

TAÍSA CERATTI TREPTOW
(ORGANIZADORA)

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

2

TAÍSA CERATTI TREPTOW
(ORGANIZADORA)

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

2

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



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 Biológicas e da Saúde

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
 Prof^o Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
 Prof^o 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^o Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
 Prof^o Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
 Prof^o Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
 Prof^o 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^o Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
 Prof^o 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^o 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 Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
 Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
 Prof^o Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
 Prof^o Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
 Prof^o 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^o Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
 Prof. Dr. Maurílio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
 Prof^o Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
 Prof^o 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^o Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
 Prof^o Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
 Prof^o Dr^a Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
 Prof^o Dr^a Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
 Prof^o Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
 Prof^o Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^o Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof^o Dr^a Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Taísa Ceratti Treptow

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
S456	Segurança alimentar e nutricional 2 / Organizadora Taísa Ceratti Treptow. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0852-9 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.529220612 1. Nutrição. I. Treptow, Taísa Ceratti (Organizadora). II. Título. <div style="text-align: right;">CDD 613.2</div>
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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA




A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

A obra “Segurança Alimentar e Nutricional” da Editora Atena compreende 24 artigos técnicos e científicos que destacam pesquisas principalmente na esfera Nutrição e Alimentos em gestantes, lactentes, crianças, estudantes e idosos. As diversas pesquisas foram realizadas em hospitais, escolas, instituições privadas, instituições filantrópicas e universidades com ênfase no Estado Nutricional, Educação Nutricional, comportamentos alimentares, desperdício de alimentos, transtornos alimentares e fibras alimentares. O e-book também contempla pesquisas laboratoriais em diversos alimentos, bebidas, rotulagem, conservação, óleos essenciais e Plantas Alimentícias não convencionais (PANCs).

Sendo assim, o *e-book* possibilita uma infinidade de experiências nos diferentes cenários de atuação de conhecimento dos profissionais da área de alimentos e nutrição, e demais interessados. Neste contexto, desejamos que a leitura seja fonte de inspiração e sirva de instrumento didático-pedagógico para acadêmicos e professores nos diversos níveis de ensino, e estimule o leitor a realizar novas pesquisas em Segurança Alimentar e Nutricional.


Agradecemos aos autores por suas contribuições científicas nesta temática e desejamos a todos uma excelente leitura!

Táisa Ceratti Treptow

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO DURANTE O PERÍODO GESTACIONAL	
Marcos Anjos de Castro	
Felipe Netuno Dias	
Francisca Marta Nascimento de Oliveira Freitas	
José Carlos de Sales Ferreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5292206121	
CAPÍTULO 2	11
ALTERAÇÃO NO ESTADO NUTRICIONAL DE CRIANÇAS SUBMETIDAS À INTERNAÇÃO HOSPITALAR: REVISÃO DE LITERATURA	
Josiane Ribeiro dos Santos Santana	
Cristiane Nava Duarte	
Cristhiane Rossi Gemelli	
Érika Leite Ferraz Libório	
Rita de Cássia Dorácio Mendes	
Mirele Aparecida Schwengber	
Neiva Nei Gomes Barreto	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5292206122	
CAPÍTULO 3	29
DESPERDICIOS DE ALIMENTOS: LA IMPORTANCIA DE EDUCAR EN LAS ESCUELAS EN SU PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN	
Carolina Henríquez L.	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5292206123	
CAPÍTULO 4	41
A IMPORTÂNCIA DE INSERIR PANCS NA MERENDA DAS ESCOLAS PÚBLICAS: CARÁ ROXO E CARURU	
Elisa Franco de Sousa	
Douglas Sales Figueira de Melo	
Rafaela Santos dos Santos	
Francisca Marta Nascimento de Oliveira Freitas	
José Carlos de Sales Ferreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5292206124	
CAPÍTULO 5	55
OS DESAFIOS FAMILIARES E NUTRICIONAIS DA SELETIVIDADE ALIMENTAR EM CRIANÇAS	
Yasmin Carvalho Costa Serra	
Gilberth Silva Nunes	
Ananda da Silva Araújo Nascimento	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5292206125	
CAPÍTULO 6	64
FREQUÊNCIA DE ORTOREXIA NERVOSA E VIGOREXIA EM ESTUDANTES	


DE NUTRIÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO PRIVADA

Maria Eduarda Luiza Lima da Silva
Erika Raissa Araújo dos Santos Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5292206126>


CAPÍTULO 7 75**CONSUMO DE FIBRAS ALIMENTARES CONCOMITANTE AO TRÂNSITO INTESTINAL EM GRADUANDOS DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA EM PERNAMBUCO, BRASIL**

Maria Isabel Almeida Gonçalves
Thayris Rodrigues Vasconcelos
Fabiana Oliveira dos Santos Camatari
Cristhiane Maria Bazílio de Omena Messias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5292206127>


CAPÍTULO 8 92**COMPORTAMENTOS E HÁBITOS ALIMENTARES NA TERCEIRA IDADE**

Stephanie Silva Lopes
Natalice Eusébio da Silva
Késya Salvino do Nascimento
Juliana Alves de Melo
Tharcia Kiara Beserra de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5292206128>

CAPÍTULO 9 94**EDUCAÇÃO NUTRICIONAL PARA IDOSOS DE UMA INSTITUIÇÃO FILANTRÓPICA DE LONGA PERMANÊNCIA DE MACEIÓ/AL**


Ana Lúcia Amancio Leite
Késsya Luana Oliveira Lima
Fabiana Palmeira Melo Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5292206129>

CAPÍTULO 10 104**O CONSUMO DE ALIMENTOS NATURAIS E INDUSTRIALIZADOS E SUA INFLUÊNCIA NA SAÚDE**

Dayane de Melo Barros
Danielle Feijó de Moura
Zenaide Severina do Monte
Taís Helena Gouveia Rodrigues
Amanda Nayane da Silva Ribeiro
Francielle Amorim Silva
Alaíde Amanda da Silva
Cleiton Cavalcanti dos Santos
Tamiris Alves Rocha
Marllyn Marques da Silva
Talismania da Silva Lira Barbosa
Clêidiane Clemente de Melo


Larissa dos Santos Souza Lima
 Juliane Suelen Silva dos Santos
 Maurilia Palmeira da Costa
 Anadeje Celerino dos Santos Silva
 Silvio Assis de Oliveira Ferreira
 Kivia dos Santos Machado
 Uyara Correia de Lima Costa
 Roberta Albuquerque Bento da Fonte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061210>

CAPÍTULO 11 111

**PERFIL NUTRICIONAL E BIOQUÍMICO DE PACIENTES ATENDIDOS EM
 UMA CLÍNICA ESCOLA DE NUTRIÇÃO**


Tâmara Taiane dos Santos
 Ana Paula Bazanelli
 Renata Furlan Viebig
 Marcia Nacif

