



**Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)**

Avanços e Desafios da Nutrição 4

Atena
Editora
Ano 2019

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Avanços e Desafios da Nutrição 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof^a Dr^a Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A946	Avanços e desafios de nutrição 4 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-343-9 DOI 10.22533/at.ed.439192405 1. Nutrição – Pesquisa – Brasil. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série. CDD 613.2
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O *e-book* *Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil 4*, traz um olhar multidisciplinar e integrado da nutrição com a Ciência e Tecnologia de Alimentos. A presente obra é composta de 66 artigos científicos que abordam assuntos de extrema importância relacionados à nutrição e a tecnologia de alimentos. O leitor irá encontrar assuntos que abordam temas como as boas práticas de manipulação e condições higiênico-sanitária e qualidade de alimentos; avaliações físico-químicas e sensoriais de alimentos; rotulagem de alimentos, determinação e caracterização de compostos bioativos; atividade antioxidante, antimicrobiana e antifúngica; desenvolvimento de novos produtos alimentícios; insetos comestíveis; corantes naturais; tratamento de resíduos, entre outros.

O *e-book* também apresenta artigos que abrangem análises de documentos como patentes, avaliação e orientação de boas práticas de manipulação de alimentos, hábitos de consumo de frutos, consumo de alimentos do tipo lanches rápidos, programa de aquisição de alimentos e programa de capacitação em boas práticas no âmbito escolar.

Levando-se em consideração a importância de discutir a nutrição aliada à Ciência e Tecnologia de Alimentos, os artigos deste *e-book*, visam promover reflexões e aprofundar conhecimentos acerca dos temas apresentados. Por fim, *desejamos a todos uma excelente leitura!*

Natiéli Piovesan e Vanessa Bordin Viera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

EFEITO DAS COBERTURAS COMESTÍVEIS E O TEMPO DE SECAGEM NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE MAÇÃS 'ROYAL GALA' MINIMAMENTE PROCESSADAS

Rufino Fernando Flores Cantillano
Jardel Araujo Ribeiro
Mauricio Seifert
Carla Ferreira Silveira
Daiane Nogueira
Leonardo Nora

DOI 10.22533/at.ed.4391924051

CAPÍTULO 2 17

EFEITO DO PROCESSAMENTO EM ALTAS PRESSÕES HIDROSTÁTICAS NAS PROPRIEDADES DOS ALIMENTOS: UMA BREVE REVISÃO

Christian Alley de Aragão Almeida
Lucas Almeida Leite Costa Lima
Patrícia Beltrão Lessa Constant
Maria Terezinha Santos Leite Neta
Narendra Narain

DOI 10.22533/at.ed.4391924052

CAPÍTULO 3 32

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE COAGULANTES NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DO RIO NEGRO

Wenderson Gomes Dos Santos
Ana Flávia Amâncio de Oliveira
Carolina Lima dos Santos
Jaqueline Araújo Cavalcante
Jocélia Pinheiro Santos
Larissa Fernanda Rodrigues
Lucas Martins Girão
Rachel de Melo Verçosa
Talissa Luzia Vieira da Silva
Victor Nogueira Galvão

DOI 10.22533/at.ed.4391924053

CAPÍTULO 4 38

ELABORAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS BOVINOS UTILIZANDO EXTRATOS DE ESPECIARIAS AROMÁTICAS COMO ADITIVO ALIMENTAR NATURAL

Silvana Maria Michelin Bertagnolli
Aline de Oliveira Fogaça
Luana da Silva Portella

DOI 10.22533/at.ed.4391924054

CAPÍTULO 5 49

ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE PRODUTO CÁRNEO TIPO HAMBÚRGUER DE PEITO DE PERU ACRESCIDO DE FARELO DE AVEIA

Patrícia Aparecida Testa
Dayane Sandri Stellato
Krishna Rodrigues de Rosa
Márcia Helena Scabora
Xisto Rodrigues de Souza

DOI 10.22533/at.ed.4391924055

CAPÍTULO 6 55

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AGUARDENTE MISTA DE CALDO DE CANA E CAJÁ (*Spondias mombin* L)

Alexandre da Silva Lúcio
Mércia Melo de Almeida Mota
Ângela Maria Santiago
Deyzi Santos Gouveia
Rebeca de Lima Dantas

DOI 10.22533/at.ed.4391924056

CAPÍTULO 7 66

ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MANUAL DE BOAS PRÁTICAS EM COZINHAS DE ESCOLAS DA REDE ESTADUAL DE ENSINO DE TRÊS PASSOS – RS

Glaciela Cristina Rodrigues da Silva Scherer
Fernanda Hart Weber
Josiane Pasini

DOI 10.22533/at.ed.4391924057

CAPÍTULO 8 75

EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS POR ULTRASSOM DAS SEMENTES DE INGÁ (*Inga marginata* Willd)

Déborah Cristina Barcelos Flores
Caroline Pagnossim Boeira
Bruna Nichelle Lucas
Jamila dos Santos Alves
Natiéli Piovesan
Vanessa Bordin Viera
Marcela Bromberger Soquetta
Jéssica Righi da Rosa
Grazielle Castagna Cezimbra Weis
Claudia Severo da Rosa

DOI 10.22533/at.ed.4391924058

CAPÍTULO 9 87

ESTABILIDADE DE ESPUMA DE OVOS DE SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO AO LONGO DA SUA VIDA DE PRATELEIRA

Bruna Poletti
Maitê de Moraes Vieira
Daniela Maia

DOI 10.22533/at.ed.4391924059

CAPÍTULO 10 94

FATORES ANTINUTRICIONAIS EM GRÃOS DE QUINOA

Antonio Manoel Maradini Filho
João Tomaz da Silva Borges
Mônica Ribeiro Pirozi
Helena Maria Pinheiro Sant'Ana
José Benício Paes Chaves
Eber Antonio Alves Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.43919240510

CAPÍTULO 11 107

IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ LOCALIZADA EM BARREIRAS - BA

Rafael Fernandes Almeida
Miriam Stephanie Nunes de Souza
Patrícia de Magalhães Prado
Camila Filgueira de Souza
Frederick Coutinho de Barros

