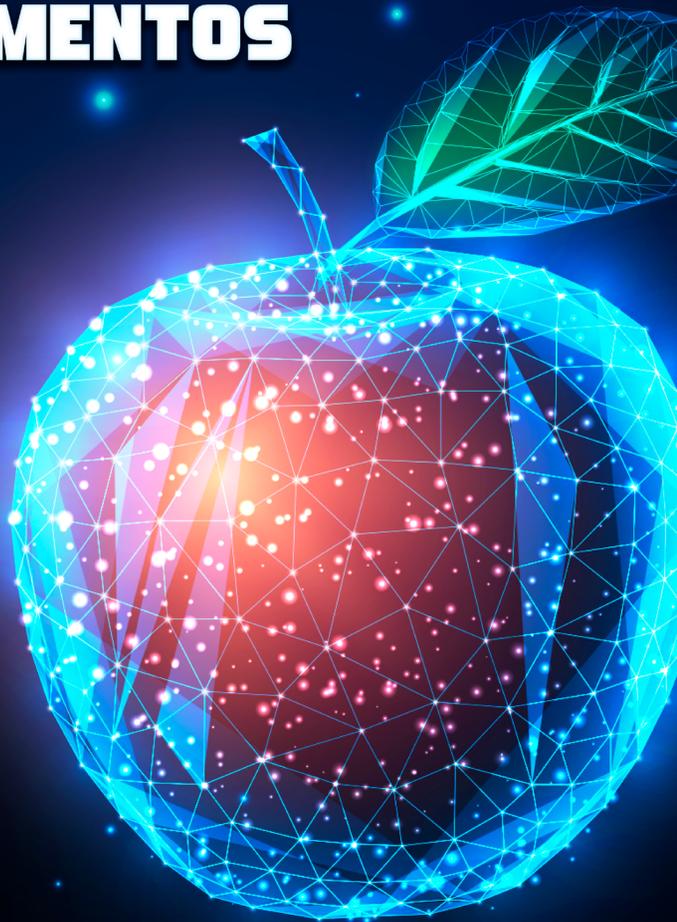


ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



**Priscila Tessmer Scaglioni
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



**Priscila Tessmer Scaglioni
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021

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 Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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 com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da 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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. Adaylson 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – 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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
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 Albornoz – 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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Ensino e pesquisa no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Priscila Tessmer Scaglioni

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino e pesquisa no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos / Organizadora Priscila Tessmer Scaglioni. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-825-0

DOI 10.22533/at.ed.250210501

1. Tecnologia em alimentos. 2. Engenharia de alimentos. I. Scaglioni, Priscila Tessmer (Organizadora). II. Título.

CDD 644

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

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; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Ensino e Pesquisa no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos” tem como principal objetivo a divulgação de estudos que envolvem diversas subáreas do conhecimento. A importante inter-relação entre ensino e pesquisa está demonstrada nos 54 capítulos que compõem os dois volumes desta coleção, além disso, a abordagem dinâmica dos estudos apresentados auxilia no entendimento do leitor e espera-se que muitos acadêmicos/profissionais em diferentes níveis de formação possam utilizar o material desta coleção para os mais diversos fins.

O volume 1 aborda principalmente estudos relacionados a alimentos de origem animal, bem como tecnologias que possam suprir lacunas existentes no processamento atual destes, este volume também traz conteúdo sobre a biotecnologia de alimentos, e além disso, a higiene e a segurança de alimentos são abordadas, sendo um tema tão atual e importante para a prevenção de doenças vinculadas aos alimentos.

O volume 2 aborda principalmente estudos relacionados a alimentos de origem vegetal, além disso, a análise sensorial é explorada através de diferentes aplicações ao longo deste volume. A Engenharia de Alimentos também não foi esquecida, porque neste volume o leitor encontra temas relacionado à secagem ou desidratação de alimentos, contaminantes e métodos inovadores de descontaminação, bem como tecnologias para obtenção de novos produtos.

Desta forma, a Atena Editora lança mais um conteúdo didático e de valor científico para a comunidade, valorizando estudos desenvolvidos no Brasil, e intensificando a disseminação de conhecimento. Desejamos a todos uma excelente leitura!

Priscila Tessmer Scaglioni

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E ESTRUTURAIS DA COMERCIALIZAÇÃO DE PESCADO NAS FEIRAS LIVRES DE PALMAS – TO

Pedro Ysmael Cornejo Mujica

Eduardo Sousa dos Anjos

Raimundo Ferreira Costa

DOI 10.22533/at.ed.2502105011

CAPÍTULO 2..... 8

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E ESTRUTURAIS DE RESTAURANTES DE UM *SHOPPING CENTER* DE PALMAS – TO

Pedro Ysmael Cornejo Mujica

Eduardo Sousa dos Anjos

Raimundo Ferreira Costa

DOI 10.22533/at.ed.2502105012

CAPÍTULO 3..... 17

AVALIAÇÃO DE EXTRAÇÕES DE GELATINA DE PELE DE BEIJUPIRÁ

Ana Josymara Lira Silva

Samara Kellen de Vasconcelos Vieira

Cássio da Silva Sousa

Luciana Antônia Araújo de Castro

Daniele Maria Alves Teixeira Sá

DOI 10.22533/at.ed.2502105013

CAPÍTULO 4..... 24

AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DOS CONSUMIDORES SOBRE CONCEITOS DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS APLICADOS AO ATO DA COMPRA

Marcos Rodrigo Guimarães Cruz

Janio Mério Lopes Rosa

Joyce Furtado da Silva Lindoso

Maria de Fátima Alves Farias Sousa

Luana Ferreira Lima

Thailla Laine Santos Santana

DOI 10.22533/at.ed.2502105014

CAPÍTULO 5..... 29

AVALIAÇÃO DO TEOR DE LACTOSE NO PROCESSO FERMENTATIVO DO SORO DE QUEIJO POR *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* E *LACTOCOCCUS LACTIS*

Catarina de Mesquita Oliveira

Brenda de Oliveira Gomes

Bianca Macedo de Araujo

Maria Alves Fontenele

Adriana Crispim de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.2502105015

CAPÍTULO 6	37
BETANINA, PARA ALÉM DE UM CORANTE ALIMENTÍCIO Rogério Côte Sassonia DOI 10.22533/at.ed.2502105016	
CAPÍTULO 7	48
BIOFUNCIONALIDADE DE PEPTÍDEOS SOLÚVEIS EM ÁGUA DERIVADOS DE QUEIJO MINAS FRESCAL Wellington Leal dos Santos Talita Camila Evaristo da Silva Nascimento Alana Emília Soares de França Queiroz Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros Edson Flávio Teixeira da Silva Elias Flávio Quintino de Araújo Maria Alane Pereira Barbosa Thayna Alicia de Figueredo Marinho Gleudson Costa Lima Keila Aparecida Moreira DOI 10.22533/at.ed.2502105017	
CAPÍTULO 8	57
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS DE GALINHA D'ANGOLA (<i>Numida meleagris</i>) E SEU POTENCIAL DE MERCADO NO BRASIL Erick Alonso Villegas Cayllahua Daniel Rodrigues Dutra Amanda Cristina Macario da Silva Juliana Lolli Malagoli de Mello Pedro Alves de Souza Hirasilva Borba DOI 10.22533/at.ed.2502105018	
CAPÍTULO 9	62
CARNE DE SOL DE CAPRINO DEFUMADA COM AROMATIZANTES NATURAIS Flávia Cristina dos Santos Lima José Carlos Ferreira Katia Davi Brito Antônio Jackson Ribeiro Barroso Rosana Sousa da Silva Rogerio Ferreira da Silva Cristiane Rodrigues de Araújo Penna DOI 10.22533/at.ed.2502105019	
CAPÍTULO 10	68
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS INOVADORES PARA A BACIA LEITEIRA DE AFRÂNIO-PE, COM VISTA À AMPLIAÇÃO DE MERCADO Ruana Sertão de Castro Maria Simão da Silva	

Luciana Cavalcanti de Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.25021050110

CAPÍTULO 11..... 86

DESENVOLVIMENTO E ACEITABILIDADE DE ALMÔNDEGA DE CARANHA (*Piaractus mesopotamicus*) ADICIONADA DE FARINHA DE BERINJELA

Pedro Ysmael Cornejo Mujica

Eduardo Sousa dos Anjos

Raimundo Ferreira Costa

DOI 10.22533/at.ed.25021050111

CAPÍTULO 12..... 92

DESENVOLVIMENTO E ACEITABILIDADE DE HAMBURGUER DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) ADICIONADO DE FARINHA DE GERGELIM