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061211>

CAPÍTULO 12..... 122

**CARACTERIZAÇÃO DO LEITE HUMANO ORDENHADO NÃO-CONFORME
 DO BANCO DE LEITE HUMANO DA CIDADE DE VIÇOSA - MG**


Otávio Augusto Silva Ribeiro
 Kely de Paula Correa
 Jane Sélia dos Reis Coimbra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061212>

CAPÍTULO 13..... 132

**ANÁLISE DE ROTULAGEM OBRIGATÓRIA DOS PRINCIPAIS ALIMENTOS
 QUE CAUSAM ALERGIAS ALIMENTARES**

Pollyne Sousa Luz
 Tereza Raquel Pereira Tavares
 Maico da Silva Silveira
 Camila Araújo Costa Lira
 Kamila de Lima Barbosa
 Anayza Teles Ferreira
 Antonia Ingrid da Silva Monteiro
 Daniele Campos Cunha
 Maria Luiza Lucas Celestino
 Jamile de Souza Oliveira Tillesse
 Ângelo Márcio Gonçalves dos Santos
 José Diogo da Rocha Viana


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061213>

CAPÍTULO 14..... 141

ANÁLISE DE FARINHAS ARTESANAIS PRODUZIDAS NO MUNICÍPIO DE


MAGÉ - RJ

Ana Paula Ribeiro de Carvalho Ferreira
 João Paulo Guedes Novais
 Valéry Martinez Jean
 Mirian Ribeiro Leite Moura
 Ana Cláudia de Macêdo Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061214>


CAPÍTULO 15..... 156**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE CERVEJAS ARTESANAIS NÃO PASTEURIZADAS, MALTE E LÚPULO DA REGIÃO DO VALE DO CAÍ/RS**

Amanda Zimmermann dos Reis
 Grasielle Griebler
 Rosselei Caiel da Silva
 Rochele Cassanta Rossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061215>


CAPÍTULO 16..... 167**AÇÃO ANTIMICROBIANA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PIMENTA PRETA, SALSA E MANJERICÃO DOCE**

Rafaela Cristina de Campos
 Camila Donadon Peres
 Vinicius Silva de Almeida
 Lara Borghi Virgolin - Unirp
 Mairto Roberis Geromel
 Maria Luiza Silva Fazio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061216>

CAPÍTULO 17..... 173**LIOFILIZAÇÃO E *SPRAY DRYER* COMO MÉTODOS DE SECAGEM PARA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS**


Débora Dolores Souza da Silva Nascimento
 Maria Joanellys dos Santos Lima
 Alessandra Cristina Silva Barros
 Emerson de Oliveira Silva
 Laysa Creusa Paes Barreto Barros Silva
 Aline Silva Ferreira
 Leslie Raphael de Moura Ferraz
 Stéfani Ferreira de Oliveira
 José Lourenço de Freitas Neto
 Rosali Maria Ferreira da Silva
 Larissa Araújo Rolim
 Pedro José Rolim Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061217>

CAPÍTULO 18..... 187**ESTUDO ANATÔMICO, NUTRICIONAL E QUÍMICO DE *Colocasia esculenta***

(L.) Schott - Araceae (Inhame de porco) CULTIVADA POR AGRICULTORES DO MUNICÍPIO DE MAGÉ


Dayane Praxedes da Silva Guedes
Ana Paula Ribeiro de Carvalho Ferreira
Mirian Ribeiro Leite Moura
Ana Cláudia de Macêdo Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061218>

CAPÍTULO 19.....204

ESTUDO ANATÔMICO, NUTRICIONAL E QUÍMICO DE FOLHAS DE *Rhodocactus grandifolius* (Haw.) F.M.Knuth (*Pereskia grandifolia* Haw.) (CACTACEAE) – Ora-pro-nobis


Ana Paula Angelim Franco Pimentel
Mariana Aparecida de Almeida Souza
Mirian Ribeiro Leite Moura
Ana Cláudia de Macêdo Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061219>

CAPÍTULO 20222

ACEPTACIÓN DE LA HAMBURGUESA ELABORADA BÁSICAMENTE CON PULPA DE POTA *Dosidicus gigas* EN LA PROVINCIA DE ILO, 2022


Walter Merma Cruz
Ruth Nelida Ccaso Ccaso
Lucilda Stefani Herrera Maquera
Deisy Yaquelyn Jaliri Ccama
Rosa Micaela Chambe Vega
Ronald Ernesto Callacondo Frisancho
José Luis Mamani Maquera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061220>

CAPÍTULO 21.....235

CUALIDADES NUTRICIONALES EN LA ELABORACIÓN DE HAMBURGUESAS CON PULPA DE POTA *Dosidicus gigas* COMBINADO CON CABALLA *Scomber japonicus peruanus*

Walter Merma Cruz
Jazmin Geraldine Palomino Lopez
Lucilda Stefani Herrera Maquera
Deisy Yaquelyn Jaliri Ccama
Rosa Micaela Chambe Vega
Ronald Ernesto Callacondo Frisancho
José Luis Mamani Maquera


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061221>

CAPÍTULO 22249

ADICIÓN DE QUINUA *Chenopodium quinoa willd* EN LA FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UNA HAMBURGUESA DE POTA *Dosidicus gigas*

Walter Merma Cruz


Lucilda Stefani Herrera Maquera
 Deisy Yaquelyn Jaliri Ccama
 Rosa Micaela Chambe Vega
 Ana Milady Herrera Maquera
 Ronald Ernesto Callacondo Frisancho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061222>

CAPÍTULO 23262

FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA CON PULPA DE POTA *Dosidicus gigas* Y PULPA DE JUREL *Trachurus murphyi* EN LA PROVINCIA DE ILO

Walter Merma Cruz
 Alexander Dallin Tique Aguilar
 Lucilda Stefani Herrera Maquera
 Deisy Yaquelyn Jaliri Ccama
 Rosa Micaela Chambe Vega
 Ronald Ernesto Callacondo Frisancho
 José Luis Mamani Maquera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061223>

CAPÍTULO 24277

VIDA ÚTIL DE LA HAMBURGUESA ARTESANAL FORMULADA CON PULPA DE POTA *Dosidicus gigas* Y ANCHOVETA *Engraulis ringens*

Walter Merma Cruz
 Collens Marjorie Duran Sucasaca
 Lucilda Stefani Herrera Maquera
 Deisy Yaquelyn Jaliri Ccama
 Rosa Micaela Chambe Vega
 Ronald Ernesto Callacondo Frisancho
 José Luis Mamani Maquera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.52922061224>

SOBRE A ORGANIZADORA 291

ÍNDICE REMISSIVO292

LIOFILIZAÇÃO E *SPRAY DRYER* COMO MÉTODOS DE SECAGEM PARA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS

Data de submissão: 09/10/2022

Data de aceite: 01/12/2022

Débora Dolores Souza da Silva Nascimento

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0003-1903-2961>

Maria Joanellys dos Santos Lima

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-1880-5267>

Alessandra Cristina Silva Barros

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-1965-8676>

Emerson de Oliveira Silva

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-1867-9096>

Laysa Creusa Paes Barreto Barros Silva

Universidade Federal De Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-2182-7272>

