúricos

A fenilcetonúria (PKU) caracteriza-se pela mutação genética no cromossomo 12q22-q24, herdado de forma autossômica recessiva (VALLIAN et al., 2003). Essa mutação consiste na ausência ou redução da atividade da enzima hepática fenilalanina hidroxilase, levando a inibição da conversão do aminoácido fenilalanina (Phe) em tirosina (Tyr), acarretando em níveis perigosos de Phe no sangue (VALLIAN et al., 2003; CAMP et al., 2014).

Atualmente, pacientes com PKU, também chamados de fenilcetonúricos, precisam de uma dieta rigorosa ao longo da vida, de modo a necessitarem de suplementação

adicional e restringir a Phe da proteína natural (produtos lácteos, ovos, carne e peixe) à quantidade necessária para manter as concentrações sanguíneas de Phe na faixa de tratamento desejada, fornecendo a quantidade necessária para o crescimento corporal e desenvolvimento e manutenção das funções biológicas (CAMP et al., 2014; SIRIN et al., 2016).

A suplementação, geralmente, são misturas de aminoácidos ou hidrolisados que são advindos de fórmulas industrializadas de acordo com a faixa etária do paciente (seguindo as recomendações vigentes da ANVISA para pessoas normais) ou do próprio leite materno, que possui menor nível de Phe que as fórmulas e benefícios imunológicos. As fórmulas encontradas são misturas de aminoácidos sintéticos e podem ser acrescidos de carboidratos, gorduras, vitaminas e minerais (MIRA e MARQUEZ, 2000).

As misturas de aminoácidos livres podem ser um problema na terapia dietética de fenilcetonúricos. Além de possuírem odor e paladar desagradáveis, devem ser consumidas em grandes quantidades (DOS SANTOS et al., 2006), e a ingestão, se feita em dose única diária, pode resultar em náuseas, vômitos, tonturas, diarreia e também causam hiperosmolaridade no trato gastrointestinal, resultando em absorção ineficiente pelo organismo (MIRA e MARQUEZ, 2000).

Os hidrolisados proteicos podem ser uma saída frente às opções tão limitadas, pois melhoram as características nutricionais das proteínas e dos aminoácidos livres, além de melhorar suas propriedades organolépticas. Eles podem ser obtidos por meio da hidrólise química (ácida ou alcalina) ou enzimática. Contudo, a hidrólise química ocorre em condições químicas drásticas e hidrolisam ligações peptídicas em locais inespecíficos, resultando em um perfil variável de peptídeos e aminoácidos. A hidrólise enzimática ocorre em condições brandas de operação e resulta em perfil peptídico de composição bem definida (MIRA e MARQUEZ, 2000; TAVANO, 2013).

### **2.3 Hidrólise enzimática das proteínas do soro**

O uso de hidrolisados proteicos, devido às suas propriedades na nutrição humana, tem chamado cada vez mais atenção das indústrias. A hidrólise enzimática é uma abordagem capaz de produzir modificações específicas e seletivas da proteína, produzindo hidrolisados com diversas propriedades funcionais (AGUILAR e SATO, 2018).

Na hidrólise enzimática, as proteínas são quebradas em peptídeos de diferentes tamanhos e aminoácidos livres. De um modo geral, a reação ocorre sob condições brandas de operação, pH entre 6 e 8 e temperaturas entre 40 e 60 °C (CLEMENTE, 2000).

A hidrólise de proteínas alimentares, principalmente a formação de oligopeptídeos (di e tri-peptídeos), pode melhorar as características nutricionais, pois são mais bem absorvidos pelo organismo, evitando diarreia osmótica causada pela ingestão de aminoácidos livres (CLEMENTE, 2000). Ademais, hidrolisados proteicos podem melhorar as características sensoriais, devido à posterior remoção de aminoácidos aromáticos que conferem sabor

amargo (PINTO et al., 2008), além de serem economicamente mais viáveis que misturas de aminoácidos sintéticos usadas no Brasil. As propriedades físicas dos produtos podem ser de grande utilidade para a indústria no preparo de alimentos para a indústria, visto que, além de serem nutritivos, são praticamente inodoros e fornecem uma base adequada para adição de sabores e aromas, agregando valor no produto final (MIRA e MARQUEZ, 2000).

A hidrólise enzimática do soro é comum para reduzir a alergenicidade de proteínas por clivagem das regiões antigênicas (ROCHA et al., 2011; PESSATO et al., 2016; MAO e KULOZIK, 2018), produzir peptídeos bioativos (ROCHA et al., 2011), bem como hidrolisados específicos para dietas terapêuticas. Um hidrolisado protéico com teor mínimo ou reduzido de Phe pode ser uma opção de menor custo, mais palatável e de melhor valor nutricional aos fenilcetonúricos, cuja dieta é extremamente restrita quanto à ingestão de proteínas.