DOI 10.22533/at.ed.43919240511

CAPÍTULO 12 116

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM DE UMBU (*Spondias tuberosa*) EM CAMADA DE ESPUMA

Cesar Vinicius Toniciolli Riguetto
Loraine Micheletti Evaristo
Maiara Vieira Brandão
Claudineia Aparecida Queli Geraldi
Lara Covre
Raquel Aparecida Loss

DOI 10.22533/at.ed.43919240512

CAPÍTULO 13 126

INSETOS COMESTÍVEIS: PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR

Igor Sulzbacher Schardong
Joice Aline Freiberg
Alexandre Arthur Gregoski Kazmirski
Natielo Almeida Santana
Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

DOI 10.22533/at.ed.43919240513

CAPÍTULO 14 134

KEFIR INTEGRAL ADOÇADO COM ADIÇÃO DE GELEIA DE MORANGO E AVEIA EM FLOCOS

Natasha Sékula
Andressa Aparecida Surek
Andressa Ferreira da Silva
Carla Patrícia Boeing de Medeiros
Natalia Schmitz Ribeiro da Silva
Herta Stutz
Katielle Rosalva Voncik Córdova

DOI 10.22533/at.ed.43919240514

CAPÍTULO 15 143

MICROENCAPSULAÇÃO DE D-LIMONENO E APLICAÇÃO EM FILMES BIODEGRADÁVEIS DE QUITOSANA E GELATINA

Marcella Vitoria Galindo
João Augusto Salviano de Medeiros
Lyssa Setsuko Sakanaka
Carlos Raimundo Ferreira Grosso
Marianne Ayumi Shirai

DOI 10.22533/at.ed.43919240515

CAPÍTULO 16 149

OBTENÇÃO DE GELATINA E CMS DE TILÁPIA E SEU EFEITO COMBINADO NA QUALIDADE DE NUGGETS

Rayanne Priscilla França de Melo
Sthelio Braga da Fonseca
Rayssa do Espírito Santo Silva
Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

DOI 10.22533/at.ed.43919240516

CAPÍTULO 17 161

OCORRÊNCIA DE MICOTOXINAS EM FARELO DE SOJA, FARELO DE TRIGO, MILHO E SORGO NO BRASIL NOS ANOS DE 2016 E 2017

Vivian Feddern
Indianara Fabíola Weber
Ana Júlia Neis
Oneida Francisca de Vasconcelos Vieira
José Clóvis Vieira
Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima

DOI 10.22533/at.ed.43919240517

CAPÍTULO 18 172

PHYSICAL-CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF JELLIES PREPARED WITH PETALS OF ROSES

Felipe de Lima Franzen
Mari Silvia Rodrigues de Oliveira
Ana Paula Gusso
Janine Farias Menegaes
Maritiele Naissinger da Silva
Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

DOI 10.22533/at.ed.43919240518

CAPÍTULO 19 184

PLANT-BASED ANTIMICROBIAL PACKAGING

Tuany Gabriela Hoffmann
Daniel Peters Amaral
Betina Louise Angioletti
Matheus Rover Barbieri
Sávio Leandro Bertoli
Carolina Krebs de Souza

DOI 10.22533/at.ed.43919240519

CAPÍTULO 20 192

POLPA E GELEIA DE FRUTOS DE UMBUZEIRO: ANÁLISES COMPARATIVAS DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Cristina Xavier dos Santos Leite
Márcia Soares Gonçalves
Ingrid Alves Santos
Márjorie Castro Pinto Porfirio
Marília Viana Borges
Marcondes Viana Silva

DOI 10.22533/at.ed.43919240520

CAPÍTULO 21 199

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE AVEIA PRODUZIDA EM CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

Cintia Cassia Tonieto Gris
Valéria Hartmann
Luiz Carlos Gutkoski
Matheus Tumelero Crestani

DOI 10.22533/at.ed.43919240521

CAPÍTULO 22 204

PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO FOTO-FENTON PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA

Magda Maria Oliveira Inô
Tatielly de Jesus Costa
Vanessa Regina Kunz
Frederick Coutinho de Barros

DOI 10.22533/at.ed.43919240522

CAPÍTULO 23 213

PROGRAMA DE AQUISIÇÃO DE ALIMENTOS: PROMOÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL E HÁBITOS ALIMENTARES SAUDÁVEIS A VULNERÁVEIS

Daniele Custódio Gonçalves das Neves
Kátia Cilene Tabai

DOI 10.22533/at.ed.43919240523

CAPÍTULO 24 223

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM BOAS PRÁTICAS NO ÂMBITO ESCOLAR

Simone de Castro Giacomelli
Ana Lúcia de Freitas Saccol
Maritiele Naissinger da Silva
Adriane Rosa Costódio
Claudia Cristina Winter
Luisa Helena Hecktheuer

DOI 10.22533/at.ed.43919240524

CAPÍTULO 25 239

PRODUÇÃO DE LINGUIÇA FRESCAL E DEFUMADA DE CARPA CAPIM (*Ctenopharyngodon idella*)

Danieli Ludwig
José Mario Angler Franco
Camila Jeleski Carlini
Mariana Costa Ferraz
Gislaine Hermanns
Melissa dos Santos Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.43919240525