Aline Silva Ferreira

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-2666-2382>

Leslie Raphael de Moura Ferraz

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-5100-2554>

Stéfani Ferreira de Oliveira

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-4406-5119>

José Lourenço de Freitas Neto

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-7804-3348>

Rosali Maria Ferreira da Silva

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-4139-6035>

Larissa Araújo Rolim

Universidade Federal do Vale do São
Francisco
Petrolina – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-2403-1026>

Pedro José Rolim Neto

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0003-0723-2587>

RESUMO: O Brasil é um país que apresenta uma grande variedade de frutas, no entanto as perdas pós-colheitas atingem altas proporções, em decorrência de fatores como inadequada estocagem e conservação das mesmas. Os métodos de secagem são alternativas viáveis e econômicas para conservação de frutas, dentre os processos de secagem, tem-se a liofilização e o *spray drying*. Neste sentido, esse trabalho possui como objetivo descrever os métodos de secagem liofilização e *spray dryer*, para isso, foi realizado um estudo de caráter exploratório e descritivo do tipo revisão narrativa da literatura. Através do processo de liofilização é possível obter uma melhor conservação dos compostos bioativos das frutas, pela ausência da exposição a temperaturas elevadas, preservando assim características como sabor, flavor, textura e a cor. A secagem por *spray dryer* é a técnica mais econômica por promover uma desidratação rápida, conferindo assim manutenção de qualidade, proporcionando que líquidos ou pastas sejam transformados em produtos secos em uma única etapa.

PALAVRAS-CHAVE: Liofilização. Atomização. Preservação.

LYOPHILIZATION AND SPRAY DRYER AS DRYING METHODS FOR FRUIT PRESERVATION

ABSTRACT: Brazil is a country that has a wide variety of fruits, however post-harvest losses reach high proportions, due to factors such as inadequate storage and conservation of the same. Drying methods are viable and economical alternatives for fruit conservation, among the drying processes, there is lyophilization and spray drying. In this sense, this work aims to describe the methods of lyophilization and spray drying, for this, an exploratory and descriptive study of the type narrative review of the literature was carried out. Through the freeze-drying process, it is possible to obtain a better conservation of the bioactive compounds of the fruits, due to the absence of exposure to high temperatures, thus preserving characteristics such as flavor, flavor, texture and color. Drying by spray drying is the most economical technique for promoting rapid dehydration, thus ensuring quality maintenance, allowing liquids or pastes to be transformed into dry products in a single step.

KEYWORDS: Freeze drying. Atomization. Preservation.

INTRODUÇÃO

O processo de secagem por desidratação é um dos métodos de conservação de alimentos mais antigos no qual ocorre um combinado de transferência de calor e massa para que ocorra a redução da água em uma matéria prima, como um alimento, por exemplo. A desidratação acarreta uma diminuição da atividade de água do produto, ou seja, da quantidade de água livre que se encontra disponível para que ocorra reações microbiológicas, químicas e enzimáticas que são responsáveis pela elevada perecibilidade das frutas e conseqüente perda de alimentos e de seus diferentes produtos durante o transporte e armazenamento (MORAES, 2018; NUNES, 2020).

A desidratação contribui com a redução das perdas pela perecibilidade, possibilitando um maior tempo de consumo de alimentos naturais, pois viabiliza seu aproveitamento

mesmo fora do período da safra. Esse método de conservação proporciona estabilidade, praticidade e facilidade de uso, transporte e armazenamento por produzir um produto mais leve/compacto. A secagem de alimentos, por exemplo, possibilita quando bem executada gerar um alimento nutritivo com a manutenção das suas características sensoriais, possibilitando, ainda, a elaboração de novos produtos com elevado valor agregado que proporciona a motivação dos investimentos de produção e o beneficiamento agrícola (ARAÚJO, 2013; RODRIGUES, 2017; SOARES, 2019).

A eficiência da secagem está diretamente relacionada com as propriedades dos alimentos como o teor de açúcares, extrato etéreo, pectina, amido, umidade e a temperatura de transição vítrea (SOARES, 2019). A adequada execução da técnica de secagem em alimentos promove a concentração da matéria seca sem danificar o tecido, a integridade e a aparência física do alimento. Diferentes métodos de secagem podem ser utilizados desde o método mais tradicional que envolve a secagem solar até aqueles que fazem uso de diferentes tecnologias como a secagem por *spray dryer*, leito de jorro e a liofilização, por exemplo. A escolha do método de secagem deve ser adequada com as propriedades do alimento que se deseja desidratar para que se obtenha um produto com a maior qualidade sensorial e nutricional (OYINLOYE; YOON, 2020).

Os métodos comumente utilizados para secagem de polpas e sucos concentrados de frutas é a liofilização e o *spray dryer*. Neste sentido, esse trabalho possui como objetivo descrever os principais aspectos referentes aos métodos de secagem por liofilização e *spray dryer* com foco em suas utilizações para a conservação de frutas.

METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um estudo de caráter exploratório e descritivo do tipo revisão narrativa da literatura, baseado em pesquisa de artigos em inglês e português, sem limites quanto ao período de publicação. As bases de dados utilizadas foram: Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed e Google Acadêmico, no período de junho - agosto de 2022, foi utilizado o cruzamento de descritores DeCS/MeSH e empregou-se o uso dos operadores booleanos AND/OR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os processos de liofilização e *spray dryer* ocorrem em diferentes condições de temperatura e de tempo, resultando, portanto, em produtos com características diferentes (REZENDE; NOGUEIRA; NARAIN, 2018; RODRIGUES, 2017). A liofilização, no entanto, proporciona a secagem por meio da sublimação da água presente no alimento, possibilitando a preservação das características originais dos alimentos. O *spray dryer* promove a desidratação através do calor, o que pode prejudicar a manutenção dos compostos bioativos

que são em sua maioria termossensíveis (MORAES, 2018; OYINLOYE; YOON, 2020).

Liofilização

A liofilização, também conhecida como criodesidratação ou criosecação, é uma técnica de secagem em que as condições de temperatura e pressão são controladas para que ocorra a manutenção da pressão de vapor (alto vácuo) e da temperatura abaixo do ponto triplo da água (0,6KPa e 0,01°C), para que a água presente no material no estado sólido seja removida através da sublimação. A técnica da liofilização possibilita devido a ausência a exposição de temperaturas elevadas uma melhor conservação dos compostos bioativos, bem como, da atividade antioxidante de substâncias termolábeis como, por exemplo, as vitaminas que são compostos muito presentes em frutas e vegetais (MORAES, 2018; NUNES, 2020; OHORI; YAMASHITA, 2017).

