

**FLÁVIO FERREIRA SILVA
(ORGANIZADOR)**



PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

Atena
Editora
Ano 2020

**FLÁVIO FERREIRA SILVA
(ORGANIZADOR)**



PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

P912 Prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos 2 [recurso eletrônico] / Organizador Flávio Ferreira Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-86002-27-0

DOI 10.22533/at.ed.270200603

1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3. Tecnologia de alimentos. I. Silva, Flávio Ferreira.

CDD 664.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra intitulada “Prática e Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos 2” foi elaborada a partir das publicações da Atena Editora e apresenta uma visão ampla sobre as novidades da área. Esta obra é composta por 15 capítulos bem estruturados e agrupados por assuntos.

Muitos são os problemas a serem solucionados relacionados ao consumo alimentar humano, por isso a prática e a pesquisa de alimentos devem estar bem alinhadas. O desenvolvimento de novos produtos é essencial para melhorar a qualidade de consumo e disponibilizar uma oferta alimentar de qualidade superior para todos os públicos, uma vez que, novos estilos alimentares como o veganismo e outros, vem sendo adotados em uma escala crescente. Não obstante, a otimização dos processos de fabricação e de controle de qualidade alimentar são indispensáveis quando o assunto é a saúde.

Neste sentido, os estudos que são apresentados aqui, alinham-se a estes temas e trazem novas análises que condizem com as necessidades emergentes da prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos.

A Atena editora, reconhecendo importância dos trabalhos científicos, oferece uma plataforma consolidada e confiável para a divulgação, propiciando aos autores um meio para exporem e divulgarem seus resultados, enriquecendo o conhecimento acadêmico e popular.

Por fim, esperamos que a leitura deste trabalho seja agradável e que as novas pesquisas possam propiciar a base intelectual ideal para que se desenvolva novas soluções, cuidados e desenvolvimento científico acerca destes temas.

Flávio Brah (Flávio Ferreira Silva)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
BEBIDA KOMBUCHA DE MEL DE CACAU	
Aurora Britto de Andrade	
Camila Cristina Avelar de Sousa	
Denise Agostina Grimaut	
Emily Araújo Porto	
Geisiane dos Santos Silva	
Jamila Sueira de Jesus Silva	
Joelaine de Jesus Santana	
Lívia Calmon Bastos	
Raquel Nunes Almeida da Silva	
Talita Andrade da Anunciação	
Karina Teixeira Magalhães-Guedes	
DOI 10.22533/at.ed.2702006031	
CAPÍTULO 2	14
DESENVOLVIMENTO DE SANDUÍCHES VEGANOS CONGELADOS	
Fernanda Antonia de Souza Oliveira	
Aurora Britto de Andrade	
Hevelynn Franco Martins	
Abraão Brito Peixoto	
Geany Peruch Camilloto	
Márcio Inomata Campos	
DOI 10.22533/at.ed.2702006032	
CAPÍTULO 3	29
ELABORAÇÃO DE BARRA ALIMENTÍCIA PROTEICA DE ORIGEM VEGETAL	
Paula Berwanger da Rosa	
Cláudia Krindges Dias	
Cristiano Dietrich Ferreira	
Rochele Cassanta Rossi	
Valmor Ziegler	
DOI 10.22533/at.ed.2702006033	
CAPÍTULO 4	40
ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE DOCE LEITE DE CABRA <i>LIGHT</i>	
Darkianne Leite da Silva	
Maria Aurilene Feitosa de Moura Gonçalves	
Paulo Víctor de Lima Sousa	
Natália Quaresma Costa Melo	
Nara Vanessa dos Anjos Barros	
DOI 10.22533/at.ed.2702006034	
CAPÍTULO 5	50
ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE VISCOSIDADE EM FARINHAS MISTAS EXTRUDADAS DE CEREAIS	
Angleson Figueira Marinho	
Celyane Batista Brandão	
Érica Bandeira Maués de azedo	
Juliana Souza da Silva	
Cássio Furtado Lima	