Pedro Ysmael Cornejo Mujica

Eduardo Sousa dos Anjos

Raimundo Ferreira Costa

Poliana Azevedo Vaz

DOI 10.22533/at.ed.25021050112

CAPÍTULO 13..... 99

EFEITOS DO USO DE CONDIMENTOS E ESPECIARIAS NA ELABORAÇÃO DE EMULSÕES CÁRNEAS

Daniela Patrícia de Mendonça Andrade

Adriano Santos Honorato de Souza

Ana Beatriz Ferreira Silva

Pedro Lucas Negromonte Guerra

Márcia Monteiro dos Santos

Neila Mello dos Santos Cortez

Graciliane Nobre da Cruz Ximenes

Carla Fabiana da Silva

Wiliana Vanderley de Lima

Ronaldo Paulo Monteiro

Marina Maria Barbosa de Oliveira

Jenyffer Medeiros Campos Guerra

DOI 10.22533/at.ed.25021050113

CAPÍTULO 14..... 111

ESTRESSE PRÉ-ABATE E QUALIDADE DA ÁGUA DE MANEJO EM PESCADOS

Thaise Pascoato de Oliveira Almeida

Adriana Aparecida Droval

Flávia Aparecida Reitz Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.25021050114

CAPÍTULO 15..... 120

IMPACTO DOS FATORES PRÉ-ABATE NO DRIPPING TEST DE CARÇAÇAS DE FRANGO: USO DE REDES NEURAIAS

Thiago Flores Silva

Alexandre da Trindade Alfaro
Cleusa Inês Weber
Claiton Brusamarello

DOI 10.22533/at.ed.25021050115

CAPÍTULO 16..... 130

NANOEMULSÃO E SEU POTENCIAL DE USO EM ALIMENTOS: UMA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA E CIENTÍFICA

Flávia Barbosa Schappo
Ana Paula Zapelini de Melo
Camila Duarte Ferreira Ribeiro
Pedro Luiz Manique Barreto
Itaciara Larroza Nunes

DOI 10.22533/at.ed.25021050116

CAPÍTULO 17..... 149

OS EFEITOS DO USO DE PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS NA HIPERTENSÃO: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Alicia Mirelly de Oliveira Silva
Erlaine dos Santos Silva
Monique Maria Lucena Suruagy do Amaral

DOI 10.22533/at.ed.25021050117

CAPÍTULO 18..... 158

PADRÃO DE QUALIDADE E ARMAZENAMENTO DE PESCADO CONGELADO DENTRO DE UM ENTREPOSTO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL

Dayvison Mendes Moreira
Marcelo Giordani Minozzo
Betsy Gois Santos
Mariana Rodrigues Lugon Dutra
Carolina de Souza Moreira
Paula Zambe Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.25021050118

CAPÍTULO 19..... 170

QUANTIFICAÇÃO, ISOLAMENTO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENZIMÁTICO DE FUNGOS FILAMENTOSOS PRESENTES EM EMBUTIDO CÁRNEO SOCOL

Jeferson Alves Bozzi
Bárbara Côgo Venturim
Elder Tonete Lasaro da Costa
Vanessa Cristina de Castro
Fernanda Chaves da Silva
Maíra Maciel Mattos de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.25021050119

CAPÍTULO 20..... 180

QUANTIFICAÇÃO, ISOLAMENTO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENZIMÁTICO DE FUNGOS FILAMENTOSOS PRESENTES EM SUPERFÍCIES DE AGROINDÚSTRIAS

PRODUTORAS DO EMBUTIDO CÁRNEO SOCOL

Bárbara Côgo Venturim
Jeferson Alves Bozzi
Elder Tonete Lasaro da Costa
Vanessa Cristina de Castro
Fernanda Chaves da Silva
Maíra Maciel Mattos de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.25021050120

CAPÍTULO 21..... 188

QUANTIFICAÇÃO, ISOLAMENTO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENZIMÁTICO DE FUNGOS FILAMENTOSOS PRESENTES NO AR DE AGROINDÚSTRIAS PRODUTORAS DO EMBUTIDO CÁRNEO SOCOL

Elder Tonete Lasaro da Costa
Bárbara Côgo Venturim
Jeferson Alves Bozzi
Vanessa Cristina de Castro
Fernanda Chaves da Silva
Maíra Maciel Mattos de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.25021050121

CAPÍTULO 22..... 196

REVISÃO: FERMENTAÇÃO LÁTICA: CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO, MICRO-ORGANISMOS E PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO

Fabiana Bortolini Foralosso
Maria Eduarda Peretti
Érika Borsoi
Alessandra Binotto
Álvaro Vargas Júnior
Nei Fronza
Sheila Mello da Silveira

DOI 10.22533/at.ed.25021050122

CAPÍTULO 23..... 210

USO DE BETERRABA (*Beta vulgaris L.*) EM PÓ ELABORAÇÃO DE SALSICHA

Ana Beatriz Ferreira Silva
Daniela Patrícia de Mendonça Andrade
Adriano Santos Honorato de Souza
Pedro Lucas Negromonte Guerra
Márcia Monteiro dos Santos
Neila Mello dos Santos Cortez
Graciliane Nobre da Cruz Ximenes
Carla Fabiana da Silva
Wiliana Vanderley de Lima
Ronaldo Paulo Monteiro
Marina Maria Barbosa de Oliveira
Jenyffer Medeiros Campos Guerra

DOI 10.22533/at.ed.25021050123

CAPÍTULO 24.....	220
VERIFICAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF) EM UMA INDÚSTRIA DE “ESPETINHOS” DE PALMAS – TO	
Pedro Ysmael Cornejo Mujica	
Eduardo Sousa dos Anjos	
Raimundo Ferreira Costa	
DOI 10.22533/at.ed.25021050124	
CAPÍTULO 25.....	227
VISIBILIDADE E IMPACTO DO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL DA ENGENHARIA DE ALIMENTOS NA GRADUAÇÃO	
Larissa Chivanski Lopes	
Tamires Hübner	
Larissa Gonçalves Garcia da Silva	
Marta Maria Marquezan Augusto	
DOI 10.22533/at.ed.25021050125	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	234
ÍNDICE REMISSIVO.....	235

NANOEMULSÃO E SEU POTENCIAL DE USO EM ALIMENTOS: UMA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA E CIENTÍFICA

Data de aceite: 01/02/2021

Itaciara Larroza Nunes

Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Florianópolis, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7732724897607012>

Flávia Barbosa Schappo

Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Florianópolis, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8923392403976685>

Ana Paula Zapelini de Melo

Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Florianópolis, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2163980987066546>

Camila Duarte Ferreira Ribeiro

Programa de Pós-graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde, Escola de Nutrição Universidade Federal da Bahia – UFBA
Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia Universidade Federal da Bahia – UFBA
Bahia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6608165728129698>

Pedro Luiz Manique Barreto

Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Florianópolis, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2563530341192143>

RESUMO: O uso de nanoemulsões vem sendo cada mais explorado no campo da nanotecnologia, com grande potencial de aplicação em alimentos. Dessa forma, este estudo prospectivo teve como objetivo realizar um mapeamento acerca dos estudos científicos e patentes relacionadas às nanoemulsões, a fim de avaliar seu potencial de uso em matrizes alimentícias. A metodologia utilizada consistiu na pesquisa avançada na base de dados científica *Scopus*, e na busca de patentes realizada nas bases de dados do *European Patent Office* (Espacenet®) e do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil, durante os meses de outubro a novembro de 2020. Foram encontrados 7411 trabalhos científicos na base de dados *Scopus*, e a Índia (1370), Estados Unidos (1257) e China (1156) são os três países com maior número de publicações sobre o tema, seguidos pelo Brasil (652). Foram recuperados, 56 e 66 documentos de patentes nas bases de dados Espacenet® e INPI, respectivamente. A análise dos resultados mostrou que tanto a pesquisa quanto a proteção da propriedade intelectual sobre o tema estão crescendo de maneira expressiva, principalmente na última década, mas que, ainda assim, há uma grande diferença entre a produção científica e as

patentes, sendo essa última ainda 13,5 vezes menor. A China encontra-se bem à frente dos demais países em relação ao depósito de documentos de patentes, com 56,8% dos documentos encontrados na base dados Espacenet®. Os dados indicaram grande potencial de uso de nanoemulsões em matrizes alimentícias. Dentre as patentes da área de alimentos, o melhor aproveitamento de compostos bioativos é uma das principais finalidades. Apesar do nítido crescimento da nanotecnologia aplicada a alimentos, novos investimentos, desenvolvimento de políticas e programas de incentivo para impulsionar essa tecnologia são necessários nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Para perspectivas futuras, espera-se que esse campo possa ser potencialmente explorado no âmbito de desenvolvimento de novos produtos alimentícios, de forma segura, economicamente viável, sustentável e com potencial nutricional importante.

PALAVRAS-CHAVE: Propriedade intelectual. Nanotecnologia. Emulsão.