Os produtos obtidos através dessa tecnologia de secagem apresentam vantagens com relação ao armazenamento, a conservação em temperatura ambiente, ao prolongamento do tempo de prateleira em função da diminuição da atividade de água, além da manutenção das características nutritivas e de uma melhor preservação do sabor, flavor, textura e da cor. Logo, a aplicação da liofilização contribuem para a manutenção da funcionalidade e da qualidade do produto, visto que o emprego de baixas temperaturas reduz as reações de degradação de proteínas, amidos e outros carboidratos. Dessa forma, a liofilização contribui com a manutenção das características sensoriais do produto, favorecendo a preservação da qualidade do produto (BERNAERT et al., 2019; RODRIGUES, 2017).

A técnica da liofilização envolve três etapas: congelamento inicial, secagem primária e secagem secundária. O congelamento inicial da amostra é uma etapa muito importante, devido a formação da rede de cristais que funcionará posteriormente como canais que vão possibilitar, assim como facilitar a saída do vapor de água do alimento (RODRIGUES, 2017). A velocidade em que ocorre o resfriamento da amostra possui grande efeito na estrutura final do produto, visto que há influência na morfologia da rede cristalina e consequentemente na distribuição dos poros. Portanto, o congelamento inicial da amostra é uma etapa chave para a desempenho da liofilização e a determinação da qualidade do produto liofilizado (OYINLOYE; YOON, 2020).

O congelamento quando realizado em uma taxa de resfriamento lenta produz cristais de gelo maiores resultando na formação de poros mais largos que facilitam a remoção do vapor de água e proporcionam uma secagem mais rápida (SHALAEV et al., 2019). O inverso ocorre quando é aplicado uma taxa de resfriamento mais rápida, quando se utiliza o nitrogênio líquido, por exemplo. Sendo assim, a constituição de cristais de gelo menores obtidos através do resfriamento rápido ou ultrarrápido promove uma distribuição mais uniforme dos cristais dentro e fora das células que evita o desenvolvimento de danos estruturais significativos nos tecidos celulares, como ruptura e compressões (figura 1) (CAPOZZI; PISANO, 2018).

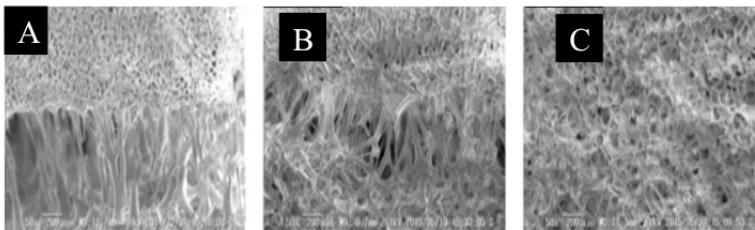


Figura 1: Microestrutura de um corte transversal do bolo liofilizado de uma solução contendo 10% de trealose

Fonte: Adaptado de Ogori e Yamashita (2017). Legenda: A_ bolo liofilizado com a estrutura porosa alterada; B bolo liofilizado com a estrutura porosa alterada; C_ Bolo liofilizado com estrutura porosa uniforme sem alterações na macroestruturais.

Os danos celulares resultantes do colapso dificultam a secagem da amostra, visto que dificultam a taxa de transferência do vapor de água, além de provocar um efeito de aglomeração (*caking*) do material durante a etapa de moagem em função da umidade residual presente no material, comprometendo, dessa forma, a qualidade do produto da liofilização (SHALAEV et al., 2019). Os colapsos ocorrem quando a matriz sólida do alimento não consegue mais suportar o seu peso gerando alterações estruturais da matriz que promovem o encolhimento excessivo do material após a desidratação (OYINLOYE; YOON, 2020). Logo a formação de cristais de gelo que propiciem a geração de elevada porosidade, como observado nos materiais congelados com elevada taxa de resfriamento, ajudam a evitar o colapso e contribuir com a formação de um produto de elevada qualidade com mudanças insignificantes no volume (REZENDE; NOGUEIRA; NARAIN, 2018).

O colapso pode ser resultado também da condução inadequada do processo de secagem, com maior probabilidade de ocorrer durante a secagem primária do que durante a secagem secundária. A secagem primária é a etapa da liofilização em que efetivamente ocorre a desidratação da amostra através da separação dos cristais de gelo do soluto por sublimação. Sendo, portanto, a etapa mais longa do processo (dias), visto que o congelamento e a secagem secundária ocorrem em um período mais curto (horas) (KASPER; FRIESS, 2011). A sublimação é realizada mantendo a pressão de vapor abaixo do ponto triplo da água e a subsequente remoção do vapor de água é promovido por meio da bomba de vácuo, sendo os vapores de água sublimados condensados em serpentina.

A secagem primária promove a desidratação parcial da amostra, visto que o produto ainda pode conter após essa etapa cerca de 15-20% de água não congelada que será desessorvida durante a fase da secagem secundária (KASPER; FRIESS, 2011). A secagem primária é influenciada por diversos fatores, entre eles estão desde a composição da formulação, volume de preenchimento, profundidade de preenchimento, estrutura celular do material, área superficial, até as propriedades do recipiente de suporte (vidros ou metal). Esses fatores exercem influência importante tanto na condutividade térmica como

na transferência de massa (vapor que sai da amostra), pois os dois processos ocorrem de forma simultânea durante a sublimação (RODRIGUES, 2017).

A condutividade térmica é um parâmetro físico importante para que ocorra a transferência de calor necessária a fim de que a mudança de fase da água do estado sólido para o vapor aconteça, uma vez que a sublimação é um processo endotérmico. A transferência de massa, por sua vez, é influenciada pela velocidade (taxa) de congelamento, já que esta vai definir a distribuição dos poros que vão funcionar como rede de canais que conduzirá a eliminação do vapor de água da amostra a ser seca. Logo, tanto a permeabilidade quanto a condutividade estão relacionadas com estrutura do alimento (compacto ou poroso) variando de forma inversa, visto que a transferência de calor aumenta à medida que a camada de gelo (espessura) diminui, enquanto que a permeabilidade, propriedade que contribui com a transferência de massa (vapor d'água) aumenta à medida que o material se torna menos compacto, ou seja, mais poroso, proporcionando avanço frente a sublimação (RODRIGUES, 2017).

No entanto, a etapa de sublimação não é suficiente para eliminar toda água presente no material, sendo necessário seguir com o ciclo de liofilização, normalmente em uma temperatura mais elevada e a baixa pressão. A água não congelada, ou seja, a água líquida fortemente ligada presente normalmente em solutos amorfos será desorvida (evaporada), até que seja alcançado a umidade adequada para cada tipo de material, sendo, considerado um produto estável quando a umidade é reduzido a cerca de 2 a 8% (KASPER; FRIESS, 2011). A desorção de grande parte da água residual ocorre durante a etapa da secagem secundária sendo alcançada após o material parcialmente seco permanecer no liofilizador por cerca de 2 a 6 horas. Logo, a combinação do processo da liofilização possibilita a desidratação de mais de 99% de água da solução inicial diluída (OYINLOYE; YOON, 2020; TERRONI et al., 2013).