Fernanda de Oliveira Araújo
Valéria França de Souza
Maria Rosa Figueiredo Nascimento
Nandara Gabriela Mendonça Oliveira
Fernando de Freitas Maués de Azevedo
Suzane Zinger
José Luís Ramirez Ascheri

DOI 10.22533/at.ed.2702006035

CAPÍTULO 6 57

PETIT SUISSE DE KEFIR SABOR MEL E NIBS DE CACAU

Aurélio Santos Agazzi
Biane Oliveira Philadelpho
Clariane Teixeira Pessoa
Deise Azevedo Silva
Lusiene Lima Rocha
Mariana Fernandes Almeida
Thaís de Souza Santos
Talita Andrade da Anunciação
Karina Teixeira Magalhães-Guedes

DOI 10.22533/at.ed.2702006036

CAPÍTULO 7 70

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE FRUTAS E VEGETAIS EM DIVERSOS CAMPOS (ALIMENTAR, FARMACEUTICA, AMBIENTAL) – REVISÃO

Luciana Alves da Silva Tavone
Suelen Siqueira dos Santos
Eloize da Silva Alves
Matheus Campos de Castro
Ana Paula Stafussa
Monica Regina da Silva Scapim
Grasiele Scaramal Madrona

DOI 10.22533/at.ed.2702006037

CAPÍTULO 8 78

EFEITO DA ESTRATÉGIA DE DESMAME SOBRE A RESPOSTA HEMATOLÓGICA, ANTI-HELMÍNTICA E O DESENVOLVIMENTO DE BEZERRAS DA RAÇA NELORE (*BOS INDICUS*)

Daniela Póvoas Rios
Lauro de Queiroz Saraiva
Anna Karoline Amaral Sousa
Herlane de Olinda Vieira Barros
Maria de Lourdes Guimarães Borges
Francilene Miranda Almeida
Fernanda Augusta Marinho de Albuquerque
Ilderlane da Silva Lopes
Daniel Praseres Chaves
Giselle Mesquita de França Galvão
Alicina Vieira de Carvalho Neta
José Ribamar de Souza Torres Junior

DOI 10.22533/at.ed.2702006038

CAPÍTULO 9 89

ESTUDO DA ESPÉCIE MACROPTILLIUM LATHYROIDES COMO UMA ESPÉCIE COM PROPRIEDADE BIOTIVA, UMA FLOR COMESTÍVEL

Mayara Marques Lima
Jessica Neves da Silva de Almeida
Wallinson Pires da Cruz
Ricardo Pereira Moraes
Márcia Denise da Rocha Collinge
Rosemary Maria Pimentel Coutinho

DOI 10.22533/at.ed.2702006039

CAPÍTULO 10 99

INTERAÇÃO ENTRE GOMA ALFARROBA E PROTEÍNA CONCENTRADA DE SOJA NA FABRICAÇÃO DE FILMES COMPOSTOS BIODEGRADÁVEIS

Keila de Souza Silva
Kayque Antonio Santos Medeiros
Laís Ravazzi Amado
Maria Mariana Garcia de Oliveira
Angela Maria Picolloto
Otávio Akira Sakai

DOI 10.22533/at.ed.27020060310

CAPÍTULO 11 111

MÉTODO PARA DETECÇÃO DE RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS EM LEITE

Leandro da Conceição Luiz
Maria José Valenzuela Bell
Virgílio de Carvalho dos Anjos

DOI 10.22533/at.ed.27020060311

CAPÍTULO 12 123

MICROENCAPSULAÇÃO POR *SPRAY DRYING* DE COMPOSTOS ALIMENTÍCIOS: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL

Clara Mariana Gonçalves Lima
Ana Carolina Salgado de Oliveira
Siluana Katia Tischer Seraglio
Renata Torres dos Santos e Santos
Tatyana Patrício de Albuquerque Sousa
Maria Mayara de Souza Grilo
Lenara Oliveira Pinheiro
Renata Ferreira Santana
Fábio Zacouteguy Ugalde
Josiane Ferreira da Silva
Roberta Magalhães Dias Cardozo
Felipe Cimino Duarte