NANOEMULSION AND ITS POTENTIAL FOR USE IN FOOD: A TECHNOLOGICAL AND SCIENTIFIC PROSPECTION

ABSTRACT: The use of nanoemulsions has been increasingly explored in the field of nanotechnology, with great potential for food application. This prospective study aimed to carry out a mapping about scientific studies and patents related to nanoemulsions, in order to assess their potential for use in food matrices. The methodology used consisted of advanced research in the scientific database Scopus, and the search for patents was carried out in the databases of the European Patent Office (Espacenet®) and the National Institute of Industrial Property (INPI) of Brazil, during the months from October to November 2020. 7411 scientific papers were found in the Scopus database, and India (1370), United States (1257) and China (1156) are the three countries with the largest number of publications, followed by Brazil (652). 56 and 66 patent documents were retrieved from the Espacenet® and INPI databases, respectively. The analysis of the results showed that both science and the protection of intellectual property on the subject are growing significantly, especially in the last decade, but, even so, there is a big difference between scientific production and patents, the latter being still 13.5 times smaller. China is quite beyond other countries about filing patent documents, with 56.8% of the documents found in the Espacenet® database. The data indicated great potential for the use of nanoemulsions in food matrices. Among food patents, one of the main purposes is improving the use of bioactive compounds. Despite the clear growth of nanotechnology applied to food, new investments, development of policies and incentive programs to boost this technology are necessary in developing countries, such as Brazil. For future perspectives, it is hoped that this field can be potentially explored in the context of developing new food products, in a safe, economically viable, sustainable and with important nutritional potential.

KEYWORDS: Intellectual Property. Nanotechnology. Emulsion.

1 | INTRODUÇÃO

Nanotecnologia é a ciência que estuda a criação e exploração de materiais em escala nanométrica. De maneira mais específica, nanotecnologia refere-se a estruturas com dimensões inferiores a 1000 nm (SANGUANSRI; AUGUSTIN, 2006).

A redução de partículas a escalas nanométricas faz com que elas apresentem propriedades funcionais únicas que não são encontradas em escala macro (ASSIS *et al.*, 2012). Na medida em que o tamanho das partículas é reduzido, uma maior área superficial é criada, o que possibilita melhoria na sua solubilidade, aumento da biodisponibilidade e liberação de compostos ativos na concentração e taxa desejados (KATOUZIAN; JAFARI, 2016).

A nanotecnologia é considerada um dos principais objetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação de países industrializados (ZANETTI-RAMOS; CRECZYNSKI-PASA, 2008). Dentre os campos emergentes para aplicação dela, a área de alimentos encontra-se em destaque. O desafio de produzir alimentos inovadores e com potencial nutricional de forma sustentável faz com que o uso desta tecnologia seja cada vez mais útil. Dentre as possíveis aplicações, pode-se destacar a preservação de sabor, aroma, proteção de compostos frente à degradação (SILVA-BUZANELLO, 2013), resistência de embalagens, conservação de produtos, dentre outros (NEETHIRAJAN; JAYAS, 2011).

Diversas metodologias podem ser utilizadas para formação de partículas em escala nanométrica, dentre elas, a emulsificação. Esta metodologia tem sido a mais popularmente utilizada, devido à facilidade de execução e aplicabilidade em matrizes hidrofílicas (PRAKASH *et al.*, 2018). Quando dois líquidos imiscíveis são colocados em contato e um deles encontra-se na fase interna e o outro na fase externa, temos um sistema chamado de emulsão. A redução do tamanho das partículas acontece porque a fase interna tenta frequentemente se misturar e se separar como uma segunda fase (LISBÔA, 2002).

O grande interesse no desenvolvimento de sistemas nanoemulsionados para liberação de compostos ativos vem ganhando considerável atenção de cientistas, instituições e organizações privadas, devido às interessantes propriedades físico-químicas que estas partículas apresentam.

Diante deste contexto, o objetivo do presente estudo foi realizar um mapeamento acerca dos estudos científicos e patentes relacionadas às nanoemulsões, a fim de avaliar seu potencial de uso em matrizes alimentícias.

2 | METODOLOGIA

Para coleta de dados científicos, foi utilizada a base de dados científica *Scopus*. A busca de patentes foi realizada nas bases de dados *European Patent Office (Espacenet®)* e Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil. As informações foram coletadas durante os meses de outubro e novembro de 2020.

A pesquisa buscou dados relacionados à produção de nanoemulsões aplicadas à área de alimentos. Foi utilizada a busca avançada em “título, resumo e palavras-chave”, com associação de códigos IPC (Classificação Internacional de Patentes), a fim de ampliar os resultados obtidos (Tabela 1).

A estratégia de pesquisa teve como objetivo garantir a recuperação do maior número de artigos científicos e patentes sobre o tema. Desta forma, o código “A23 - Alimentos ou derivados e seu tratamento” foi escolhido devido à relação com a área de alimentos. As palavras-chave e os respectivos códigos associados estão apresentados na Tabela 1.

Palavras-chave	Base de dados
Nanoemulsão/ <i>Nanoemulsion</i>	INPI, <i>Espacenet</i> [®] e <i>Scopus</i>
<i>Nanoemulsion and oil</i>	<i>Espacenet</i> [®]
<i>Nanoemulsion and “essential oil”</i>	<i>Espacenet</i> [®]
<i>Nanoemulsion and A23</i> e <i>Nanoemulsão e A23</i>	<i>Espacenet</i> [®] e INPI
<i>Nanoemulsion and oil and A23</i>	<i>Espacenet</i> [®]
<i>Nanopartícula/nanoparticle</i>	INPI e <i>Espacenet</i> [®]

Tabela 1 - Palavras-chave e códigos de Classificação Internacional de Patentes (IPC) utilizados para a busca de patentes nas bases de dados *Espacenet*[®], INPI e *Scopus*.

Na base de dados *Scopus*, os dados selecionados foram obtidos utilizando a palavra-chave *Nanoemulsion*. Posteriormente, a fim de avaliar documentos específicos da área de alimentos, foram selecionadas apenas revistas da área de alimentos (*Food Chemistry*, *Journal of Food Engineering*, *International Journal of Food Microbiology*, *Journal of Food processing and preservation*, *Food Research International*, *International Journal of Food Science & Technology* e *Journal of Food Measurement and Characterization*). Em seguida, foram selecionados os anos 2020 e 2021 a fim de uma análise dos estudos mais recentes. Neles, foram verificadas as principais matérias-primas utilizadas e objetivo dos estudos por meio da leitura dos artigos.

Na base dados INPI, a utilização da palavra-chave sem o código IPC gerou maior número de documentos de patentes e, assim, eles foram avaliados individualmente.

Na base de dados *Espacenet*[®], a utilização do código IPC trouxe documentos cujos descritores se aproximavam com o tema a ser estudado e assim, eles foram avaliados individualmente para tratamento de dados.

Os dados foram exportados pelo programa CSV ed. 2.2.3, e os programas *Microsoft Excel* e *GraphPad Prism 7.00* foram utilizados para tratamento de dados e elaboração dos gráficos, respectivamente. O site “<http://www.visme.com>” foi utilizado para a construção dos mapas mundi. Os gráficos discorreram sobre a distribuições dos artigos e documentos de patentes por país, ano e área de conhecimento.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados da busca nas bases científica e de patentes

O quadro 1 apresenta os resultados da busca utilizando palavras-chave e os códigos associados. Os dados selecionados estão apresentados em destaque e serão discutidos nos tópicos posteriores.

Palavras-chave referentes ao INPI e Espacenet®	Palavras-chave	INPI	Espacenet	Scopus
	Nanoemulsão/ <i>nanoemulsion</i>	66	550	-
	<i>Nanoemulsion and oil</i>	-	72	-
	<i>Nanoemulsion and "essential oil"</i>	-	8	-
	Nanoemulsão e A23/ <i>Nanoemulsion and A23</i>	2	56	-
	<i>Nanoemulsion and oil and A23</i>	0	8	-
Palavras-chave referentes ao Scopus	<i>Nanoemulsion</i>	-	-	7411

Quadro 1 – Número de publicações científicas no *Scopus* e busca de patentes por palavras-chave e códigos de Classificação Internacional de Patentes (IPC) nas bases de dados europeia (*Espacenet*®) e brasileira (INPI).

Fonte: autoria própria.

3.2 Prospecção científica

A busca na base de dados científica apontou 7411 resultados sobre nanoemulsões. A evolução anual de artigos científicos relacionados com o tema (Figura 1A) demonstra grande crescimento. O padrão da curva mostra que estudos científicos sobre este tema cresceram rapidamente ao longo dos anos, principalmente a partir dos anos de 2009 e 2010.

Dos estudos publicados, o primeiro foi no ano de 1995, na revista *Proceedings of the Controlled Release Society*, por pesquisadores espanhóis. O artigo aborda a utilização de nanoemulsões de poli- ϵ -caprolactona para aumentar a captação ocular de fármacos.

O primeiro estudo científico conduzido por brasileiros foi publicado no ano 2000, na revista *International Journal of Pharmaceutics*. O estudo teve como objetivo formular nanoemulsões e nanocápsulas de penicilina G benzatina, avaliar suas características físico-químicas e estabilizadoras, e determinar sua atividade antimicrobiana e cinética de

liberação *in vitro*. Os resultados indicaram formulações estáveis que fornecem uma forma de dosagem potencial para encapsular drogas mais facilmente solúveis.