O processo de secagem através da liofilização produz produtos de elevada qualidade e praticidade. Os produtos gerados através dessa tecnologia que envolve a sublimação como método de desidratação vão desde os não-biológico, bio-produtos não vivos até organismo vivos. Dessa forma, possibilita, por exemplo, substituir produtos *in natura* e artificiais como aromas, fragrância e sabores sintéticos por produtos naturais desidratados (OYINLOYE; YOON, 2020). Logo, a implementação dessa tecnologia, apesar de apresentar alto custo (equipamento e energia), demandar período razoável (48h) e aumentar a suscetibilidade as reações de oxidação devido a sua natureza porosa, possibilita que indústrias se adequem a crescente exigência do consumidor moderno a um estilo de vida mais saudável. Dentre os principais produtos derivados da liofilização estão os do setor alimentício como as frutas, os legumes e as hortaliças liofilizadas que viabilizam seu consumo independente da sua safra e perecibilidade e os da indústria farmacêutica como os produtos cosméticos e fitoterápicos em cápsulas e mastigáveis (KODAMA et al., 2014; MORAES, 2018; SOARES, 2019).

Spray Dryer

A secagem através do *spray*, ou seja, por meio da atomização ou pulverização é a técnica mais econômica em termo de manutenção de qualidade envolvendo desidratação rápida. Além disso, é um dos métodos mais bem sucedidos quando comparados aos métodos comumente utilizados para desidratação de frutas como a liofilização e a secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*), por exemplo. O *spray dryer* possibilita que líquidos ou pastas sejam transformados em produtos secos em uma única etapa, através da pulverização do material em estudo em um compartimento chamada de câmara de secagem, no qual ocorre o recebimento do fluxo de ar quente (ALMEIDA; SILVA; FERREIRA, 2021; SILVA et al., 2021). A pulverização fornece uma grande área de superfície devido a formação de gotículas finas do líquido em estudo que favorece a produção de um pó com formato regular esférico ou oval, com crosta lisa ou áspera e de elevada solubilidade devido ao pequeno tamanho de suas partículas (geralmente menores que 100 μm). Logo, a rápida evaporação da água, em torno de 5 a 100 segundos, propicia que a elevada temperatura do ar de secagem não afete de forma significativa o material em estudo, contribuindo com a preservação de atributos de qualidades sensíveis ao calor como nutrientes, cor e o sabor (SAMBORSKA, 2019; SANTOS, 2014; SHISHIR; CHEN, 2017).

O processo de secagem através do *spray dryer* é baseado em quatro fases, segundo Gava (1978): a pulverização do líquido, contato do líquido com o ar quente, evaporação da água e a separação do produto em pó do ar de secagem (figura 2). A pulverização ocorre através do auxílio de bombas de alta pressão ou por sistemas de ar pneumáticos, sendo o material pulverizado, por meio de discos ou bicos atomizadores, no interior da câmara de secagem, normalmente, de formato cilíndrico na parte superior e cônico na parte inferior (ALMEIDA; SILVA; FERREIRA, 2021). O processo de secagem pode ocorrer através do fluxo paralelo entre o líquido pulverizado e o ar quente, como também, através do fluxo contracorrente, ou seja, quando o material pulverizado e o ar quente seguem fluxo em posições opostas. O fluxo paralelo é mais utilizado para produtos que apresentam elevada sensibilidade ao calor, já que o contato ocorre entre o produto mais úmido e o ar mais quente. Enquanto no fluxo contracorrente o contato com o ar quente ocorre com a partícula de menor umidade, ou seja, mais seca. No entanto, alguns atomizadores utilizam o sistema misto que combina os dois tipos de fluxo, ou seja, o paralelo e o contracorrente (OLIVEIRA, 2018; VALENTE, 2017).

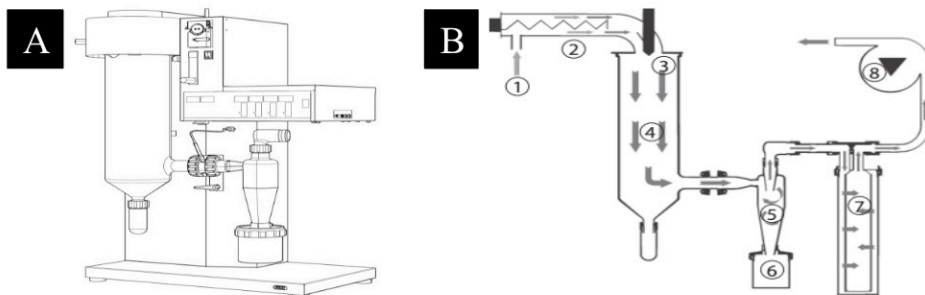


Figura 2. Representação esquemática de funcionamento do mini spray dryer modelo B-290 da Büchi®

Fonte: Adaptado de Büchi (2020). Legenda: a_ Mini Spray Dryer (B-290); B_ esquema de funcionamento do mini spray dryer: 1_entrada do gás; 2_Aquecedor elétrico; 3_entrada concêntrica do gás quente ao redor do bico de pulverização; 4_cilindro de pulverização/ câmara de secagem; 5_ciclone para separar as partículas do fluxo do gás de secagem; 6_coletor das partículas secas; 7_filtro de saída; 8_aspirador para bombear o gás através do sistema.

A desidratação da amostra ocorre na câmara de secagem quase que instantaneamente, visto que a temperatura do ar que entra em contato com a partícula úmida em forma de gotícula varia entre 180 e 230°C. O ar resultante da secagem que apresenta temperatura entre 60 e 100°C, sai pela parte inferior do equipamento passando através de ciclones que contribuem na recuperação das partículas finas por meio da força da gravidade, além de permitir ao mesmo tempo a saída do ar limpo para atmosfera através de chaminés. A qualidade do material seco é dependente das condições do processo de secagem, ou seja, concentração da alimentação, temperatura do ar de secagem de entrada e de saída, vazão de alimentação, vazão do ar do compressor, vazão do ar de secagem, tipo do atomizador e velocidade do atomizador. Sendo desejável obter um material (produto) de maior densidade, baixo teor de umidade e baixa atividade de água, pois a alta densidade reduz os custos de embalagem, transporte e armazenamento, além de contribuir com a fluidez, enquanto a baixa umidade (<5%) e a baixa atividade de água (<0,6) contribui com a estabilidade durante o acondicionamento e armazenamento (ALMEIDA; SILVA; FERREIRA, 2021; SAMBORSKA, 2019; SHISHIR; CHEN, 2017).