DOI 10.22533/at.ed.27020060312

CAPÍTULO 13 131

USE OF ENERGY DISPERSIVE SPECTROSCOPY AND PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS FOR DETECT PENICILLIN IN POWDERED MILK

Leandro da Conceição Luiz
Maria José Valenzuela Bell
Rafaela Tavares Batista
Renato Pereira de Freitas
Roney Alves da Rocha

CAPÍTULO 14 142

EFEITO DA PRESENÇA DE PELE NA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA CENTESIMAL DO JUNDIÁ (*RHAMNIA QUELEN*) SUBMETIDO AO PROCESSO DE DEFUMAÇÃO À QUENTE

Patricia da Silva Dias
Eloísa Magalhães Pereira
Neide Regina Lemes da Silva
Hanna Karolyna dos Santos
Pablo Américo Barbieri
Sabrina Deosti
Rosane Lopes Ferreira
Nilmara Rodrigues Machado
Alex da Silva Loiola
Nathã Costa de Sousa
Marcos Vinícius de Castro Freire
Magali Barnardes Maganhini

DOI 10.22533/at.ed.27020060314

CAPÍTULO 15 150

CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS PRESENTES EM CERUME, PRÓPOLIS E PÓLEN DE ABELHAS SEM FERRÃO PRODUZIDOS EM NOVA TIMBOTEUA, NO ESTADO DO PARÁ

Iuri Ferreira da Costa
Maricely Janette Uría Toro

DOI 10.22533/at.ed.27020060315

SOBRE O ORGANIZADOR..... 155

ÍNDICE REMISSIVO 156

MICROENCAPSULAÇÃO POR *SPRAY DRYING* DE COMPOSTOS ALIMENTÍCIOS: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL

Data de submissão: 10/12/2019

Data de aceite: 27/02/2020

Clara Mariana Gonçalves Lima

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos
Lavras – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9611210818825488>

Ana Carolina Salgado de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos
Lavras – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5700547392353249>

Silvana Katia Tischer Seraglio

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciência dos Alimentos
Florianópolis – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/4551548011855631>

Renata Torres dos Santos e Santos

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia
João Pessoa - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/9010358105083399>

Tatyana Patrício de Albuquerque Sousa

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia
João Pessoa - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/3885845927095906>

Maria Mayara de Souza Grilo

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia
João Pessoa - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/8278772295168622>

Lenara Oliveira Pinheiro

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos
Itapetinga – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7972067733207066>

Renata Ferreira Santana

Faculdade de Tecnologia e Ciências, Faculdade de Nutrição
Vitória da Conquista - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6804319525028568>

Fábio Zacouteguy Ugalde

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciência dos Alimentos
Florianópolis – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/2346721272719003>

Josiane Ferreira da Silva

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos
Itapetinga – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7760091381814960>

Roberta Magalhães Dias Cardozo

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Faculdade de Engenharia de Alimentos
Salinas – Minas Gerais

RESUMO: A secagem por *spray drying* constitui uma tecnologia de grande interesse industrial pelo fato de ser econômica, eficiente, de baixo custo, versátil e simples se comparada aos demais métodos de secagem existentes. É utilizada com a finalidade de proteger o material ativo de condições adversas do meio, apresenta facilidade de operação, além de permitir o desenvolvimento de produtos inovadores. Esta revisão de literatura aborda conceitos relativos ao processo de microencapsulação de compostos alimentícios no *spray dryer*.

PALAVRAS-CHAVE: SECAGEM; ATOMIZAÇÃO; ALIMENTOS; INDÚSTRIA.