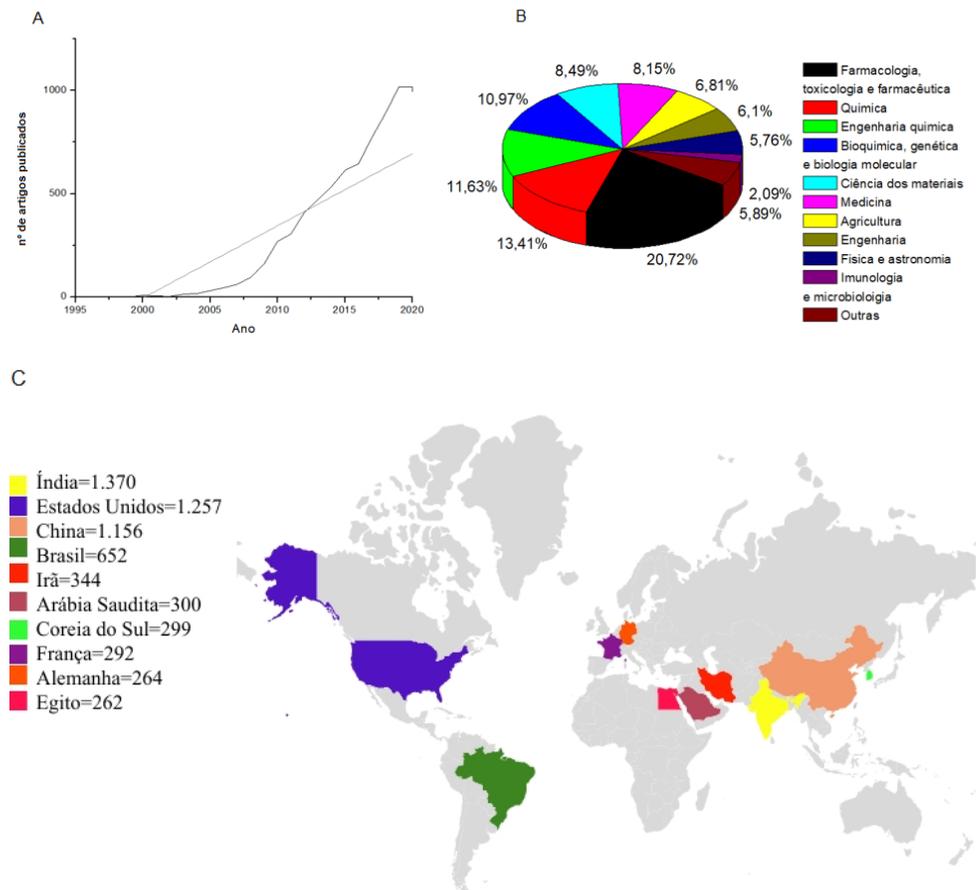


Figura 1 – Principais resultados referentes aos artigos científicos que utilizaram nanoemulsões de acordo com a evolução anual de artigos científicos sobre nanoemulsão (A), percentual de artigos científicos sobre nanoemulsão por área de conhecimento (B) e distribuição de artigos científicos sobre nanoemulsão por país ou território (C).

Fonte: autoria própria. Dados: *Scopus* (2020).

A última pesquisa publicada até o momento (março de 2021), divulgada no periódico *Food Chemistry*, retrata o processo de preparação de uma nanoemulsão de extrato de semente de anis (erva-doce). O emulsificante utilizado foi o *Tween 80*, e as nanoemulsões foram preparadas pelo método de ultrassom. A nanoemulsão de anis foi comparada com o extrato, a fim de comparar a efetividade contra bactérias patogênicas, e os resultados indicaram que a nanoemulsão apresentou atividade antimicrobiana significativamente

maior (GHAZY *et al.*, 2020).

Dentre os estudos relacionados a alimentos, é possível destacar o artigo publicado no periódico *Food Chemistry*, em 2019, sobre as propriedades físicas, atividade antifúngica e inibitória de micotoxinas de cinco nanoemulsões de óleos essenciais. Os resultados demonstraram que os principais componentes químicos do óleo essencial tiveram um impacto considerável na estabilidade física a longo tempo, bem como na atividade antifúngica e inibição da produção de micotoxinas. De maneira geral, a atividade inibitória dos óleos essenciais sob as micotoxinas foi aumentada consideravelmente na forma de nanoemulsões, o que foi atribuído à melhor solubilidade dos óleos essenciais (WAN *et al.*, 2019).

A maior parte dos estudos sobre nanoemulsão enquadram-se nas áreas farmacológica, toxicológica e farmacêutica (21,1%) seguido pela química (13,3%) (Figura 1B). Isso se deve ao fato de que os estudos científicos sobre nanoemulsões farmacológicas e farmacêuticas, foram os primeiros a serem publicados sobre o tema. A ausência de uma classificação exclusiva para alimentos pode ser atribuída à abrangência desta classe, pois o campo da nanotecnologia é amplo e envolve quase todas as áreas.

O crescente número de artigos publicados, contendo a palavra “nanoemulsão” indica que há um grande investimento em pesquisas nessa área. Os artigos científicos experimentais são a principal forma de publicação atualmente (78,38%), seguida por artigos de revisão (14,07%).

A evolução de artigos científicos por país ou território (Figura 1C), apresenta a Índia (1370), Estados Unidos (1257) e China (1156) como os países que detêm o maior número de publicações científicas (Figura 1C). O Brasil vem logo em seguida, com 652 documentos.

Utilizando a busca avançada e avaliando apenas artigos mais recentes, datados de 2020 e 2021, e publicados apenas em revistas da área de alimentos (Quadro 2), nota-se que as nanoemulsões vêm sendo pesquisadas, principalmente, para a potencialização de compostos antioxidantes, antibacterianos, antifúngicos, melhoramento da biodisponibilidade e conservação, além do desenvolvimento de alimentos funcionais e fortificados. Dentre estes artigos, o Irã possui o maior número de trabalhos (4), seguido pela China, Estados Unidos e Índia (3) e Brasil e Espanha (2).

Em relação ao financiamento dos projetos de pesquisa, a organização chinesa *National Natural Science Foundation of China* (NSFC), é considerada uma das maiores patrocinadoras de estudos científicos do mundo.

Referência	Matéria-prima	Função	País
Ghazy <i>et al</i> (2021)	Extrato de semente de anis	Antibacteriana	Egito
Li <i>et al</i> (2021)	Óleo de tomilho	Antibacteriana	China e Estados Unidos
Caballero e Daridov-Pardo (2021)	Luteína	Corante	Estados Unidos
Gholamian, Nourani e Bakhshi (2021)	Óleo essencial de sementes de cominho	Conservante, aromatizante, ação antifúngica e antibacteriana	Irã
Flores-Andrade <i>et al</i> (2021)	Carotenoides	Pigmento e ação antioxidante	México
Chang <i>et al</i> (2021)	Óleo de polpa de espinheiro marítimo	Antioxidante	China
Bento <i>et al</i> (2020)	Óleo essencial de laranja	Preservação de sucos de frutas	Brasil e Espanha
Nishad <i>et al</i> (2021)	Casca de toranja	Melhorar estabilidade oxidativa de óleo de mostarda	Índia
Lahidjani, Ahari e Sharifan (2020)	Curcumina	Conservação da truta <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Irã
Gahruie <i>et al</i> (2020)	Vitamina D3 e compostos bioativos de pétalas de açafraão	Melhorar biodisponibilidade	Irã
Sandoval-Cuellar <i>et al</i> (2020)	Óleo de palma alto oleico	Alimentos funcionais	Colômbia e México
Zhang <i>et al</i> (2020)	Ácido docosahexaenóico comestível (DHA) e ácido eicosapentaenóico (EPA)	Alimentos funcionais	China
Gani e Benjakul (2020)	Óleo de coco virgem β -glucano	Estabilidade de armazenamento do gel de surimi	Tailândia
Javanshir <i>et al</i> (2020)	Óleo essencial de <i>Ricinus communis</i> L.	Antioxidante e anticâncer	Irã
Jian, Liao e Charcosset (2020)	Curcumina	Antioxidante, antiinflamatória e anticâncer.	França
Wan <i>et al</i> (2020)	Óleo de cravo	Antifúngica	Estados Unidos
Barman, Chowdhry e Baruah (2020)	β -Caroteno	Corante	Índia
Chaudhari <i>et al</i> (2020)	α -Terpineol	Antifúngica	Índia
Abreu-Martins <i>et al</i> (2020)	β -Caroteno	Entrega de compostos bioativos	Espanha e Brasil

Quadro 2 – Artigos publicados sobre nanoemulsão em revistas da área de alimentos.

Fonte: autoria própria.