CAPÍTULO 26	246
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROPARTÍCULAS DE <i>Spirulina</i>	
Cíntia Guarienti	
Leticia Eduarda Bender	
Telma Elita Bertolin	
Neila Silvia Pereira dos Santos Richards	
DOI 10.22533/at.ed.43919240526	
CAPÍTULO 27	255
PROMOÇÃO DA SAÚDE NA ESCOLA: DESCOBRINDO OS ALIMENTOS	
Ana Paula Daniel	
Priscilla Cardoso Martins Nunes	
Jackson Rodrigo Flores da Silva	
Andréia Cirolini	
Leonardo Germano Krüger	
Vanessa Pires da Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.43919240527	
CAPÍTULO 28	262
QUALIDADE DE ALBÚMEN DE OVOS DE POEDEIRAS COM IDADE DE POSTURA AVANÇADA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO	
Bruna Poletti	
Maitê de Moraes Vieira	
Daniela Maia	
DOI 10.22533/at.ed.43919240528	
CAPÍTULO 29	269
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA: BAGAÇO DE MALTE EXTRUSADO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	
Tatielly de Jesus Costa	
Magda Maria Oliveira Inô	
Vanessa Regina Kunz	
Frederick Coutinho de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.43919240529	
CAPÍTULO 30	279
RESISTÊNCIA AO TRATO GASTROINTESTINAL DE MICROCAPSULAS PROBIÓTICAS OBTIDAS POR COACERVAÇÃO COMPLEXA ASSOCIADA À RETICULAÇÃO ENZIMÁTICA	
Thaiane Marques da Silva	
Vandré Sonza Pinto	
Carlos Raimundo Ferreira Grosso	
Cristiane de Bona da Silva	
Cristiano Ragagnin de Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.43919240530	
CAPÍTULO 31	287
SEGURANÇA ALIMENTAR E ESCOLHAS ALIMENTARES DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS PELO PROGRAMA BOLSA FAMÍLIA NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL-RS	
Janaína Cristina da Silva	
Juliana Rombaldi Bernardi	
Francisco Stefani Amaro	
DOI 10.22533/at.ed.43919240531	

CAPÍTULO 32 301

TEOR E RENDIMENTO DE EXTRATOS DE FLORES MEDICINAIS E AROMÁTICAS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Felipe de Lima Franzen
Henrique Fernando Lidório
Janine Farias Menegaes
Giane Magrini Pigatto
Mari Silvia Rodrigues de Oliveira
Leadir Lucy Martins Fries

DOI 10.22533/at.ed.43919240532

CAPÍTULO 33 315

VAZÃO DE ÁGUA EM CHILLER INDUSTRIAL: ESTUDO DA INFLUÊNCIA NA TEMPERATURA DA CARÇA DE FRANGO

Krishna Rodrigues de Rosa
Elaine de Arruda Oliveira Coringa
Xisto Rodrigues de Souza

DOI 10.22533/at.ed.43919240533

SOBRE AS ORGANIZADORAS 322

EFEITO DO PROCESSAMENTO EM ALTAS PRESSÕES HIDROSTÁTICAS NAS PROPRIEDADES DOS ALIMENTOS: UMA BREVE REVISÃO

Christian Alley de Aragão Almeida

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

Lucas Almeida Leite Costa Lima

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

Patrícia Beltrão Lessa Constant

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

Maria Terezinha Santos Leite Neta

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

Narendra Narain

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

RESUMO: Aplicar altas pressões hidrostáticas como processo de conservação de alimentos ganhou notoriedade nas últimas décadas, pois é uma técnica, que a depender da matriz, consegue manter as características sensoriais inerentes ao alimento, o que não se consegue aplicando métodos convencionais de conservação, como por exemplo, o uso de altas temperaturas. A busca por produtos que possuam semelhanças com o alimento que o originou vem crescendo e o consumidor está cada vez mais exigente. Usar altas pressões hidrostáticas ainda é um método relativamente

novo e se tem pesquisado muito sobre os efeitos que este método causa nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas dos alimentos. Mudanças físicas foram relatadas por alguns pesquisadores, como, alterações na textura, consistência e viscosidade. Há também estudos que avaliam as mudanças dos componentes químicos dos alimentos como, efeito sobre a água, carboidratos, polissacarídeos, proteínas, enzimas e micronutrientes. Pesquisadores também reportaram o efeito sobre os microrganismos, fator crucial para a preservação do alimento. Eles constataram que células vegetativas são facilmente eliminadas com pressões moderadas, enquanto a forma esporulada exige mais do processo. Alguns pesquisadores observaram que a combinação de pressão, temperatura e tempo podem ser efetivos na germinação com a consequente destruição dos esporos. Assim, vários pesquisadores denotam que esta técnica é muito útil para a preservação de alimentos, porém o tempo de vida de prateleira que ela proporciona ainda é menor que a dos métodos tradicionais, ela também pode alterar algumas características sensoriais, todavia deve-se considerar o estado físico do alimento e a sua composição química.

PALAVRAS-CHAVE: Pressão, conservação, alimentos.

ABSTRACT: Applying high hydrostatic pressures as a food preservation process has gained notoriety in the last decades, since it is a technique that, depending on the matrix, can maintain the sensorial characteristics inherent to the food, which can not be achieved by applying conventional conservation methods, such as , the use of high temperatures. The search for products that have similarities with the food that originated has been growing and the consumer is increasingly demanding. Using high hydrostatic pressures is still a relatively new method and much research has been done on the effects of this method on the physical, chemical and microbiological properties of food. Physical changes have been reported by some researchers, such as changes in texture, consistency and viscosity. There are also studies that evaluate changes in the chemical components of foods such as, effect on water, carbohydrates, polysaccharides, proteins, enzymes and micronutrients. Researchers also reported the effect on microorganisms, a crucial factor in preserving food. They found that vegetative cells are easily eliminated with moderate pressures, while the sporulated form requires more of the process. Some researchers have observed that the combination of pressure, temperature and time can be effective in germination with the consequent destruction of spores. Thus, several researchers point out that this technique is very useful for food preservation, but the shelf life it provides is still lower than that of traditional methods, it may also alter some sensory characteristics, however one should consider the physical state of the food and its chemical composition.

KEYWORDS: Pressure, preservation, foods.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia com o passar dos anos tem buscado a utilização de novas técnicas de conservação de alimentos, com o intuito de produzir produtos seguros, mais saudáveis, com menor quantidade ou nenhuma utilização de aditivos. Isto ocorre devido à grande exigência do mercado consumidor para o consumo de alimentos frescos, que não causem riscos à saúde, palatáveis, com grande valor agregado e com características semelhantes ao produto original. Técnicas convencionais já são muito utilizadas, as quais empregam o tratamento térmico que submetem os produtos a diferentes temperaturas prolongando o tempo de vida útil, por outro lado causa efeitos adversos na qualidade sensorial e nutricional dos alimentos.

O processo de Alta Pressão Hidrostática consiste em submeter o alimento sólido ou líquido, pré-embalado ou não, a pressões que podem variar de 100 a 1000 MPa e tem chamado bastante atenção atualmente, pois não é necessário a aplicação de elevadas temperaturas. As primeiras tentativas iniciaram-se em 1899, quando Hite analisou que o tempo de vida-útil do leite e de outros produtos alimentares poderiam ser prolongados após a pressurização (FARKAS *et al.*, 2000; SAN-MARTÍN *et al.*, 2002).