SPRAY DRYING MICROENCAPSULATION OF FOOD COMPOUNDS: A CONCEPTUAL APPROACH

ABSTRACT: Spray drying is a technology of great industrial interest because it is economical, efficient, inexpensive, versatile and simple compared to other existing drying methods. It is used for the purpose of protecting the active material from adverse environmental conditions, is easy to operate, and allows the development of innovative products. This literature review addresses concepts related to the process of microencapsulation of food compounds in the spray dryer.

KEYWORDS: DRYING; ATOMIZATION; FOODS; INDUSTRY.

INTRODUÇÃO

A aplicação de técnicas de microencapsulação para diversos ingredientes alimentícios está sob crescente interesse (KALANTARI et al., 2018). O processo consiste em aprisionar um composto ativo como, por exemplo, partículas sólidas, gotículas líquidas ou componentes gasosos em uma matriz polimérica formando uma rede tridimensional (JANISZEWSKA, 2014).

A secagem por atomização utilizando o *spray dryer* constitui uma tecnologia de grande interesse por parte dos industriais do setor alimentício pelo fato de ser econômica, eficiente, de baixo custo, versátil e simples se comparada aos demais métodos de secagem existentes (DRUSCH et al., 2006).

Diversos compostos podem ser desidratados por meio da técnica em questão, inclusive os termossensíveis, uma vez que o tempo de contato entre a fonte de calor e o material aspergido é bastante curto, não resultando em danos consideráveis aos compostos durante o processo (OLIVEIRA; PETROVICK, 2010). O produto obtido ao

final do processo é um pó, logo apresenta o volume reduzido fato esse que facilita as etapas de embalagem, armazenamento, transporte e medição de ingredientes em formulações alimentícias (CALISKAN; DIRIM, 2013). Além disso, permite o desenvolvimento de produtos inovadores, por meio da incorporação de compostos funcionais ao produto base.

Recentemente, a União Européia patrocinou um projeto internacional chamado ENTHALPY que tinha por finalidade reduzir os custos de produção e aumentar a eficiência da secagem por *spray dryer*. Um dos resultados do projeto foi o desenvolvimento de modelos matemáticos e metodologia de simulação de fluidodinâmica computacional para o processo de secagem por *spray drying* de leite (JASKULSKI; TRAN; TSOTSAS, 2019).

Objetivou, com este estudo, realizar uma abordagem conceitual acerca do processo de microencapsulação de compostos alimentícios por *spray drying*.

CONCEITOS GERAIS DA SECAGEM POR SPRAY DRYING

A microencapsulação, também denominada secagem por atomização ou por pulverização, constitui um processo de empacotamento de partículas (compostos de sabor, pigmentos, acidulantes, nutrientes, coenzimas, enzimas, probióticos e conservantes) em cápsulas comestíveis. A liberação do conteúdo ocorre sob condições específicas de forma a evitar que o mesmo seja exposto indevidamente ao meio (EDRIS et al., 2016; SUAVE et al., 2006; FUCHS et al., 2006; DESAI; PARK, 2005; AZEREDO, 2005). A microcápsula é formada por uma membrana semipermeável, esférica, delgada e resistente envolvendo um interior, possui diâmetro variando de alguns micrômetros a 1 mm (ALI et al, 2019; ANAL; SINGH, 2007).

O material a ser encapsulado também pode ser chamado de núcleo, recheio, carga, agente ativo, composto ativo ou fase interna e o material que compõe o revestimento recebe as denominações de invólucro, material de parede, cobertura, agente carreador, membrana, revestimento, matriz ou agente encapsulante (COSTA, 2013). É necessário ressaltar que o material de parede deverá proteger o material encapsulado da degradação química como as reações de oxidação e hidrólise, por exemplo (MCCLEMENTS et al., 2009).

Micropartículas utilizadas na elaboração de sistemas particulados estão se tornando cada vez mais relevantes devido ao seu potencial de aplicação. (SCHOLTEN; MOSCHAKIS; BILIADERIS, 2014). As definições e empregos da microencapsulação têm sido ampliados devido às novas necessidades que a indústria de alimentos apresenta em propriedades cada vez mais complexas nas formulações, que muitas vezes, só podem ser conferidas através da secagem por pulverização (GOUIN, 2004).