Em 30 anos mais de 390 mil projetos foram financiados (NSFC, 2019). No Brasil, os dois órgãos de maior destaque são: O conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ambos fundados em 1951 com o objetivo de fomentar o desenvolvimento de

estudos e projetos científicos no país (CNPQ, 2019; CAPES, 2019), demonstrando o incentivo à inovação e à pesquisa científica de instituições brasileiras sobre o tema.

3.3 Prospecção tecnológica em bases de dados de patentes

3.3.1 *Espacenet®*

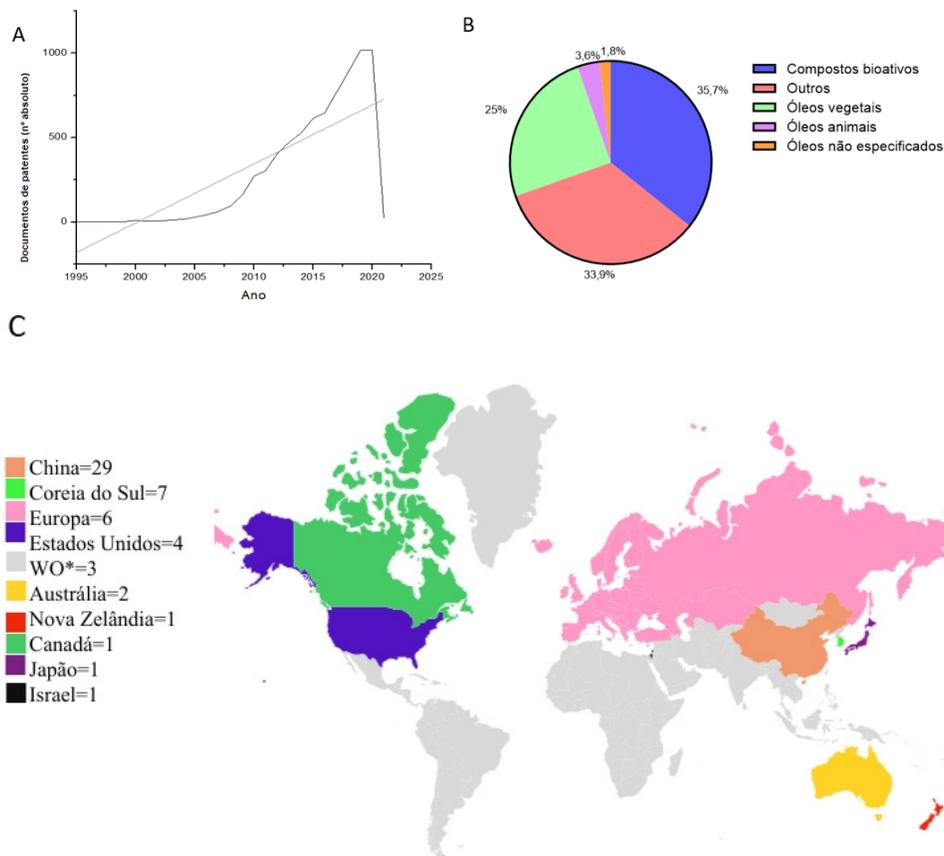
O primeiro depósito de patente encontrado sobre nanoemulsões na base de dados *Espacenet®* foi em 2007 (resumo não disponível), quando os estudos científicos já estavam em crescimento (Figura 2A). A primeira patente que disponibiliza o resumo, também tem data de 2007 e trata da composição de nanoemulsões e métodos de usos das mesmas, e afirma que a composição pode conter ingredientes individuais ou uma mistura sinérgica que pode ter açúcares redutores, polióis de açúcar, triglicerídeos de cadeia média, polissacarídeos, polifenóis, fosfolipídeos, quitosana, caseínas, dentre outros (MORA-GUTIERREZ e GURIN).

A última patente encontrada foi de outubro de 2020, e trata de formulações e métodos concentrados de nanoemulsões. Refere-se, especialmente, a nanoemulsões que contêm ingredientes ativos não polares, e destinam-se a uso em alimentos, bebidas, suplementos ou preparações farmacêuticas. O documento ainda especifica que a invenção envolve baixas quantidades de surfactantes naturais e derivados, solventes não polares amigáveis ao consumidor, e com diâmetro de partícula médio inferior a 100 nm. A vantagem seria uma maior biodisponibilidade dos ingredientes ativos, além de transparência óptica (MICHAEL, 2020).

Ao longo dos anos, os depósitos de patentes não apresentam um crescimento linear, mas é possível perceber que a partir de 2008, houve um aumento que se manteve ao longo dos próximos anos (com uma queda atípica no ano de 2012) (Figura 2A). Este fato se deve, provavelmente, ao aumento de estudos e investimento nessas tecnologias, que é refletido nas patentes depositadas. Tendo em vista que é uma tecnologia relativamente nova e que o investimento nela tem aumentado (DUNCAN, 2011), é esperado que este número cresça ainda mais nos próximos anos.

Em relação aos países (Figura 2C), a China tem o número mais expressivo, com 29 patentes, seguida pela República da Coreia (7), Europa (6), Estados Unidos (4). Não foram encontradas patentes brasileiras na base de dados *Espacenet®*.

Segundo dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) de 2016, a China, junto com os Estados Unidos, possuem os maiores potenciais de inovação tecnológica do mundo. De acordo com esta pesquisa, a China tem avançado de forma rápida, deixando de ser dependente em manufatura e se tornando uma potência em inovação. Dessa forma, é justificado que a China, que busca inovação tecnológica e está à frente dos demais no que se refere a novas tecnologias, seja o país com um número expressivamente maior de patentes sobre o tema.



(B) IL: Israel; JP: Japão; CA: Canadá; NZ: Nova Zelândia; AU: Austrália; WO: Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO); US: Estados Unidos; EP: Organização Europeia de Patentes (EPO); KR: República da Coreia; CN: China.

(C) Outros: substâncias como mel, geleia real, documentos que citam diversos tipos de óleos e gorduras ou outras substâncias químicas, como ésteres e aromatizantes.

Figura 2 – Principais resultados referentes aos documentos de patentes do *Espacenet*[®] que utilizaram nanoemulsões de acordo com a evolução anual de patentes sobre nanoemulsão (A), tipos de matérias-primas presentes nas nanoemulsões (B) e distribuição de patentes sobre nanoemulsão por país ou território (C).

Fonte: autoria própria. Dados: *Espacenet*[®] (2020).

O código A61K (preparações para fins médicos, odontológicos e para usos domésticos) foi o identificado no maior número de documentos sobre o tema (56 documentos) (Tabela 2). Este código está geralmente relacionado às matérias-primas utilizadas, que normalmente apresentam ação benéfica à saúde.

Um exemplo disso é a patente que trata de nanoemulsões de antioxidantes naturais

encapsulados com intuito de preservar produtos alimentícios frescos ou minimamente processados, depositada pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI (WIPO), solicitada em 2017 e publicada em 2018. Ela utiliza este código referindo-se a *Anacardiaceae*, uma família botânica que apresenta várias espécies frutíferas com potencial antioxidante (CHAVES *et al.*, 2010).

Outro exemplo é a patente que trata de uma nanoemulsão comestível de óleo de chia, depositada pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO) em 2017 e publicada em 2018. Seus inventores são do Conselho Nacional de Investigações Científicas e Técnicas, e da Universidade de Buenos Aires. A nanoemulsão é apresentada como tendo alta estabilidade física e oxidativa, além de alta bioacessibilidade de ácidos graxos ômega-3, e são apresentados 3 métodos de preparação: homogeneização a alta pressão, ultrassom e moinho coloidal (ARZENI *et al.*, 2017)

O segundo código mais citado foi o A23L (39 patentes), que trata do preparo, tratamento, cozimento ou modificações nutritivas de alimentos. Das patentes encontradas, 19 apresentaram ambos os códigos (A23L e A61K).

Em relação aos depositantes, é possível observar o destaque das empresas privadas (58,2%) frente às agências governamentais e institutos de pesquisa (41,8%). Isso revela o interesse dos empreendedores em proteger as tecnologias desenvolvidas, além do investimento por parte de empresas neste segmento. Entretanto, nota-se que universidades e institutos de pesquisa também têm tido a preocupação de realizar a proteção das tecnologias desenvolvidas.

Muito embora a palavra-chave utilizada para recuperação de documentos refira-se a nanoemulsões, 5 patentes, dentre as 56, incluíram a utilização de material de parede, o que significa que houve a formação de nanocápsula.

Na nanoemulsificação as nanopartículas aparecem líquidas, as quais, quando não possuem material de parede são chamadas de “nanoemulsões” e quando possuem material de parede são chamadas de “nanocápsulas”. É importante ressaltar que o termo nanopartícula é mais genérico e, portanto, é aplicável tanto para nanoemulsão (sem material de parede) quanto para nanocápsula (com material de parede) (FERREIRA e NUNES, 2019).

Estas tecnologias são frequentemente confundidas, especialmente porque a nanoemulsão pode ser o ponto de partida de um processo de encapsulamento. O mesmo também ocorreu em alguns dos trabalhos científicos (FLORES-ANDRADE *et al* 2021; LI *et al.*, 2021; BENTO *et al.*, 2020).