A Alta Pressão Hidrostática consiste em expor os alimentos a elevadas

pressões, usando água como meio transmissor de pressão, com baixas variações de temperatura durante o processo (<60°C). Esta técnica afeta os microrganismos patogênicos e algumas enzimas são inativadas. Os efeitos sensoriais e nutricionais nos alimentos são mínimos, preservando assim diversos compostos. Ela pode ser aplicada no processamento de diversos produtos tanto de origem animal como vegetal por exemplo, molhos, purês, sucos de fruta, polpas de fruta, geléias, picles, carnes, iogurte. Segundo Fellows (2006), as principais vantagens e limitações são:

- **Vantagens:**

Eliminação ou destruição das células vegetativas bacterianas (e esporos com utilização de temperaturas elevadas); nenhuma evidência de toxicidade; preservação da cor, sabor e nutrientes; menor tempo de processo; independe da forma e do volume; uniformidade do tratamento por todo o alimento; possíveis alterações de textura desejáveis; aplicação no alimento já embalado; redução ou eliminação de conservantes químicos.

- **Limitações:**

Sobrevivência microbiana; equipamentos de custo elevado; os alimentos devem ter aproximadamente 40% de água livre para efeitos antimicrobianos; processamento em lote ou batelada; problemas regulamentares;

Com isso, a Alta Pressão Hidrostática apresenta-se como uma tecnologia emergente e que vem despertando o interesse da indústria alimentícia, o objetivo do presente estudo é de realizar uma revisão abordando os principais métodos, um breve histórico, alterações físicas, químicas e controle microbiológico no alimento que está diretamente relacionado ao método, além de apresentar novas perspectivas futuras.

2 | PRINCÍPIOS DO PROCESSO

Baseado no “Princípio de *Lê Chatelier*” e no “Princípio Isostático” ou “Princípio de *Pascal*”, a Alta Pressão Hidrostática pode ser aplicada em diversos alimentos com uso de pressões superiores a 100 MPa, afetando as ligações não covalentes (pontes de hidrogênio, ligações iônicas e hidrofóbicas), muito sensíveis à altas pressões. A conservação do alimento ocorre através da preservação de compostos de baixo peso molecular, tais como os responsáveis pelas características sensoriais e nutricionais dos alimentos, que não são afetados pela pressão. Porém os componentes de alto peso molecular, como as proteínas, lipídios, polissacarídeos, responsáveis pela estrutura e funcionalidade são mais suscetíveis a alterações pela aplicação da APH, esta técnica é responsável também pela inibição de microrganismos e enzimas (CHAWLA *et al.*, 2011; YALDAGARD *et al.*, 2008).

O produto é embalado e pressurizado dentro da câmara de pressão, utilizando um meio líquido que transfere pressão ao alimento. Esta técnica pode ser considerada de baixo risco pois ela impossibilita a contaminação cruzada e também possíveis

problemas causados por falhas operacionais. No final do processo o produto final é acondicionado em tanques estéreis para posterior embalagem (FDA, 2012; SINGH; YOUSEF, 2001).

3 | ALTERAÇÕES FÍSICAS

Diversas características do alimento podem apresentar alterações físicas e químicas, desejáveis ou não após o tratamento sob Altas Pressões Hidrostáticas. Dentre as alterações físicas podem ser incluídas as mudanças na viscosidade, na textura, consistência e volume, tanto em produtos de origem vegetal quanto nos de origem animal.

A viscosidade é uma propriedade reológica do alimento que pode estar relacionada diretamente à qualidade do produto final. Esta pode variar devido a mudanças na temperatura, pressão, presença ou não de enzimas. Estas variações podem acarretar em alterações desejáveis ou indesejáveis ao produto final.

Zhang *et al.*, (2010), verificou que a viscosidade dinâmica do suco após a aplicação de alta pressão (900 MPa) foi semelhante ao controle (sem aplicação de métodos conservadores).

Já no trabalho de Ahmed *et al.* (2005), a viscosidade da polpa de manga aumentou após o tratamento de alta pressão a 100 ou 200 MPa, enquanto uma redução da viscosidade dinâmica é observada após o tratamento de alta pressão 300 e 400 MPa.

Hsu, Tan e Chi (2008) relataram que a viscosidade do suco de tomate tratado por Alta Pressão Hidrostática diminuiu gradualmente prolongando assim o tempo de armazenamento a 4 °C. Esta redução da viscosidade em sucos turvos pode ser atribuída à precipitação das polpas e degradação da pectina.

Por outro lado a viscosidade pode ser alterada pelas altas pressões quando ocorrem modificações formando estruturas de dimensões coloidais, devido a associações entre moléculas e partículas pécticas. Além disso, Alta Pressão Hidrostática pode aumentar a consistência em diversos produtos e dependendo do nível de pressurização pode afetar também a transição sólido-gel de polissacarídeos formando diferentes géis (MOZHAEV *et al.*, 1994).

O processo de Altas Pressões Hidrostáticas pode afetar também a textura e consistência dos alimentos. Esta propriedade engloba a maciez, coesividade, elasticidade, suculência, adesividade, viscosidade e consistência, além de envolver também a dureza (DRANSFIELD, 1993; SANCHEZ, 1996; LEE; AHN, 2005). Alterações destes atributos estão diretamente relacionadas a características intrínsecas à carne, como o grau de interação actina-miosina, da extensão da zona do sarcômero, proteínas, enzimas e estado da carne “pré ou pós rigor” (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Fernandes *et al.* (2016), avaliaram o efeito da pressão na carne de caititu e determinaram que todas as amostras submetidas a pressurização apresentaram um aumento de maciez, com melhor resultado obtido a uma pressão de 300 MPa.

Resultado contrário ao obtido por Yang *et al.* (2015), que observaram uma redução da maciez da salsicha suína pressurizada em relação a *in natura*.