Nesse sentido, a tecnologia em questão soluciona limitações no emprego de ingredientes e mantém a viabilidade. Possui a capacidade de reduzir a volatilidade, a

reatividade, além de aumentar a estabilidade dos compostos em condições adversas, tais como: umidade, presença de luz, calor, oxigênio e pH extremos (BOTREL et al, 2017).

Os métodos de microencapsulação podem ser classificados em três grupos: métodos químicos (polimerização interfacial e inclusão molecular), métodos físico-químicos (coacervação simples ou complexa, separação por fase orgânica e envolvimento lipossômico) e métodos físicos (*spray drying*, *spray coating*, *spray chilling*, leite fluidizado, extrusão, centrifugação com múltiplos orifícios, co-cristalização e liofilização) (KIM; CHUNG, 2019; TONTUL et al., 2018; JYOTHI et al., 2010; ALVIM, 2005).

As microcápsulas com o material ativo no centro e uma membrana externa formada pelo material de parede são normalmente obtidas por coacervação simples ou complexa. Já as micropartículas com o material de recheio distribuído em uma matriz composta pelo material encapsulante normalmente são obtidas pela técnica de secagem por atomização, em que o agente carreador é um polímero hidrossolúvel. Neste tipo de partícula, a carga de material de recheio, normalmente, é de 20 a 30% do peso total da partícula (JAFARI et al., 2008).

O uso de tecnologias como a microencapsulação pela secagem por atomização proporciona à indústria de alimentos ferramentas para o desenvolvimento de produtos com características sensoriais apropriadas e com mínimas perdas. O desenvolvimento e estudo da otimização das condições de secagem, em diferentes materiais de parede, possibilita o uso de novos encapsulantes emergentes, disponíveis em maior escala. O uso de diversas técnicas analíticas é importante para entender o comportamento do processo em diferentes matrizes encapsulantes, e também, para gerar dados para estudos e aplicações em alimentos (ABRAHÃO, 2019; BOTREL, 2016).

AGENTES CARREADORES

Para que possa ter aplicação nos alimentos, o agente carreador precisa ter grau alimentar, ser biodegradável e capaz de formar uma barreira entre o agente ativo e o meio (ZHANG et al., 2015). Devem ser inertes, mecanicamente resistentes e compatíveis com o material ativo. A avaliação da adequação de um determinado material para servir como agente carreador passa pela avaliação de diversas características. Dentre as mais relevantes, estão a eficiência de encapsulação, a estabilidade e a máxima proteção do composto ativo contra condições do meio ambiente (calor, luz e umidade). Outras características desejadas nas micropartículas são avaliadas especificamente para cada tipo de produto (GHARSALLAOUI et al., 2007).

Para a microencapsulação por *spray drying*, a escolha do agente carreador deve atender a alguns critérios específicos de seleção, como solubilidade em sistemas aquosos, baixa viscosidade, massa molecular, temperatura de transição vítrea,

difusividade, cristalinidade, propriedades de emulsificação e formação de filme, além do custo e da disponibilidade (JAFARI et al., 2008).

Algumas classes de componentes podem ser empregadas como, por exemplo, carboidratos e proteínas. Vale destacar que os agentes carreadores podem ser utilizados sozinhos ou combinados (TEODORO et al., 2019; RAJABI et al., 2015; GALLARDO et al., 2013). A proteção proporcionada pela parede polimérica evita que, durante o armazenamento prolongado, ocorram alterações químicas e sensoriais no material encapsulado. Na forma de micropartículas hidrofílicas, aumentam a solubilidade de ingredientes e facilitam a sua incorporação como aditivos em alimentos (PEREIRA et al., 2018; GOUIN, 2004).