Código IPC	Nº de documentos	Significado do código
A61K	56	Preparações para fins médicos, odontológicos e para usos domésticos
A23L	39	Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas, sua preparação e preservação de alimentos;
A61P	19	Atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais;
A23K	10	Forragem;
A23D	7	Óleos e gorduras comestíveis;
A23C	4	Produtos lácteos e substitutos do leite;
B01F	4	Mistura, emulsão e dispersão;
A23P	3	Elaboração de alimentos inespecífica (não coberta por outra classificação);
A61Q	3	Uso específico de cosméticos ou preparações semelhantes;
A23B	3	Alimentos em conserva, produtos conservados, amadurados ou enlatados;
C09K	3	Materiais para aplicações diversas (não englobado por outra classificação);
A23J	3	Composição proteica para alimentos;
C02F	2	Tratamento de água;
B82B	1	Nanoestruturas formadas pela manipulação de átomos individuais, moléculas ou coleções limitadas de átomos ou moléculas;
C07F	1	Compostos acíclicos, carbocíclicos ou heterocíclicos, não contendo elementos que não são carbonos, hidrogênio, halogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre, selênio ou telúrio;
C12G	1	Vinho, bebidas alcoólicas e preparações;
A01G	1	Horticultura, cultivos vegetais, flores, arroz, frutas, vinhos, lúpulo, alga;
A01K	1	Criação animal, cuidados com pássaros, peixes, insetos;

Tabela 2 – Distribuição de códigos de patentes sobre nanoemulsão.

Fonte: autoria própria. Dados: *Espacenet*® (2020).

Quanto às matérias-primas utilizadas nas tecnologias, percebe-se que existe um investimento na elaboração de nanoemulsões que tenham em sua composição compostos bioativos (Figura 2B). Dentre os bioativos encontrados, destacam-se os ácidos graxos [como ômega-3, eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA), ácido linoleico conjugado], vitamina E, quercetina, antocianinas, astaxantina e antioxidantes naturais não especificados. Além disso, foram encontrados alimentos ou substâncias como mel, própolis e geleia real, que contêm compostos bioativos.

O óleo de peixe destaca-se como o mais utilizado no preparo das nanoemulsões

nos documentos de patente avaliados. Os demais óleos foram: óleo de chia, óleo essencial de *Litsea cubeb* (2 documentos), óleo de alga DHA, óleo de mostarda (com 2 patentes), óleo de cannabis (3 documentos), óleo de semente de oleífera, óleo de semente de pinho coreano, óleo de linhaça e óleo de *blumea*. Nestes casos, as nanoemulsões não envolveram diretamente compostos bioativos, porém, diversos óleos contêm compostos bioativos em sua composição, como ácidos graxos essenciais, vitaminas e compostos antioxidantes, o que demonstra que há investimento em nanoemulsões com o propósito de aumentar o potencial de uso de compostos bioativos tanto isolados quanto em matrizes oleosas.

3.3.2 Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI)

A primeira patente depositada no INPI sobre o tema nanoemulsão foi em 1999 pela empresa francesa L'Oréal, e trata-se de uma nanoemulsão para fins cosméticos e dermatológicos, para aplicação na hidratação da pele, tratamento para cabelos e tratamento oftalmológico (colírio para olhos) (SIMONNET; SONNEVILLE; LEGRET, 2001). Já a última, tem data de 2020 e trata de uma nanoemulsão óleo em água cujo resumo não se encontra disponível (NAKATA, 2020).

É evidente que o depósito de patentes sobre esse tema está aumentando ao longo dos anos (Figura 3A), especialmente a partir de 2010, ano em que o crescimento se tornou um pouco mais regular. Isto indica que os investimentos sobre esta tecnologia estão aumentando, possivelmente devido aos bons resultados obtidos pelos estudos.

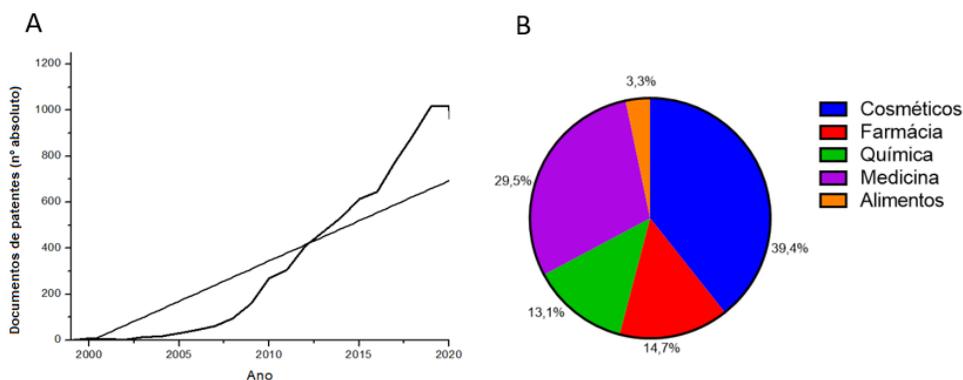


Figura 3 - Principais resultados referentes aos documentos de patentes do INPI que utilizaram nanoemulsões de acordo com a evolução anual de patentes sobre nanoemulsão (A) e distribuição de patentes sobre nanoemulsão por área de conhecimento (B).

Fonte: autoria própria. Dados: INPI (2020).

Os documentos de patente recuperados na base do INPI estão distribuídos em cinco

áreas (distintas ou em combinação numa mesma patente): Medicina, Farmácia, Cosméticos, Química ou Alimentos. A área de cosméticos é a que apresenta maior expressividade, com 39,4% das patentes depositadas, seguida pela medicina. A área de alimentos comporta 3,3% das patentes encontradas, com apenas duas patentes relacionadas ao tema. A distribuição das patentes encontradas por área está apresentada na Figura 3B.

Dentre os documentos encontrados, aproximadamente 63% pertencem a empresas privadas. Destas, apenas seis são depositadas por empresas brasileiras, sendo principalmente Botica Comercial Farmacêutica Ltda. e Natura Cosméticos S.A., com 3 e 2 documentos, respectivamente. A principal empresa estrangeira que depositou patentes no Brasil foi a empresa francesa L'Oreal, com nove patentes. Este fato se deve, provavelmente, ao grande número de consumidores desta marca aqui no Brasil, o que faz com que a empresa precise proteger suas tecnologias no país para manter seu domínio de mercado frente às demais.

No Brasil, nota-se que, ao contrário do cenário mundial, a maior parte das patentes depositadas vem de universidades públicas, e não de empresas. Foram encontradas dezesseis patentes depositadas por universidades brasileiras, o que mostra que a ciência brasileira busca manter-se atualizada frente ao desenvolvimento de tecnologias que vem ganhando destaque no cenário mundial.

As duas patentes encontradas da área de alimentos foram depositadas pela *International Flavors & Fragrances Inc.*, empresa americana que desenvolve aromas e sabores para fragrâncias finas de beleza, detergentes e utensílios domésticos, bem como alimentos e bebidas. Ambas as patentes são a respeito de uma nanoemulsão e seu uso em bebidas líquidas e concentrado de bebidas líquidas, com uma pequena diferença no método: uma foi elaborada com dupla camada de lecitina de soja, enquanto a outra com apenas uma camada (LEE; WANG; YANG; VACCARI, 2018a; LEE; YAN; WANG; GABBARD, 2018b).

Por meio dos dados apresentados, é notório que o Brasil se apresenta em um panorama bem diferente do global, com maioria dos estudos patenteados por universidades quando comparadas a empresas privadas, ou seja, enquanto as universidades brasileiras parecem estar atualizadas frente às tecnologias em desenvolvimento ao redor do mundo, as empresas brasileiras podem estar perdendo mercado, tendo em vista que empresas estrangeiras já estão protegendo suas tecnologias aqui no Brasil. Isto também sugere que a união entre universidades e empresas pode ser interessante, a troca de investimento/conhecimento pode favorecer as tecnologias, que conseqüentemente podem gerar desenvolvimento no país.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados mostraram o grande potencial de uso da técnica de

nanoemulsão em diversas áreas, inclusive na área de alimentos, e demonstrou que o Brasil necessita de mais investimentos na área de nanotecnologia a fim de acompanhar o desenvolvimento mundial.

A presente prospecção tecnológica demonstrou ainda que a tecnologia de nanoemulsões é estudada de maneira significativa em escala global, porém está principalmente relacionada à área farmacêutica, medicinal e de cosméticos, mostrando uma lacuna, especialmente no Brasil, no que se refere à área de alimentos.

Foi expressiva a diferença entre os estudos científicos sobre o tema e a proteção das invenções, o que indica que há mais incentivo às pesquisas científicas do que à proteção da propriedade intelectual.