Com relação à textura dos alimentos de origem vegetal Aghamohammadi *et al.* (2014) abordaram em sua revisão que com a ruptura celular causada pela aplicação da alta pressão substratos, íons e enzimas que se encontram localizados em diferentes compartimentos podem ser liberados interagindo assim uns com os outros.

Os produtos de origem vegetal podem apresentar diferentes respostas a aplicação do processo de Altas Pressões Hidrostáticas, em que produtos submetidos a pressões de 200 a 400 MPa (20 °C/20 min) resultaram em aumento de dano na textura, enquanto pressões superiores a 400 MPa (500 e 600 MPa/20 °C/20 min) levaram a danos menos evidentes (OEY *et al.*, 2008).

4 | ALTERAÇÕES QUÍMICAS

Muitos estudos sobre o uso desta técnica apontam que podem ocorrer mudanças na estrutura química dos principais constituintes do alimento: água, carboidratos (principalmente em polissacarídeos), proteínas, lipídios, micronutrientes e enzimas. Tais mudanças trarão efeitos diretos nas características físicas dos alimentos como mudança na viscosidade, textura, consistência e as alterações sol-gel.

4.1 Efeito da alta pressão hidrostática sobre a água

O estudo do efeito da pressão na estrutura da água é de fundamental importância, pois ela desempenha um importante papel nas alterações da sua estrutura e, com isso, na configuração de bio-macromoléculas (proteínas e polissacarídeos), fato determinante para o aparecimento de vários tipos de ligações não covalentes (pontes de hidrogênio, interações eletrostáticas e hidrófobas) (COELHO, 2002).

Sob pressão atmosférica, a molécula de água cristaliza a uma temperatura de 0° C e a estrutura hexagonal formada é uma fase termodinamicamente estável. A aplicação de altas pressões em água e gelo resulta em estruturas mais compactas com os ângulos de ligações de hidrogênio destorcidos e uma aproximação fechada entre vizinhos não-hidrogenados (JONAS, 1997).

San-Martín *et al.* (2002) relatam que o congelamento e o descongelamento de alimentos podem ser modificados de forma vantajosa com a utilização da técnica de altas pressões. O comportamento característico da transição de fases da água sob altas pressões pode ser usado para congelar e descongelar produtos que terão uma melhor qualidade.

4.2 Efeito da alta pressão hidrostática sobre os carboidratos

Este importante constituinte, presente em praticamente todos os alimentos sofre com o efeito de altas pressões. Vários estudos mostram este efeito, principalmente

em polissacarídeos. Eles podem ou não causar danos à molécula e causando danos em sua estrutura molecular ocorrerá mudanças em algumas de suas propriedades tecnológicas como: capacidade de gelatinização, formação de géis, propriedades emulsificantes.

Liu *et al.* (2016) em seu estudo mostrou que a morfologia do amido de trigo sarraceno foi modificada com o uso de elevadas pressões. Foi observado que os grânulos nativos a depender da pressão usada tinham formas irregulares ovais, esféricas ou poligonais com superfícies lisas e sem cavidades ou fissuras, podendo também estarem gelatinizados, inchados, deformados, colapsados e depois coalescidos.

Pflanzer *et al.* (2008) em sua revisão, cita López-Fandiño *et al.* (1996) que relatam alterações quantitativas e qualitativas da lactose após tratamento do leite a 100-400 MPa no intervalo de 10-60 min. Sendo este dado relevante, pois mostra a aptidão do leite APH para a produção de fermentados lácteos.

Pérez-López *et al.* (2016) observaram que polissacarídeos do tipo Inulina de Okara tratados com dois tipos de enzimas mais o processo de Altas Pressões mostraram um aumento na concentração e uma diminuição em peso molecular, tornando-os mais fermentáveis pela microbiota intestinal.

Ma *et al.* (2015), relataram que o tratamento por Altas Pressões pode mudar a estrutura geral da goma, fazendo com que o carboidrato “interdigite”, reduzindo seu volume hidrodinâmico.

4.3 Efeito da alta pressão hidrostática sobre enzimas e proteínas

4.3.1 Enzimas

Segundo Tsou (1986), as enzimas são uma classe de proteínas, na qual possui atividade biológica através de sítios ativos. Ao ocorrer mudanças no sítio ativo ou desnaturação protéica, acarretará na perda da funcionalidade da enzima, que por sua vez estará inativa. A descompartimentação induzida pela pressão também é uma das causas da perda de atividade enzimática (BUTZ *et al.*, 1994; GOMES; LEDWARD, 1996).

Diversos trabalhos relatam os efeitos que a pressão causa sobre as enzimas em diferentes alimentos como alteração e perda de atividade da xantino-oxidase no leite, alteração da pectina-metilesterase, pectinaesterase, poligalacturanase, polifenoloxidase, peroxidase, papaína, alfa-amilase. Todas elas são responsáveis por alterações significativas, afetando a qualidade do alimento. E, com isso, o estudo visando a inativação destas enzimas via Altas Pressões Hidrostáticas vem cada vez mais ganhando espaço, pois é uma técnica que demonstrou alta eficiência na inativação ou agiu de forma sinérgica quando combinada com alguma outra técnica de preservação como o aquecimento, por exemplo, tornando-o mais brando com redução do efeito da temperatura no produto.

4.3.2 Proteínas

A estrutura conformacional da proteína sofre alteração com o aumento da pressão, favorecendo a sua dissociação. Coelho (2002), em seu trabalho, menciona que a pressão afeta a estrutura quaternária através das interações hidrofóbicas, a estrutura terciária (conformação reversível), estrutura secundária (conformação irreversível).

A depender do tipo da proteína, das condições de processo e da pressão aplicada pode ocorrer a desnaturação protéica, podendo adquirir maior solubilidade ou precipitarem na aplicação de altas pressões. A desnaturação pode ser devido a destruição das ligações hidrofóbicas e desdobramento da molécula. Com elevadas pressões, proteínas oligoméricas tendem a se dissociar em subunidades, tornando-se vulneráveis à proteólise. Proteínas monoméricas não mostraram mudança alguma em proteólise com o aumento da pressão (TAKUR; NELSON, 1998).