ETAPAS DO PROCESSO DE SECAGEM POR *SPRAY DRYING*

A secagem por *spray drying* é uma tecnologia bem estabelecida para a produção de micropartículas. Sua utilização permite a produção desde escalas laboratoriais da ordem de mililitros por hora até dezenas de toneladas por hora na indústria. Considerando a versatilidade e o pequeno tempo de residência dos produtos na câmara de secagem, o *spray dryer* tornou-se o principal equipamento para a secagem de materiais que apresentam sensibilidade ao calor, como alimentos e materiais de origem biológica (FERNANDES, 2017).

A produção de micropartículas pelo método de *spray drying* é um processo que se divide em três etapas fundamentais. Na primeira, ocorre a alimentação do líquido que é bombeado para dentro de uma câmara de secagem através de um bocal. Na segunda, as gotículas do líquido são atomizadas, na saída do bocal, e entram em contato com o ar aquecido, havendo transferência de calor. Por fim, na terceira etapa, acontece a evaporação do solvente, ocorrendo transferência de massa, e o material seco é separado em um recipiente que fica abaixo do ciclone (SINGH; VAN DEN MOOTER, 2015; PARK et al., 2014; OLIVEIRA; PETROVICK, 2010; DE VOS et al., 2010).

A temperatura de saída do produto é decorrente da combinação da temperatura do ar de entrada no equipamento, da velocidade de atomização e da vazão de ar quente que irá carrear o produto para o ciclone. A diferença entre a temperatura de entrada e a de saída do ar afeta o teor de umidade residual do produto, caso essa diferença seja excessiva resulta em um produto com alta umidade residual, o que pode comprometer sua estabilidade. Uma vazão de ar alta implica em menor tempo de residência do produto na câmara de secagem, alto grau de separação no ciclone e pode resultar em alta umidade residual. Maiores vazões de alimentação da solução resultam em menores temperaturas de saída do ar (ROCHA, 2014).

Os parâmetros da secagem são de alta relevância para definir a qualidade do processo de encapsulamento. Devem ser considerados parâmetros como temperatura

do ar de entrada e saída, temperatura de alimentação, tipo e condições de atomização, taxa de fluxo e umidade do ar de secagem e tamanho de partículas (JAFARI et al., 2008).

A taxa de secagem das gotas é diretamente proporcional à temperatura do ar de entrada e ao tamanho das gotículas, devido ao aumento da área superficial de transferência de calor e massa e do gradiente de temperatura que provoca uma rápida evaporação da água (TURCHIULI et al., 2011; GHARSALLAOUI et al., 2007). Numa operação com o fluxo do ar de secagem em co-corrente com a atomização, a evaporação é rápida e o produto não é submetido à degradação pelo calor. Quando a gota entra em contato com o ar de secagem, a evaporação da água ocorre rapidamente até que a umidade atinja valores muito baixos (KESHANI et al., 2015; PATEL; PATEL; SUTHAR, 2009).

Um dos pontos importantes na avaliação das micropartículas pelo método em questão consiste na quantidade de componentes do material de núcleo presentes na superfície das partículas, especialmente de compostos lipídicos. A presença de gordura na superfície deixa a partícula com características hidrofóbicas, diminuindo a molhabilidade e a dispersibilidade, visto que a gordura na superfície age como uma ponte, reduzindo o escoamento das partículas. Este material é também prontamente susceptível à oxidação e desenvolvimento de rancidez. A compreensão do mecanismo envolvido na formação da composição superficial dos pós e a habilidade para controlar esta composição serão úteis no desenvolvimento de novos produtos e melhoramento daqueles já existentes (MASTERS, 1991).

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, F. R. et al. Microencapsulation of bioactive compounds from espresso spent coffee by spray drying. **LWT**, v. 103, p. 116-124, 2019.

ALI, H. et al. Influence of spray-drying on improving the quality of dried carob juice. **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, p. 1-10, 2019.