Logo, as partículas secas através do processo do *spray dryer* apresentam estabilidade frente a degradação microbiológica e oxidativa, sendo resistentes a reação de escurecimento, reação de hidrólise, oxidação lipídica e a auto oxidação, por exemplo. Portanto, produtos com esse tipo de características são frequentemente objeto de interesse da indústria de alimentos e farmacêutica (SILVA et al., 2021). No entanto, materiais de elevado teor de açúcar como os sucos de frutas e os vegetais apresentam elevada viscosidade e baixa temperatura de transição vítrea que dificultam a secagem por meio dessa técnica, pois frequentemente se depositam nas paredes do equipamento, já que a baixa temperatura de transição vítrea (sacarose: 62°C, frutose: -5°C e glicose: 32°C)

desse tipo de material promove mudanças físicas (adesão, aglomeração e aglutinação) e químicas (cor e aroma) que interferem no rendimento do processo, assim como causa problemas operacionais (SANTOS, 2014). Logo, objetivando melhorar a estabilidade desse tipo de material é interessante controlar a temperatura para que durante o processo de secagem esta se mantenha em torno de 10°C a 20°C acima da temperatura de transição vítrea do produto, de forma que o processo de secagem aconteça em uma temperatura sempre acima da temperatura de transição vítrea (SAMBORSKA, 2019; SHISHIR; CHEN, 2017).

Uma alternativa comumente utilizada para resolver esse tipo de problema decorrente da baixa temperatura de transição vítrea de um material é a adição de agentes carreadores, transportadores, encapsulantes ou adjuvantes de secagem, visto que eles possuem alto peso molecular. Os agentes mais comuns são a goma arábica, maltodextrinas, gelatinas, amidos, pectina, metilcelulose, alginatos, fosfato tricálcico, aerosil e suas combinações (SHISHIR; CHEN, 2017). Esses adjuvantes de secagem devem ser certificados como seguros, atóxicos e biodegradáveis, além de apresentar características desejáveis como elevada solubilidade no solvente do processo, ter a capacidade de formar filmes, além de produzir baixa viscosidade mesmo em altas concentrações, visto que a viscosidade elevada gera partículas maiores com tendência a apresentar um maior teor de umidade residual e, dessa forma, comprometer a estabilidade do produto seco (LARA JUNIOR, 2017; VALENTE, 2017).

A maltodextrina (MD) e o aerosil são exemplos de agente adjuvante frequentemente utilizado no processo de secagem através do *spray dryer*, visto que a adição desse material além de aumentar a temperatura de transição vítrea (T_g), devido ao seu elevado peso molecular, também contribui com o aumento do teor de sólidos nas gotículas formadas. Dessa forma, sua adição favorece a diminuição do teor de umidade e, conseqüentemente, do percentual de água a ser evaporado durante a secagem. A MD é um carboidrato de elevado peso molecular, constituído por uma mistura de polímeros de vários tamanhos (glicose, maltose, oligossacarídeos e polissacarídeos) que apresentam boa eficácia como agente carreador de secagem sendo obtido a partir da hidrólise parcial do amido, com o grau da hidrólise expresso como "equivalente de dextrose ou dextrose equivalente (DE)". Segundo a agência federal do departamento de saúde e serviços humanos dos Estados Unidos (FDA) a MD é um polímero de sacarídeo nutritivo não tão doce quanto a sacarose, composto por unidades de D-glicose ligadas através da cadeia alfa 1-4 com DE menor que 20, pois os que apresentam DE acima deste valor são considerados xaropes de glicose (LARA JUNIOR, 2017; VALENTE, 2017).

As MDs de menor DE (5-10) apresentam maior T_g (188-205,5°C), enquanto as de maior DE apresentam menor T_g . Logo, como o efeito de aumento da temperatura de transição vítrea é responsável por reduzir a higroscopicidade dos pós, as MDs de maior DE possuem tendência a promover a aglomeração (*caking*) do pó (SAMBORSKA, 2019). No

entanto, o elevado valor de DE apresenta elevada correlação com a estabilidade oxidativa conferida ao núcleo, visto que aumenta a barreira ao oxigênio. Logo, a MD apresenta efeito antioxidante, além de uma excelente retenção dos compostos voláteis (65-80%) (LARA JUNIOR, 2017). Esse tipo de polímero possui sabor neutro, ausência de odor, solubilidade em água, fácil digestão, baixo custo, baixa higroscopicidade e baixa viscosidade em elevada concentração, além de propiciar aos pós obtidos com a adição da MD propriedades físicas bem definidas. Diante dessas propriedades os amidos modificados vêm sendo utilizados na secagem de sucos de frutas e na encapsulação de compostos bioativos e substâncias voláteis, já que esse adjuvante confere boa proteção e estabilidade ao material (FREITAS et al., 2019; VALENTE, 2017).

O dióxido de silício coloidal conhecido como Aerosil® ou sílica coloidal é frequentemente utilizado na indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia, pois é considerado segundo a FDA, bem como, pelas agências reguladoras do Reino Unido e Canadá como um material seguro que pode ser administrado em aplicações biomédicas, assim como nas formulações de bebidas e alimentos por ser biocompatível (BLANCO, 2021; LACERDA-SANTOS et al., 2020; ROWE; SHESKEY; QUINN, 2009; SHAROYKO et al., 2021; SOARES, 2018). O silício é terceiro mineral mais abundante no corpo humano sendo encontrado na forma de ácido silícico em vários tecidos como ossos, tendões, pele, cabelos e unhas, apresentando, portanto, importante papel estrutural já que participa da síntese de colágeno, elastina e ácido hialurônico (SCHOLZE, 2015). Sendo assim, o Aerosil® apresenta efeitos adversos apenas em doses maiores que 50.000 ppm com uma LD50 (rat, oral), ou seja, dose capaz de levar a óbito 50% da população administrada de 3.16g/kg (ROWE; SHESKEY; QUINN, 2009).

O Aerosil® é obtido através da hidrólise de chama de clorosilanos como tetracloreto de silício a 1800°C seguida de um resfriamento rápido que viabiliza a formação de um produto amorfo. O resultado de sua síntese é um pó fino, branco, hidrofílico de baixa densidade e elevada área superficial (100-400 m²/g) que é utilizado na indústria farmacêutica como adjuvante em processos de secagem como no caso do *spray dryer*, visto que, devido a sua capacidade absorvente, esse adjuvante proporciona uma diminuição do acúmulo do produto no equipamento favorecendo, assim, o aumento no rendimento do processo de secagem (BLANCO, 2021; ROWE; SHESKEY; QUINN, 2009; SOARES; PEREIRA, 2020).

Na indústria farmacêutica, além da capacidade absorvente do Aerosil® favorecer o processo de secagem, ela também contribui com o controle da reologia do produto, já que proporciona uma diminuição das forças intermoleculares como as ligações de hidrogênio, por exemplo. Portanto, a capacidade de absorver água sem se liquefazer propicia um aumento da distância entre as partículas colaborando com a diminuição do travamento mecânico em função do atrito, assim como observado em decorrência da sua capacidade de adesão à superfície das partículas. A adesão do Aerosil® a partícula proporciona diminuição de espaços vazios provenientes da irregularidade/rugosidade da superfície,

melhorando a morfologia do pó, a distribuição de tamanho e conseqüentemente da fluidez (BLANCO, 2021; CHAUHAN; SHIMPI; PARADKAR, 2005; WANG et al., 2022).