Dessa forma, fica clara a importância do desenvolvimento tecnológico quanto à produção de hidrolisados com as características acima mencionadas, pois as especificidades do produto dependem da proteína do substrato, das enzimas utilizadas na reação, do grau de hidrólise e das condições de reação. Diversos pesquisadores têm utilizado a hidrólise enzimática das proteínas do soro (SILVA et al., 2007; ROCHA et al., 2011; SILVESTRE et al., 2013; SILVA et al., 2015; BASSAN et al., 2016; PESSATO et al., 2016) a fim de produzir hidrolisados proteicos com diversas especificidades, inclusive para fenilcetonúricos (TARDIOLI et al., 2003; CABRERA-PADILLA et al., 2009; GALVÃO et al., 2009).

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hidrólise do soro do queijo tem crescido nos últimos anos na tentativa de não só dar um destino adequado ao efluente, mas também agregar valor a esse subproduto. Muitos estudos sobre a hidrólise das proteínas do soro têm sido realizados em diversos âmbitos e áreas do conhecimento, de forma a explorar cada vez mais as suas propriedades.

A hidrólise enzimática das proteínas do soro tem se mostrado uma alternativa viável industrialmente, visto que é possível a obtenção de produtos de valor agregado e com características nutricionais específicas, sob condições brandas de operação, a partir de um resíduo industrial de elevada disponibilidade.

### REFERÊNCIAS

AGUILAR, J. G. D.; SATO, H. H. Microbial proteases: Production and application in obtaining protein hydrolysates. **Food Research International**, v. 103, p. 253-262, 2018.

AQUARONE, E. et al. **Biotechnologia Industrial**. v. 4. São Paulo: Blucher, 2001.

ALMEIDA, C. C. et al. Proteína do soro do leite: composição e suas propriedades funcionais / Whey protein: composition and functional properties. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1840-1854, 2013.

BASSAN, J. C. et al. Immobilization of Trypsin in Lignocellulosic Waste Material to Produce Peptides with Bioactive Potential from Whey Protein. **Materials**, v. 9, n. 5, 2016.

CABRERA-PADILLA, R. Y. et al. A new conception of enzymatic membrane reactor for the production of whey hydrolysates with low contents of phenylalanine. **Process Biochemistry**, v. 44, n. 3, p. 269-276, 2009.

CAMP, K. M. et al. Phenylketonuria Scientific Review Conference: State of the science and future research needs. **Molecular Genetics and Metabolism**, v. 112, n. 2, p. 87-122, 2014.

CARVALHO, F.; PRAZERES, A. R.; RIVAS, J. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. **Science of the Total Environment**, v. 445, p. 385-396, 2013.

CLEMENTE, A. Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition. **Trends in Food Science & Technology**, v. 11, n. 7, p. 254-262, 2000.

DIMITRELLOU, D. et al. Novel probiotic whey cheese with immobilized lactobacilli on casein. **Lwt-Food Science and Technology**, v. 86, p. 627-634, 2017.

DOS SANTOS, L. L. et al. The time has come: a new scene for PKU treatment. **Genetics and Molecular Research**, v. 5, n. 1, p. 33-44, 2006.

GALVAO, C. M. A. et al. Producing a phenylalanine-free pool of peptides after tailored enzymatic hydrolysis of cheese whey. **Journal of Food Engineering**, v. 91, n. 1, p. 109-117, 2009.

GUIMARAES, P. M. R.; TEIXEIRA, J. A.; DOMINGUES, L. Fermentation of lactose to bio ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. **Biotechnology Advances**, v. 28, n. 3, p. 375-384, 2010.

KOUTINAS, A. A. et al. Whey valorisation: A complete and novel technology development for dairy industry starter culture production. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 15, p. 3734-3739, 2009.

LIU, H. Y. et al. Effect of polyethyleneimine modified graphene on the mechanical and water vapor barrier properties of methyl cellulose composite films. **Carbohydrate Polymers**, v. 182, p. 52-60, 2018.

MAO, Y. H.; KULOZIK, U. Selective hydrolysis of whey proteins using a flow-through monolithic reactor with large pore size and immobilised trypsin. **International Dairy Journal**, v. 85, p. 96-104, 2018.

MARSHALL, K. Therapeutic applications of whey protein. **Alternative Medicine Review**, v. 9, n. 2, p. 136-156, 2004.

MIRA, N. V. M. de; MARQUEZ, U. M. L. Importância do diagnóstico e tratamento da fenilcetonúria. **Rev. Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 86-96, 2000.