Balny e Masson (1993), relatam que o efeito da alta pressão sobre as proteínas se deve ao rompimento de ligações não-covalentes intramoleculares e o subsequente rearranjo de ligações intermoleculares. A estrutura quaternária é mantida, principalmente, por interações hidrofóbicas, que são muito sensíveis à pressão. Alterações na estrutura terciária são observadas acima de 200 MPa e mudanças na estrutura secundária ocorrem a uma pressão acima de 700 MPa, levando à desnaturação irreversível.

Morais (2014), em seu trabalho cita que segundo Huppertz *et al.* (2006); López-Fandiño *et al.* (2006); Oliveira, (2013) que o processo de altas pressões destrói as micelas de caseína, reduz a turbidez, eleva a homogeneidade e viscosidade do sistema e altera a funcionalidade das proteínas.

Iametti *et al.* (1999), relataram que o efeito da alta pressão hidrostática em albuminas torna o produto estável microbiologicamente, mantém suas propriedades funcionais e aumenta a sua digestibilidade.

4.4 Efeito da alta pressão hidrostática sobre os lipídios

Os lipídios são uma classe de compostos que tem influência significativa na qualidade do alimento, pois estes podem sofrer reações de oxidação e causar danos sensoriais e produzir moléculas tóxicas de alto peso molecular. Elevadas temperaturas catalisam esta reação e de forma a minimizar alterações ocorridas em alimentos contendo alto teor de lipídios, tem-se estudado o efeito do tratamento por altas pressões hidrostáticas.

Cheah e Ledward (1996), afirmaram que as alterações que levam à catalisação da reação oxidativa dos lipídios em carnes pressurizadas tem início a partir de 300 MPa em temperaturas ambientes e que muitas mudanças estruturais são induzidas nesta pressão.

Pflanzer *et al.* (2008) em sua revisão, cita Huppertz *et al.* (2006), relatando que no leite as principais variações são a manutenção do tamanho do glóbulo de gordura, a alteração da temperatura de transição do processo de fases e a extensão de ocorrência

do cremeamento.

Schindler *et al.* (2010) reportam que a aplicação de pressão e temperaturas moderadas em filés de peito de frango evitam o início da oxidação e conservam o aroma natural da carne, evitando o aparecimento de odores rançosos.

4.5 Efeito da alta pressão hidrostática sobre os micronutrientes

Na classe de micronutrientes se encontram as substâncias que estão presentes nos alimentos em concentrações muito pequenas (carotenóides, compostos fenólicos, flavonóides, vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis).

Ao estudar o impacto da alta pressão sobre os carotenóides em produtos de frutas e vegetais, Butz *et al.* (2003) observaram que não houve perda destes compostos com o emprego dos tratamentos de altas pressões. González-Cebrino *et al.* (2015) concluíram que os níveis de compostos bioativos do purê de abóbora foram mantidos e adicionalmente a atividade antioxidante foi também mantida constante depois do processo.

Mahadevan e Karwe (2011) observaram que o teor de polifenóis em cranberries tratados por esta técnica foi muito maior que no controle. Isso pode ocorrer por causa do transporte de quercetina em polifenóis solúveis em água pra fora do cranberry.

Oey *et al.* (2008) citaram alguns pesquisadores que relataram que o ácido ascórbico em produtos a base de vegetais são mais instáveis que produtos a base de frutas, como por exemplo, redução de 77% do teor inicial de ácido ascórbico de sementes de alfalfa germinadas (GABROVSKA *et al.* 2005); queda de 40% e 30%, respectivamente, no conteúdo de ácido ascórbico e ácido ascórbico total em purê de tomate (PLAZA *et al.*, 2006). A estabilidade do ácido ascórbico à pressão depende da relação molar das concentrações de vitamina e oxigênio (TAOUKIS *et al.*, 1998; OEY *et al.* 2006).

A combinação de altas pressões com elevadas temperaturas por longos períodos pode ter efeito degradativo da vitamina C (TAOUKIS *et al.*, 1998). Entretanto, o processamento com altas pressões por curto período em temperaturas elevadas pode eliminar a degradação do ácido ascórbico, como por exemplo, dois pulsos de 1000 MPa/75° C/80 s, reteve 76% do teor de ácido ascórbico em ervilhas verdes (KREBBERS *et al.*, 2002).

Alguns estudos mostram que a vitamina B é estável durante o tratamento com altas pressões à temperatura ambiente, como por exemplo, inalteração das vitaminas B1, B2, B6 e niacina em suco de laranja vermelha (Donsí *et al.*, 1996); vitamina B1 e B6 em sistemas de modelos de alimentos (SANCHO *et al.*, 1999; BUTZ *et al.*, 2007); Riboflavina, niacina e ácido pantotênico na semente de alfalfa germinada em salmoura de ácido cítrico (GABROVSKA *et al.*, 2005).

OEY *et al.* (2006) observou em solução tampão que a degradação do folato (vitamina B9) durante o tratamento com altas pressões foi primeiramente causada pela oxidação e a clivagem de ligações covalentes que ocorrem durante o tratamento com

altas pressões, especialmente em altas temperaturas devido à reações de oxidação reforçadas pela pressão.

De acordo com Oey *et al.* (2008) na literatura, informações sobre o efeito de altas pressões na estabilidade de vitaminas lipossolúveis são menos abundantes que hidrossolúveis. Um estudo da estabilidade da vitamina K em solução tampão mostrou que a pressão, temperatura e o tempo induziram a reação química Diels-Alder, resultando em pequenas quantidades dos produtos da degradação da vitamina K1 nas formas meta e para isoméricas (TAUSCHER, 1999).

Até agora, o estudo da estabilidade do retinol e da vitamina A em altas pressões está limitado e, principalmente, realizadas em solução tampão. Foi relatado que o tratamento com pressões, em elevadas temperaturas, reduzia o teor de vitamina A e resultava na degradação do retinol em 45% (TAUSCHER, 1999). Os mecanismos de degradação da vitamina A sob pressão ainda é desconhecido, mas alguns estudos observaram que o oxigênio não afeta o retinol e a degradação do acetato de vitamina A (BUTZ; TAUSCHER, 1997; TAUSCHER, 1999).