Esses adjuvantes facilitam não só o processo de secagem, como também o transporte e a conservação tanto dos produtos farmacêuticos e cosméticos como dos alimentos. A aplicação desses adjuvantes, no caso das frutas, por exemplo, favorece a redução da higroscopicidade, característica comum a esse tipo de material, além de contribuir com a proteção dos componentes termossensíveis presentes na matéria prima, como a vitamina C (BLANCO, 2021). Sendo assim, os adjuvantes contribuem de forma significativa no processo de secagem dos produtos de elevada higroscopicidade, pois ao diminuir a adesão do material nas paredes do equipamento favorecem o aumento do rendimento (SOARES, 2018). Os produtos resultantes do processo de secagem quando associados com adjuvantes de secagem apresentam baixo teor de umidade residual e conseqüentemente baixa reatividade entre seus componentes, além de menor volatilidade que contribui com a melhor preservação de sabores e odores (SILVA et al., 2021).

Dessa forma, a concentração dos adjuvantes de secagem exercerá influência na umidade residual do produto, na retenção de pigmentos, no tamanho de partícula, na densidade aparente e no rendimento (SOARES, 2018). Não existe, no entanto, uma concentração recomendada, visto que essas características citadas apresentam variabilidade de acordo com as características da amostra e do objetivo da secagem. Logo, a concentração e a escolha do agente transportador devem ser ajustadas através do processo de tentativa e erro baseado nas características que se deseja obter no produto ao final do processo de secagem (SILVA et al., 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As frutas sofrem deterioração com muita facilidade e, diante desse problema, técnicas de conservação dos alimentos são essenciais para prevenção de perdas pela perecibilidade das mesmas. Dentre os métodos de conservação, encontra-se a secagem como sendo uma das mais utilizadas. São inúmeras as vantagens da secagem, que proporcionam redução do custo de transporte e de armazenamento em relação a outros processos, além da criação de condições desfavoráveis para o crescimento microbiano no alimento.

Liofilização e *Spray dryer* fazem parte da relação de métodos de secagem mais utilizados na preservação de frutas. A liofilização, por utilizar baixas temperaturas em seu processamento, resulta em produtos de alto valor agregado, pois proporciona a retenção de grande parte dos nutrientes originais e superar as perdas dos aromas nos alimentos. A secagem por atomização (*spray dryer*) representa uma alternativa viável por ser um processo contínuo em um tempo de secagem relativamente curto, através de uma rápida evaporação que permite o aumento da vida útil do produto e uma maior estabilidade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. C. DE; SILVA, V. A.; FERREIRA, H. S. Efeito do agente carreador na obtenção e caracterização do suco da laranja (*Citrus sinensis*) por atomização. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e49410212739, 2021.
- ARAÚJO, S. R. F. DE. **Elaboração de Misturas em Pó das Polpas de Mamão e Acerola**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2013.
- BERNAERT, N. et al. Innovative refractance window drying technology to keep nutrient value during processing. **Trends in Food Science & Technology**, v. 84, p. 22–24, 2019.
- BLANCO, D. Effect of colloidal silicon dioxide and moisture on powder flow properties: Predicting in-process performance using image-based analysis. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 597, p. 120344, 2021.
- CAPOZZI, L. C.; PISANO, R. Looking inside the 'black box': Freezing engineering to ensure the quality of freeze-dried biopharmaceuticals. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 129, p. 58–65, 2018.
- CHAUHAN, B.; SHIMPI, S.; PARADKAR, A. Preparation and evaluation of glibenclamide-polyglycolized glycerides solid dispersions with silicon dioxide by spray drying technique. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 26, p. 219–230, 2005.
- FREITAS, E. DE F. M. et al. Efeito da maltodextrina no sumo da polpa de abacaxi Pérola atomizado. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 271–280, 2019.
- KASPER, J. C.; FRIESS, W. The freezing step in lyophilization: Physico-chemical fundamentals, freezing methods and consequences on process performance and quality attributes of biopharmaceuticals. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 78, n. 2, p. 248–263, 2011.
- KODAMA, T. et al. Optimization of secondary drying condition for desired residual water content in a lyophilized product using a novel simulation program for pharmaceutical lyophilization. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 469, n. 1, p. 59–66, 2014.
- LACERDA-SANTOS, R. et al. In vivo biocompatibility of silicon dioxide nanofilm used as antimicrobial agent on acrylic surface. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, n. 1, p. 1–9, 2020.
- LARA JUNIOR, J. M. **Obtenção de Polpa de Manga (*Mangifera Indica L.*) em Pó pelo Processo em Spray-Dryer**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2017.
- MORAES, F. P. DE. **Abordagem Quimiométrica e Avaliação Físico-Química, Bioativa e Biológica in vitro da Acerola (*Malpighia Emarginata*) in Natura e Liofilizada**. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2018.
- NUNES, N. S. S. **Obtenção de compostos fenólicos em pó por liofilização a partir da torta residual de pequi**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2020.

OHORI, R.; YAMASHITA, C. Effects of temperature ramp rate during the primary drying process on the properties of amorphous-based lyophilized cake, Part 1: Cake characterization, collapse temperature and drying behavior. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, v. 39, p. 131–139, 2017.

OLIVEIRA, K. DE S. **Modelagem e simulação do processo de microencapsulação de lipídios por spray drying**. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, 2018.

OYINLOYE, T. M.; YOON, W. B. Effect of freeze-drying on quality and grinding process of food produce: A review. **Processes**, v. 8, n. 3, 1 mar. 2020.

REZENDE, Y. R. R. S.; NOGUEIRA, J. P.; NARAIN, N. Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (*Malpighia emarginata* DC) pulp and residue by spray and freeze drying: Chemical, morphological and chemometric characterization. **Food Chemistry**, v. 254, n. November 2017, p. 281–291, 2018.

RODRIGUES, B. K. M. **Liofilização de polpa de manga (*Mangifera Indica L.*) c.v tommy atkins: condições de secagem e estabilidade**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2017.

ROWE, R. C.; SHESKEY, P. J.; QUINN, M. E. (EDS.). **Handbook of Pharmaceutical Excipients**. Sixth edit ed. London. Chicago: Pharmaceutical Press. RPS, 2009.

SAMBORSKA, K. Powdered honey – drying methods and parameters, types of carriers and drying aids, physicochemical properties and storage stability. **Trends in Food Science & Technology**, v. 88, p. 133–142, 2019.

SANTOS, L. M. D. L. **Produção de Pó de Acerola Verde via Atomização Spray Drying para Elaboração de Sorvete Enriquecido com Vitamina C**. [s.l.] INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ IFCE, 2014.