ALVIM, I.D. **Produção e caracterização de micropartículas obtidas por spray drying e coacervação complexa e seu uso para alimentação de larvas de peixes**. Campinas, 2005. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas.

ANAL, A. K.; SINGH, H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 18, n.5, p. 240-251, 2007.

AZEREDO, H. M. C. de. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 1, p. 89-97, 2005.

BOTREL, D. A. et al. Properties of spray-dried fish oil with different carbohydrates as carriers. **Journal of food science and technology**, v. 54, n. 13, p. 4181-4188, 2017.

BOTREL, R.V.B.F. **Óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* L.) microencapsulado por spray drying em diferentes matrizes poliméricas**. Lavras, 2016. p. 140. Tese (Doutorado em

Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

CALISKAN, G.; DIRIM, S. N. The effects of the different drying conditions and the amounts of maltodextrin addition during spray drying of sumac extract. *Food and Bioproducts Processing*, Rugby, v. 91, p. 539-548, 2013.

COSTA, J. M. G. **Eficiência de diferentes encapsulantes e condições operacionais de secagem por atomização na produção e aplicação de micropartículas de bioaroma de quijo suíço.** Lavras, 2013. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

DESAI, K. G.; PARK, H. J. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. **Drying Technology**, New York, v. 23, n.7, p. 1361-1394, Feb. 2005.

DRUSCH, S.; SEFERT, Y.; VAN DEN HEUVEL, A.; SCHWARZ, K. Physicochemical characterization and oxidative stability of fish oil encapsulated in an amorphous matrix containing trealose. **Food Research International**, v. 39, n. 7, p. 807-815, 2006.

EDRIS, A. E. et al. Microencapsulation of Nigella sativa oleoresin by spray drying for food and nutraceutical applications. **Food Chemistry**, London, v. 204, p. 326–333, Aug. 2016.

FUCHS, M. et al. Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidised bed agglomeration. **Journal of Food Engineering, Essex**, v. 75, n. 1, p. 27–35, 2006.

GALLARDO, G. et al. Microencapsulation of linseed oil by spray drying for functional food application. **Food Research International**, v. 52, n. 2, p. 473-482, 2013.

GOUIN, S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.15, p. 330-347, 2004.

JAFARI, S. M.; ASSADPOOR, E.; HE, Y; BHANDARI, B. Encapsulation efficiency of food flavors and oils during spray drying. **Drying Technology**, v. 26, p. 816-835, 2008.

JANISZEWSKA, E. Microencapsulated beetroot juice as a potential source of betalain. **Powder Technology**, Lausanne, v. 264, p. 190-196, Sept. 2014.

JASKULSKI, Maciej; TRAN, Thi Thu Hang; TSOTSAS, Evangelos. Design study of printer nozzle spray dryer by computational fluid dynamics modeling. **Drying Technology**, p. 1-13, 2019.

JYOTHI, N. V. N; PRASANNA, P. M.; SAKARKAR, S. N.; PRABHA, S.; RAMAIAH, P. S.; SRAWAN, G. Y. Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. **Journal of Microencapsulation**. v. 27, n. 3, p. 187-197, 2010.

KALANTARI, M. et al. Fig extract drying: The relationship between the main operating parameters of a pilot-scale spray dryer and product specifications. **Food Science & Nutrition**, v. 6, n. 2, p. 325-333, 2018.

KIM, Ju-Eun; CHUNG, Young Mi. CFD-DEM Simulation of the Fluidized-bed Granulation of Food Powders. **Biotechnology and Bioprocess Engineering**, v. 24, n. 1, p. 191-205, 2019.

MCCLEMENTS, D. J. **Food Emulsions: Principles, Practice and Techniques**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press., p. 609. 2005.

OLIVEIRA, O. W.; PETROVICK, P. R. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, Curitiba, v. 20, p. 641-650, Aug./Sept. 2010.