5 | MECANISMO DE AÇÃO SOBRE OS MICRORGANISMOS

Além destes inúmeros efeitos sobre os diversos componentes dos alimentos a Alta Pressão Hidrostática pode ser aplicada nos produtos alimentícios com o intuito de garantir um maior tempo de vida-útil do produto final, estabilidade, alimentos seguros no ponto de vista microbiológico, causando assim um impacto positivo no que diz respeito à segurança alimentar.

O efeito da alta pressão sobre a taxa de crescimento dependerá da quantidade de pressão aplicada no processo, em um nível moderado de pressão (10-50 MPa) ocorre uma redução da taxa de crescimento e reprodução dos microrganismos, enquanto uma pressão mais elevada provoca a inativação (RADEMACHER, 2006). Segundo Forsythe (2002) e Moussa *et al.* (2007), a membrana, citoplasma e os ribossomos são os locais das células mais afetadas pela aplicação de Altas Pressões Hidrostáticas.

Aghamohammadi *et al.* (2014) relatam que a membrana é formada por uma bicamada de fosfolipídios e a alta pressão provoca uma transição de fase, desestabilizando sua permeabilidade. Além disso, a inativação dos microrganismos pode ser associada à desnaturação protéica, resultando na dissolução das enzimas ligadas à membrana. Outros fatores também como o tipo de Gram, estado fisiológico, estágio de crescimento e idade da cultura também devem ser levados em consideração (SAN-MARTÍN *et al.*, 2002).

Alguns estudos comprovam o efeito da pressão sobre os microrganismos, como Lavinhas *et al.* (2008) relatando a redução de bactérias mesófilas aeróbicas em suco de caju-maçã; Krebbers *et al.* (2003) mostrando que houve redução da microbiota natural do purê de tomate; Timmermans *et al.* (2011) relatando que o total de bactérias aeróbicas, mofo e leveduras em sucos de laranja foi mantido abaixo do limite de

detecção.

Existe uma complexidade ao levar em consideração tal aspecto, uma vez que a barorresistência dos microrganismos não é homogênea. O emprego de condições inadequadas de pressão pode ser incapaz de impedir o desenvolvimento microbiano, resultando em falhas na segurança alimentar (HUANG *et al.*, 2014).

Devido à resistência dos esporos, há uma grande preocupação em eliminá-los. Norton e Sun (2008) reportam que a eliminação de endosporos bacterianos de alimentos representa os maiores desafios de processamento de alimentos e segurança alimentar para a indústria. Geralmente, apenas elevadas pressões (> 800 MPa) destroem esporos bacterianos à temperatura ambiente. Como alternativa, faz-se a combinação de métodos convencionais com a técnica de altas pressões. Segundo Sangsuk e Myoung (2003) a aplicação de altas pressões combinadas a temperaturas elevadas foi muito eficaz na eliminação de esporos.

Fellows (2006) cita Galazka e Ledward (1995) relatam que a germinação de esporos com a aplicação de elevadas pressões depende da temperatura. Porém, esses efeitos não são consistentes e a combinação de altas pressões com temperatura moderada pode promover um efeito sinérgico ou antagônico no crescimento de microrganismos, na atividade enzimática e na reatividade química.

A resistência dos esporos é uma das principais desvantagens. Entretanto, tratamentos com baixas pressões (60 a 100 MPa) podem conduzir à germinação dos esporos e sua combinação com altas temperaturas levam a maiores porcentagens de esporos germinados. O mecanismo de ação tem sido sugerido pelo aumento da eletrostrição. Ela envolve uma redução volumétrica do sistema causada pela orientação que as moléculas de água experimentam devido a elevação do campo elétrico do íon, causando rompimento local estrutural da massa de água (SAN-MARTÍN, 2002).

6 | CONCLUSÕES

Assim, o uso da técnica de altas pressões hidrostáticas em alimentos está se consolidando, pois é um método não térmico que garante algumas características importantes aos produtos, como sabor, aroma e cor praticamente inalterados. Este método influencia nas características físicas dos alimentos, pois em alimentos sólidos, por exemplo, pode ocorrer alteração na textura e consistência e em líquidos na viscosidade. Podem haver mudanças também nos componentes químicos dos alimentos, é o caso da desnaturação protéica, inativação enzimática, alterações nas propriedades da molécula de água, aumento na oxidação lipídica, deixando-os vulneráveis ao oxigênio e estabilidade dos micronutrientes à aplicação de altas pressões. Com relação à microbiota, este método proporciona a destruição de células vegetativas, porém é necessário que haja uma combinação de pressão, temperatura e tempo para que ocorra a eliminação dos esporos. São necessárias elevadas pressões

(> 1000 MPa), o que poderia causar danos irreversíveis ao produto. Com isso, esta técnica vem sendo estudada e melhorada para melhor atender aos aspectos sensoriais e, microbiológicos do alimento, com o intuito de preservar e manter as características organolépticas o mais próximo do natural possível.

REFERÊNCIAS

AGHAMOHAMMADI, B., MORSHEDI, A., AKBARIAN, M., AKBARIAN, A., HADIDI, M., MOAYEDI, F. **Effect of high pressure processing of food characteristics: a review of quality aspect.** International Journal of Biosciences, v. 4, nº 10, 193-205, 2014.

AHMED, J., RAMASWAMY, H. S., & HIREMATH, N. **The effect of high pressure treatment on rheological characteristics and color of mango pulp.** International Journal of Food Science and Technology, 40, 885–895, 2005.

BALNY, C., MASSON, P. 1993. **Effect of high pressures on proteins.** Food Reviews International, 9(4), 611–628, 1993.

BUTZ, P., KOLLER, W.D., TAUSCHER, B., ANDWOLF, S. **Ultra high pressure processing of onions: chemical and sensory changes.** Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 27, 463–467, 1994.

BUTZ, P., & TAUSCHER, B. **Food chemistry under high hydrostatic pressure.** In N. S. Isaacs (Ed.), High pressure food science, bioscience and chemistry (pp. 133e144). Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1997.

BUTZ, P., FERNANDEZ GARCIA, A., LINDAUER, R., DIETERICH, S., BOGNAR, A., & TAUSCHER, B. **Influence of ultra high pressure on fruit and vegetable products.** Journal of Food Engineering, 56, 233–236, 2003.