Para perspectivas futuras, espera-se que esse campo possa ser potencialmente explorado no âmbito de desenvolvimento de novos produtos alimentícios, de forma inovadora, viável economicamente, sustentável e com potencial nutricional importante. Ademais, esse trabalho pode também servir de ponto de partida para empresas e pesquisadores que visam desenvolver ou aperfeiçoar essa tecnologia em distintas áreas, com destaque para a área de alimentos.

REFERÊNCIAS

ABREU-MARTINS, H. H. de; ARTIGA-ARTIGAS, M; PICCOLI, R. H; MARTÍN-BELLOSO, O; SALVIA-TRUJILLO, L. The lipid type affects the in vitro digestibility and β -carotene bioaccessibility of liquid or solid lipid nanoparticles. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 311, p. 126-024, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126024>.

ARZENI, C.; BELESSI, F.A.; MARTINEZ, M.J.; PILOSO, R.; PIZONES, M.; VON-STASZEWSKI, M. **Chia oil edible nanoemulsion**, WO n. WO2018029626A1. Depósito: 11 ago. 2016. Concessão: 25 out. 2017.

ASSIS, L. M.; ZAVAREZE, E. R. Revisão: características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 99-109, 2012.

BARMAN, K; CHOWDHURY, D; BARUAH, P. K. Development of β -carotene loaded nanoemulsion using the industrial waste of orange (Citrus reticulata) peel to improve in vitro bioaccessibility of carotenoids and use as natural food colorant. **Journal of Food Processing And Preservation**, [S.L.], v. 44, n. 5, p. 1-10, 26 fev. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.14429>.

BENTO, R; PAGÁN, E; BERDEJO, D; CARVALHO, R. J. de; GARCÍA-EMBED, S; MAGGI, F; MAGNANI, M; SOUZA, E. L de; GARCÍA-GONZALO, D; PAGÁN, R. Chitosan nanoemulsions of cold-pressed orange essential oil to preserve fruit juices. **International Journal of Food Microbiology**, v. 331, p. 108-786, out. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108786>.

CABALLERO, S; DAVIDOV-PARDO, G. Comparison of legume and dairy proteins for the impact of Maillard conjugation on nanoemulsion formation, stability, and lutein color retention. **Food Chemistry**, v. 338, p. 128-083, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128083>.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **História e missão**. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/pt/historia-e-missao>. Acesso em: 03 de junho de 2019.

CHANG, M; GUO, Y; JIANG, Z; SHI, L; ZHANG, T; WANG, Y; GONG, M; WANG, T; LIN, R; LIU, R. Sea buckthorn pulp oil nanoemulsions fabricated by ultra-high pressure homogenization process: a promising carrier for nutraceutical. **Journal of Food Engineering**, v. 287, p. 110-129, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110129>.

CHAUDHARI, A. K.; SINGH, A; SINGH, V. K; DWIVEDY, A. K; DAS, S; RAMSDAM, M. G; DKHAR, M.; KAYANG, H; DUBEY, N. K. Assessment of chitosan biopolymer encapsulated α -Terpineol against fungal, aflatoxin B1 (AFB1) and free radicals mediated deterioration of stored maize and possible mode of action. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 311, p. 126-010, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126010>.

CHAVES, M. H. *et al.* Fenóis totais, atividade antioxidante e constituintes químicos de extratos de *Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Teresina, n. 20, p.106-112, Jan-Mar, 2010.

CNPq. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Institucional**. Disponível em: http://www.cnpq.br/web/guest/apresentacao_institucional/. Acesso em: 03 de junho de 2019.

DUNCAN, T. V. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 363, n. 1, p. 1-24, 2011.

ESPAENET. Patent Search. **Nanoemulsion and A23** Disponível em: https://worldwide.espacenet.com/searchResults?submitted=true&locale=en_EP&DB=EPODOC&S T=advanced&TI=nanoemulsion&AB=&PN=&AP=&PR=&PD=&PA=&IN=&CPC=&IC=. Acesso em: 13 de junho de 2019.

FCF-USP. Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. **Raul Cavalcante Maranhão**. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/departamentos/perfil.php?membro=7934&departamento=2&departamento=2>. Acesso em: 09 de junho de 2019.

FERREIRA, C.D.; NUNES, L, I. Oil nanoencapsulation: development, application, and incorporation into the food market. **Nanoscale Research Letters**, 2019, 14, 1, 1-13. <http://dx.doi.org/10.1186/s11671-018-2829-2>.

FLORES-ANDRADE, E; ALLENDE-BALTAZAR, Z; SANDOVAL-GONZÁLEZ, P. E.; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, M; BERISTAIN, C. I.; PASCUAL-PINEDA, L. A. Carotenoid nanoemulsions stabilized by natural emulsifiers: whey protein, gum arabic, and soy lecithin. **Journal of Food Engineering**, [S.L.], v. 290, p. 110-208, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110208>.

GAHRUIE, H. H.; NIAKOUSARI, M; PARASTOUEI, K; MOKHTARIAN, M; E, II; KHANEGHAH, A. M. Co-encapsulation of vitamin D 3 and saffron petals' bioactive compounds in nanoemulsions: effects of emulsifier and homogenizer types. **Journal of Food Processing and Preservation**, [S.L.], v. 44, n. 8, p. 1-10, 15 jun. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.14629>.

GANI, A; BENJAKUL, S. Effect of antioxidants in combination of VCO nanoemulsion on gel properties and storage stability of refrigerated sardine surimi gel. **International Journal of Food Science & Technology**, [S.L.], v. 55, n. 6, p. 2451-2461, 17 jan. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ijfs.14496>.

GHAZY, O. A.; FOUAD, M. T.; SALEH, H. H.; KHOLIF, A.; MORSY, T.A. Ultrasound-assisted preparation of anise extract nanoemulsion and its bioactivity against different pathogenic bacteria. **Food Chemistry**, v. 341, p. 1-7, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128259>.

GHOLAMIAN, S; NOURANI, M; BAKHSHI, N. Formation and characterization of calcium alginate hydrogel beads filled with cumin seeds essential oil. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 338, p. 128-143, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128143>.

INPI. INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Nanoemulsão**. Disponível em:<https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>. Acesso em: 23 de maio de 2019.

JAVANSHIR, A; KARIMI, E; MARAGHEH, A. D; TABRIZI, M. H. The antioxidant and anticancer potential of Ricinus communis L. essential oil nanoemulsions. **Journal of Food Measurement and Characterization**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 1356-1365, 10 fev. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11694-020-00385-5>.

JIANG, T; LIAO, W; CHARCOSSET, C. Recent advances in encapsulation of curcumin in nanoemulsions: a review of encapsulation technologies, bioaccessibility and applications. **Food Research International**, [S.L.], v. 132, p. 109-035, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109035>.

KATOUZIAN, I.; JAFARI, S. M. Nano-encapsulation as a promising approach for targeted delivery and controlled release of vitamins. **Trends in Food Science and Technology**, v. 53, n. 7, p. 34–48, 2016.

LAHIDJANI, L. K; AHARI, H; SHARIFAN, A. Influence of curcumin-loaded nanoemulsion fabricated through emulsion phase inversion on the shelf life of *Oncorhynchus mykiss* stored at 4°C. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 8, p. 1-11, 29 maio 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.14592>.

LEE, D. K.; YAN, Y.; WANG, C.; GABBARD, R. **Nanoemulsão flavorizante translúcida metaestável, bebida líquida ou concentrado de bebida líquida, e, processo para preparação de uma nanoemulsão flavorizante translúcida metaestável**. Titular: International Flavors & Fragrances Inc. Procurador: KASZNAR LEONARDOS PROPRIEDADE INTELECTUAL. US n. BR 11 2017 008067 2 A2. Depósito: 20 out. 2015. Concessão: 20 fev. 2018a.

LEE, D. K.; YAN, Ying; WANG, C.; GABBARD, R. **Nanoemulsão flavorizante, bebida líquida ou concentrado de bebida líquida, e, método para preparar uma nanoemulsão**. Titular: International Flavors & Fragrances Inc. Procurador: KASZNAR LEONARDOS PROPRIEDADE INTELECTUAL. US n. BR 11 2017 008067 2 A2. Depósito: 20 out. 2015. Concessão: 20 fev. 2018b.

LI, S; SUN, J; YAN, J; ZHANG, S; SHI, C; MCCLEMENTS, D. J; LIU, X; LIU, F. Development of antibacterial nanoemulsions incorporating thyme oil: layer-by-layer self-assembly of whey protein isolate and chitosan hydrochloride. **Food Chemistry**, v. 339, p. 128-016, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128016>.

LISBÔA, C. P. **Emulsões. Físico-química de solução de polímeros e surfactantes**. Unicamp. Disponível em: <http://chipe.iqm.unicamp.br/~wloh/offline/qp433/seminarios/2002/chrislane.pdf>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

MICHAEL, D. J. **A nanoemulsion concentrate formulations and methods**. Procurador: CANNASOL TECH LLC. US n. US2020315965A1. Depósito: 02 abr. 2020. Concessão: 08 out. 2020. Espacenet.