SCHOLZE, A. F. A. A importância do mineral silício na estética. **Revista Brasileira de Nutrição Funcional**, v. 62, p. 39–43, 2015.

SHALAEV, E. et al. Freezing of Aqueous Solutions and Chemical Stability of Amorphous Pharmaceuticals: Water Clusters Hypothesis. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 108, n. 1, p. 36–49, 2019.

SHAROYKO, V. V. et al. Biocompatibility of a nanocomposite based on Aerosil 380 and carboxylated fullerene C 60 [C (COOH) 2] 3. **Journal of Biotechnology**, v. 331, p. 83–98, 2021.

SHISHIR, M. R. I.; CHEN, W. Trends of spray drying: A critical review on drying of fruit and vegetable juices. **Trends in Food Science & Technology**, v. 65, p. 49–67, 2017.

SILVA, A. B. S. E et al. Técnicas de secagem de frutas: uma revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 10, p. 85–105, 2021.

SOARES, A. C. **Secagem da Polpa de Jambolão (*Syzygium Cumini*) em Secador de Leito de Jorro: Efeito da Clara de Ovo como Agente Carreador de Secagem da Qualidade Do Produto**. [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO, 2018.

SOARES, A. C.; PEREIRA, N. R. Secagem da polpa de jambolão (*Syzygium cumini*) em secador de leite de jorro: efeito da clara de ovo como agente carreador de secagem na qualidade do produto. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. 1–15, 2020.

SOARES, S. C. DE M. D. **Secagem das polpas de acerola (*malpighia emarginata DC*) e goiaba (*psidium guajava l.*) Em leite de jorro: efeitos da adição do leite e da proteína do leite no desempenho do processo e caracterização do produto em pó.** [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

TERRONI, H. C. et al. Liofilização. **Revista Científica UNILAGO**, p. 271–284, 2013.

VALENTE, M. DA C. DA C. **Processamento do extrato formulado antociânico de açai (*euterpe oleracea mart.*) Em spray dryer para obtenção de corante em pó.** [s.l.] Universidade Federal do Pará, 2017.

WANG, B. et al. A critical review on granulation of pharmaceuticals and excipients: Principle, analysis and typical applications. **Powder Technology**, v. 401, p. 117329 Análise, 2022.

A

Alergias alimentares 132, 133, 134

Alimentação escolar 41, 42, 44, 45, 52

Alimentos 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 19, 20, 21, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 46, 50, 51, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 65, 66, 68, 70, 75, 76, 77, 80, 81, 82, 83, 87, 88, 89, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 147, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 165, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 174, 175, 180, 182, 183, 189, 194, 197, 200, 201, 202, 203, 205, 215, 216, 218, 219, 220, 221, 223, 224, 254, 260, 262, 277, 278, 280, 290

Anorexia nervosa 66, 67

Antimicrobiano 129, 168, 171, 172

Antinutricionais 154, 191, 196, 201, 216, 219, 221

Atividade antioxidante 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 176

B

Banco de leite humano 122, 123

C

Cerveja artesanal 156, 159, 162, 163, 164

Composição centesimal 124, 126, 142, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 191, 193, 194, 209, 210, 217

Composição nutricional 41, 44, 47, 126, 127, 146, 204, 205, 217

Compostos fenólicos 77, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 184, 196, 204, 209, 210, 215, 216

Constipação 49, 50, 75, 76, 79, 80, 82, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91

Consumidor 32, 133, 137, 138, 139, 140, 164, 178, 224, 236, 260, 267, 278

Consumo alimentar 19, 76, 80, 87, 88, 93, 102, 105, 106, 109

Criança 1, 2, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 63

D

Desnutrição 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 60, 75, 76

Desperdícios de alimentos 29, 30, 32, 36, 39

Doenças crônicas não transmissíveis 77, 89, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 114, 119, 120, 121, 206

E

Educação nutricional 18, 94, 97, 98, 99, 101, 102, 139

Envelhecimento 49, 63, 88, 92, 93, 100, 101, 103

Escolares 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 120, 121

Especiarias 168, 172

Estado nutricional 4, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 56, 58, 60, 61, 63, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 77, 80, 88, 92, 93, 112, 114, 118, 120, 140

Estudantes 42, 45, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 91

F

Farinhas artesanais 141, 142, 147

Fibras alimentares 8, 75, 76, 77, 81, 88, 89

Frutas 4, 5, 6, 7, 33, 34, 37, 57, 77, 81, 82, 87, 88, 94, 98, 99, 113, 141, 145, 162, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 180, 182, 183, 185

G

Gestante 4, 5, 6, 9

H

Hábitos alimentares 4, 7, 9, 45, 58, 59, 66, 72, 74, 75, 76, 83, 84, 86, 88, 92, 93, 99, 194, 218

Hamburguesa 222, 224, 225, 226, 227, 228, 231, 233, 240, 242, 246, 247, 248, 249, 250, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 263, 265, 266, 268, 271, 274, 276, 277, 278, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 288

I

Idoso 89, 92, 94, 95, 97, 100, 101, 102, 103

Industrializados 6, 7, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 200, 205

Inhame de porco 187, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 201

Instituição filantrópica 94

Internação hospitalar 11, 12, 15, 16, 25, 26

L

Lactação 2, 123, 126

Leite humano 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

Liofilização 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 183, 184, 185, 186

M

Macronutrientes 20, 23, 33, 60, 88, 122, 127, 152, 155, 203

Micronutrientes 9, 23, 24, 33, 57, 60, 61, 65, 88

Molusco 225, 250, 263

N

Nutrientes 2, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 17, 20, 23, 33, 48, 65, 68, 75, 76, 77, 80, 82, 86, 97, 99, 103, 106, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 123, 126, 130, 142, 143, 146, 147, 152, 179, 183, 188, 189, 194, 201, 205, 206, 224, 225

O

Obesidade 8, 88, 101, 110, 118, 120, 121, 155, 203

Óleos essenciais 6, 164, 167, 169, 170, 171, 172

Ora-pro-nobis 204, 205, 206, 207

P

Pasteurização 106, 122, 124, 126

Perfil nutricional 19, 27, 111, 112, 113, 120, 121

Planejamento alimentar 7

Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) 42, 44, 52, 143, 154, 155, 188, 189, 202, 205, 206, 220

Pré-natal 8, 9

Q

Quinoa 233, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 258, 259, 260

R

Rótulos de alimentos 135, 136, 140

S

Saúde 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 28, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 74, 75, 77, 78, 80, 81, 84, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 118, 119, 120, 121, 130, 132, 133, 138, 139, 154, 156, 157, 164, 168, 172, 181, 199, 200, 218, 221, 290

Secagem 142, 144, 148, 154, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 202, 209

Seletividade alimentar 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63




Spray dryer 174, 175, 179, 180, 181, 182, 183, 186

T

Transtornos alimentares 56, 59, 67, 72

V

Vigorexia 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

2

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

2