PANESAR, P. S.; KUMARI, S.; PANESAR, R. Biotechnological approaches for the production of prebiotics and their potential applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 33, n. 4, p. 345-364, 2013.

PANGHAL, A. et al. Whey valorization: current options and future scenario - a critical review. **Nutrition & Food Science**, v. 48, n. 3, p. 520-535, 2018.

PESSATO, T. B. et al. Whey protein isolate hydrolysates obtained with free and immobilized Alcalase: Characterization and detection of residual allergens. **Food Research International**, v. 83, p. 112-120, 2016.

PINTO, G. A. et al. Amino acids yields during proteolysis catalyzed by carboxypeptidase A are strongly dependent on substrate pre-hydrolysis. **Biochemical Engineering Journal**, v. 39, n. 2, p. 328-337, 2008.

PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. Cheese whey management: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 110, p. 48-68, 2012.

ROCHA, C.; GONCALVES, M. P.; TEIXEIRA, J. A. Immobilization of trypsin on spent grains for whey protein hydrolysis. **Process Biochemistry**, v. 46, n. 2, p. 505-511, 2011.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 397-404, 2004.

SILVA, V. D. M. et al. Preparation of low-phenylalanine whey hydrolysates, using Papain and Pancreatin Immobilized on Activated Carbon and Alumina. **American Journal of Food Technology**, v. 2, n. 5, p.327-341, 2007.

SILVA, T. R. et al. Immobilization of trypsin onto poly(ethylene terephthalate)/poly(lactic acid) nonwoven nanofiber mats. **Biochemical Engineering Journal**, v. 104, p. 48-56, 2015.

SILVESTRE, M. P. C. et al. Hydrolysis degree, peptide profile and phenylalanine removal from whey protein concentrate hydrolysates obtained by various proteases. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, p. 588-595, 2013.

SIRIN, S.; AYDAS, S. B.; ASLIM, B. Biochemical Evaluation of Phenylalanine Ammonia Lyase from Endemic Plant *Cyathobasis fruticulosa* (Bunge) Aellen. for the Dietary Treatment of Phenylketonuria. **Food Technology and Biotechnology**, v. 54, n. 3, p. 296-303, 2016.

SISO, M. I. G. The biotechnological utilization of cheese whey: A review. **Bioresource Technology**, v. 57, n. 1, p. 1-11, 1996.

TARDIOLI, P. W. et al. Design of new immobilized-stabilized carboxypeptidase A derivative for production of aromatic free hydrolysates of proteins. **Biotechnology Progress**, v. 19, n. 2, p. 565-574, 2003.

TAVANO, O. L. Protein hydrolysis using proteases: An important tool for food biotechnology. **Journal of Molecular Catalysis B-Enzymatic**, v. 90, p. 1-11, 2013.

VALLIAN, S.; BARAHIMI, E.; MOEINI, H. Phenylketonuria in Iranian population: a study in institutions for mentally retarded in Isfahan. **Mutation Research-Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 526, n. 1-2, p. 45-52, 2003.

YADAV, J. S. S. et al. Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. **Biotechnology Advances**, v. 33, n. 6, p. 756-774, 2015.

YOU, S. P. et al. Utilization of whey powder as substrate for low-cost preparation of beta galactosidase as main product, and ethanol as by-product, by a litre-scale integrated process. **Bioresource Technology**, v. 245, p. 1271-1276, 2017.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aditivo Alimentar 68, 84

Adsorção 43, 61, 62, 63, 64, 65

### B

Bioetanol 2, 3, 10, 11, 85

Bioincrustação 87, 88, 94, 95, 97

Bio-óleo 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

### C

Chocolate 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 86

### D

Dynetica 10, 13, 14, 15, 18

### E

Extração de Lipídeos 20, 22, 37

### H

Hidrogéis 61, 62, 65, 66

Hidrólise Enzimática 1, 2, 5, 6

### J

Jaca 67, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

### L

Licor Negro Kraft 43

### M

Microalgas 20, 21, 22, 23, 27, 28, 30, 31, 37

Microemulsões 53, 54, 58, 59

### P

Pirólise 53, 54

Produtos de Valor Agregado 1, 2, 3, 6

Proteólise 1

### R

Remoção de Contaminantes 61

Resina Biofenólica 43

## **S**

Software Livre 10, 13

Soro de Queijo 2, 3

Surfactantes Naturais 87, 90, 91, 92, 93, 97, 98

## **T**

Tanino 43

Técnicas Físicas e Químicas 20



# Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química

---

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química

---

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

Atena  
Editora

Ano 2020