PEREIRA, K. C. et al. Microencapsulação e liberação controlada por difusão de ingredientes alimentícios produzidos através da secagem por atomização: revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

RAJABI, H. et al. Retention of saffron bioactive components by spray drying encapsulation using maltodextrin, gum Arabic and gelatin as wall materials. **Food hydrocolloids**, v. 51, p. 327-337, 2015.

SCHOLTEN, E.; MOSCHAKIS, T.; BILIADERIS, C. G. Biopolymer composites for engineering food structures to control product functionality. **Food Structure**, Chicago, v. 1, n. 1, p. 39-54, Jan. 2014.

SUAVE, J.; DALL'AGNOL, E. C.; PEZZIN, A. P. T.; SILVA, D. A. K.; MEIER, M. M.; SOLDI, V. Microencapsulação: Inovação em diferentes áreas. **Revista Saúde e Ambiente**, p. 12-20, 2006.

TEODORO, R. A. R. et al. Effects of ultrasonication on the characteristics of emulsions and microparticles containing Indian clove essential oil. **Drying Technology**, v. 37, n. 9, p. 1162-1172, 2019.

TONTUL, S. A. et al. The microencapsulation of bioactive food components by spray chilling method. **GIDA-Journal of Food**, v. 43, n. 1, p. 11-20, 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alfarroba 99, 100, 101, 102, 105, 107, 108, 109

B

Barra 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38

Bezerras 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86

Biodegradáveis 99, 100, 101

Biotiva 89

C

Cabra 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 58

Cereais 20, 30, 36, 38, 39, 50, 51, 52, 53

Comestível 18, 89, 97

Compostos 3, 9, 41, 70, 75, 90, 92, 97, 99, 101, 103, 105, 106, 107, 109, 123, 124, 125, 126, 128, 150, 152, 153, 155

Congelados 14, 16, 18, 19, 27, 28

D

Desmame 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88

Detecção 89, 92, 94, 111, 113, 120, 121, 122, 140

Doce 21, 22, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 143, 144, 148

E

Elaboração 16, 29, 38, 40, 42, 57, 59, 102, 125

Estratégia 52, 78, 79, 86

F

Fabricação 17, 20, 26, 27, 33, 47, 68, 76, 99, 101, 106

Farinhas 50, 51, 52, 53, 54, 73, 76

Fermentação 2, 3, 4, 7, 8, 9, 16, 17, 58, 59, 63, 64, 65, 74, 75

Flor 89, 91, 92, 95, 96, 97

Frutas 3, 58, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 90, 154

H

Hematológica 78, 80, 85

K

Kefir 12, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Kombucha 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

L

Leite 8, 12, 16, 29, 31, 32, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 59, 61, 63, 65, 68, 80, 90, 94, 97, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 125, 139, 140
Light 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48

M

Medicamentos 111, 113, 114, 115, 117, 118, 121
Mel do cacau 2, 3, 11
Microencapsulação 123, 124, 125, 126, 130
Milk 30, 41, 68, 69, 111, 112, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141
Mistas 50

N

Nelore 78, 79, 80, 81, 84, 85, 88

P

Penicillin 111, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139
Petit suisse 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68
Propriedade 81, 89, 90, 94, 97, 99, 101, 104, 107, 108, 145
Proteica 29, 31, 32, 35, 36, 38, 106, 108

R

Resíduos 52, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 82, 100, 111, 113, 114, 120, 121, 122, 140
Revisão 69, 70, 71, 72, 97, 98, 124, 130

S

Sandúches 14, 16, 18, 20, 21, 22
Soja 16, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 39, 42, 59, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 109
Spectroscopy 13, 102, 111, 121, 122, 131, 132, 133, 139, 140
Spray drying 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

U

Utilização 3, 42, 50, 58, 60, 70, 71, 72, 75, 76, 91, 127, 145

V

Veganos 14, 15, 16, 18, 21, 26
Vegetal 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 96, 98
Viscosidade 50, 51, 53, 54, 55, 56, 126

 **Atena**
Editora
2 0 2 0