MORA-GUTIERREZ, A; GURIN, M. **Nanoemulsion compositions and methods of use thereof**. Depositante: Texas A & M Univ Sys. US n. US2007085058A1. Depósito: 03 jan. 2006. Concessão: 19 abr. 2007. Espacenet.

NAKATA, C. **Nanoemulsão óleo em água e composição**. Titular: Unilever Nv (NL). Procurador: CAROLINA NAKATA. NL n. BR 11 2020 011757 9. Depósito: 21 set. 2019. Concessão: 20 out. 2020.

NEETHIRAJAN, S.; JAYAS, D. S. Nanotechnology for the food and bioprocessing industries. **Food Bioprocess Technology**, v. 28, n.1, p. 39-47, 2011.

NISHAD, J; DUTTA, A; SAHA, S; RUDRA, S G.; VARGHESE, E; SHARMA, R.R.; TOMAR, M; KUMAR, M; KAUR, C. Ultrasound-assisted development of stable grapefruit peel polyphenolic nano-emulsion: optimization and application in improving oxidative stability of mustard oil. **Food Chemistry**, v. 334, p. 127-561, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127561>.

NSFC. Natural Science Foundation of China. NSFC at a Glance. Disponível em: http://www.nsf.gov.cn/english/site_1/about/6.html. Acesso em: 07 de junho de 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Gross domestic spending on R&D** (indicator). 2016. Disponível em: <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

PASCUAL-PINEDA, L. A.; FLORES-ANDRADE, E; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, M; BERISTAIN, C.I. Kinetic and thermodynamic stability of paprika nanoemulsions. **International Journal of Food Science & Technology**, [S.L.], v. 50, n. 5, p. 1174-1181, 14 fev. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ijfs.12750>.

PRAKASH, A. *et al.* Essential oil based nanoemulsions to improve the microbial quality of minimally processed fruits and vegetables: A review. **Food Research International**, v. 111, p. 509-523, 2018.

SANDOVAL-CUELLAR, C. E.; PEREA-FLORES, M; QUINTANILLA-CARVAJAL, M. In-vitro digestion of whey protein- and soy lecithin-stabilized High Oleic Palm Oil emulsions. **Journal of Food Engineering**, [S.L.], v. 278, p. 109-918, ago. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109918>.

SANGUANSRI, P.; AUGUSTIN, M. A. Nanoscale materials development – a food industry perspective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 10, p. 547–556, 2006.

SCOPUS. Elsevier's *Scopus*. **Nanoemulsion**. Disponível em: <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>. Acesso em: 02 de junho de 2019.

SILVA-BUZANELLO. **Obtenção de curcumina nanoencapsulada em polímeros biodegradáveis/ biocompatíveis**. 2013. 110f. Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

SIMONNET, J.; SONNEVILLE, O; LEGRET, S. **Nanoemulsão, composição para uso tópico, suporte oftálmico, utilização cosmética da nanoemulsão, processo cosmético de cuidado e/ ou hidratação, utilização da nanoemulsão e processo de preparação de uma nanoemulsão**. Procurador: L'oreal (FR). FR n. PI 9907330-7. Depósito: 06 dez. 1999. Concessão: 06 fev. 2001. Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

UMASS. **University of Massachusetts Amherst**. D. Julian McClements. Disponível em: <https://www.umass.edu/foodsci/faculty/d-julian-mcclements>. Acesso em: 29 de maio de 2019.

WAN, J; JIN, Z; ZHONG, S; SCHWARZ, P; CHEN, B; RAO, J. Clove oil-in-water nanoemulsion: mitigates growth of fusarium graminearum and trichothecene mycotoxin production during the malting of fusarium infected barley. **Food Chemistry**, v. 312, p. 126-120, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126120>.

WAN, J; ZHONG, S; SCHWARZ, P; CHEN, B; RAO, J. Physical properties, antifungal and mycotoxin inhibitory activities of five essential oil nanoemulsions: impact of oil compositions and processing parameters. **Food Chemistry**, v. 291, p. 199-206, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.032>.

ZANETTI-RAMOS, B. G.; CRECZYNSKI-PASA, T. B. O desenvolvimento da nanotecnologia: cenário mundial e nacional de investimentos. **Revista Brasileira de Farmácia**, 89(2): 95-101, 2008.

ZHANG, L; HAN, C; LIU, M; YANG, H; ZHANG, F; LIU, B; MENG, X. The formation, stability of DHA/EPA nanoemulsion prepared by emulsion phase inversion method and its application in apple juice. **Food Research International**, [S.L.], v. 133, p. 109-132, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109132>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção de água 120, 123, 127, 129, 216

Água 4, 6, 19, 20, 21, 27, 38, 40, 43, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 73, 82, 93, 104, 105, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 141, 142, 147, 164, 165, 174, 183, 184, 192, 203, 213, 214, 216, 222

Alimentação coletiva 8

Alimentos fermentados 196, 197, 198, 200, 203

Análise sensorial 62, 64, 65, 66, 67, 86, 88, 89, 90, 93, 94, 96, 98, 162

Antimicrobiano 49

Antioxidante 37, 42, 43, 44, 49, 51, 53, 102, 109, 137, 140, 145, 213

Armazenamento 5, 6, 11, 14, 24, 26, 27, 57, 59, 109, 114, 137, 158, 159, 161, 162, 165, 166, 167, 168, 173, 182, 183, 185, 187, 191, 192, 220, 224

Aromatizantes 62, 63, 64, 65, 66, 67, 139

B

Betaláínas 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 213

Beterraba 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 210, 211, 213, 214, 215, 216, 219

Biocologia 181, 189, 197, 205, 206, 208

C

Carne 17, 18, 58, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 87, 91, 93, 101, 103, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 128, 129, 169, 170, 171, 178, 180, 181, 199, 203, 204, 211, 212, 213, 217, 219, 220, 221, 225, 226

Carne de sol 62, 63, 64, 65, 66, 67

Comércio popular 1

Composição centesimal 105, 106, 211, 214

Congelamento 18, 31, 158, 159, 160, 161, 167, 168

Conservação 4, 5, 11, 26, 28, 63, 100, 101, 114, 132, 136, 137, 159, 168, 169, 197, 198, 202, 203, 205, 211, 225

D

Dietas restritivas 68, 70, 71

Digestão *in vitro* 49, 51, 53, 54

Doce de leite 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Dripping test 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

E

Emulsão 101, 103, 110, 131, 132, 141, 212, 214, 215

Estresse 37, 42, 43, 44, 64, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 126

Estresse oxidativo 37, 42, 43, 44

F

Fermentação 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 101, 172, 182, 188, 189, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 208

Fibras 86, 87, 92, 93, 96, 97, 98, 154, 155, 208, 214

Físico-química 55, 77, 85, 100, 146, 178, 187, 195, 211, 213, 215

Fungos 37, 38, 54, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 199, 234

G

Graduação 85, 109, 118, 129, 130, 206, 208, 217, 227, 228, 230, 232, 233, 234

H

Hábitos de consumo 24

Higiene 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 13, 15, 16, 24, 25, 26, 27, 64, 78, 110, 129, 185, 219, 220, 224, 225, 226

Hipertensão 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157

I

Inflamação 37, 42, 44

Interdisciplinaridade 227

Isolamento 17, 38, 170, 172, 173, 176, 180, 182, 183, 186, 188, 190, 191, 193, 200

L

Lácteos funcionais 49

Lactossoro 29, 31

Lipases 171, 173, 177, 178, 180, 181, 183, 184, 186, 187, 188, 189, 191, 194

M

Micro-organismos 54, 170, 171, 172, 188, 196, 224

N

Nanotecnologia 130, 131, 132, 136, 144, 148

Novo produto 86, 90, 92, 96

P

Pescado 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 17, 18, 19, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 98, 111, 112, 113, 115, 117, 118, 119, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169

PET 227, 228, 229, 230, 232, 233

Prebiótico 150, 151

Propriedade intelectual 130, 131, 139, 140, 144, 146

Proteases 171, 172, 173, 174, 177, 178, 180, 181, 183, 184, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 194

Proteína 17, 18, 58, 63, 70, 71, 88, 93, 95, 96, 103, 104, 105, 108, 112, 201, 211, 213, 214, 215, 216

Q

Qualidade 1, 3, 4, 5, 6, 8, 15, 17, 18, 24, 25, 27, 35, 55, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 68, 70, 72, 81, 82, 84, 87, 90, 101, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 128, 149, 150, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 165, 166, 167, 168, 169, 172, 178, 182, 187, 191, 195, 196, 197, 201, 203, 207, 213, 215, 216, 217, 218, 220, 221, 224, 225, 226

Qualidade da carne 63, 64, 101, 112, 113, 117, 118, 120, 121, 122, 124, 221

Qualidade do ovo 58

R

RNA's 120, 122, 126

S

Salsicha 87, 100, 101, 106, 107, 108, 109, 110, 210, 211, 212, 215, 216, 217

Segurança dos alimentos 24, 25, 198

V

Visibilidade 227

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2021

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2021