BUTZ, P., BOGNAR, A., DIETERICH, S., TAUSCHER, B. **Effect of high pressure processing at elevated temperatures on thiamin and riboflavin in pork and model systems.** Journal of Agriculture and Food Chemistry, 55(4), 1289-1294, 2007.

CHAWLA, R.; PATIL, G. R.; SINGH, A. K. **High hydrostatic pressure technology in dairy processing: a review.** Journal of Food Science and Technology, v. 48, n. 3, p. 260-268, 2011.

CHEAH, P.B.; LEDWARD, D.A. **High pressure effects on lipid oxidation in minced pork.** Meat Science, v. 43, n.2, p. 123-134, 1996.

COELHO, V.L.G. **Efeitos da alta pressão hidrostática em alimentos: aspectos físico-químicos.** Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da Terra, v.21, n.1, p. 105-110, 2002.

DONSÍ, G.; FERRARI, G.; & DI MATTEO, M. **High pressure stabilization of orange juice: evaluation of the effects of process conditions.** Italian Journal of Food Science, 2, 99 e 106, 1996.

DRANSFIELD, E. **Modeling post mortem tenderization-IV-Role of calpain and calpastatin in conditioning.** Meat Science, v. 34, p. 217-234, 1993.

FARKAS, D.F.; HOOVER, D.G. **High pressure processing.** Journal of Food Science, v. 65, p. 47-64, 2000.

FDA. Food and Drug Administration. **Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies.** High pressure processing (2000).

FELLOWS PJ **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e prática**. 2. ed. 227-233. - Artmed, 2006.

FERNANDES, H. R.; NETO, O. C.; SÁ FERREIRA, J. C.; DELIZA, R.; ROSENTHAL A. **Efeito da alta pressão hidrostática nos parâmetros de cor e textura da carne de caititu (*Tayassu tajacu*)**. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciencia e Tecnologia de Alimentos, 2016, Gramado / RS. Anais. Gramado: SBCTA, 2016.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424 p

GABROVSKA, D.; PAULICKOVA, I.; MASKOVA, E.; FIEDLEROVA, V.; KOCUROVA, K.; PRUCHOVA, J., et al. **Changes in elected vitamins, microorganism counts and sensory quality during storage of pressurized sprouted seed of alfalfa (*Medicago sativa* L.)**. Czech Journal of Food Sciences, 23, 246-250, 2005.

GALAZKA, V. B., LEDWARD, D. A. **Developments in high pressure food processing**. In: A. Turner (ed.) Food Tecnology International Europe. Sterling Publication International, London, p. 123-125, 1995.

GOMES, M.R.A.; LEDWARD, D.A. **Effect of high pressure treatment on the activity of some polyphenoloxidases**. Food Chemistry, 56(1):1–5, 1996.

GONZÁLEZ-CEBRINO, F.; DURÁN, R.; DELGADO-ADÁMEZ, J.; CONTADOR, R.; BERNABE, R. R. **Impact of high pressure processing on color, bioactivecompounds, polyphenol oxidase activity, and microbiological attributes of pumpkin pureé**. Food Science and Technology International, 22, 235–245, 2015.

HENDRICKX, M.; LUDIKHUYZE, L.; BROECK VAN DEN I.; WEEMAES, C. **Effect of high pressure on enzymes related to food quality**. Trends in Food Science and Technology, 9, 197–203, 1998.

HSU, K. C.; TAN, F. J.; & CHI, H. Y. **Evaluation of microbial inactivation and physicochemical properties of pressurized tomato juice during refrigerated storage**. LWT — Food Science and Technology, 41, 367–375, 2008.

HUANG, H. W.; LUNG, H. M.; YANG, B. B.; WANG, C. Y. **Responses of microorganisms to high hydrostatic pressure processing**. Food Control, v. 40, p. 250-259, 2014.

HUPPERTZ, T. H.; FOX, P. F.; DE KRUIF, K. G.; KELLY, A. L. **High-pressure changes induced changes in bovine milk: a review**. International Journal of Dairy Technology, v. 59, n. 2, p. 59-65, 2006.

IAMETTI, S.; DONNIZZELLI, E.; PITTIA, P.; ROVERE, P. P.; SQUARCINA, N.; and BONOMI, F. **Characterization of high pressure treated egg albumen**. J. Agric. Food Chem., 47, 3611–3616, 1999.

JONAS, J., **Cold denaturation of proteins**, *ACS Symposium Series*, 676:310–323, 1997.

KREBBERS, B., MATSER, A. M., KOETS, M., BARTELS, P., & VAN DEN BERG, R. **Quality and storage-stability of high-pressure preserved green beans**. Journal of Food Engineering, 54, 27e33, 2002.

KREBBERS, B., MATSER, A. M., HOOGERWERF, S. W., MOEZELAAR, R., & TOMASSEN, M. M. **Combined high pressure and thermal treatments for processing of tomato puree: Evaluation of microbial inactivation and quality parameters**. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 4, 377–385, 2003.

LAVINAS, F. C., MIGUEL, M. A. L., LOPES, M. L. M., & VALENTE MESQUITA, V. L. **Effect of high**

hydrostatic pressure on cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice preservation. Journal of Food Science, 73(6), 273–277, 2008.

LEE, E. J.; AHN, D. U. **Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract.** Meat Science, v. 7, n. 2, p. 300-305, 2005.

LEMUS-MONDACA, R.; AH-HEN, K.; VEGA-GÁLVEZ, A.; ZURA-BRAVO, L. **Effect of high hydrostatic pressure on rheological and thermophysical properties of murtila (*Ugni molinae* Turcz) berries.** J Food Scientists & Technologists, 2016.

LIU, H.; WANG, L.; CAO, R.; FANA, H.; WANG, M. **In vitro digestibility and changes in physicochemical and structural properties of common buckwheat starch affected by high hydrostatic pressure,** Elsevier Carbohydrate Polymers 144, p. 1–8, 2016.

LOPEZ-FANDIÑO, R.; CARRASCOSA, A. V.; OLANO, A. **The effects of high pressure on whey protein denaturation and cheese making properties of raw milk.** Journal of Dairy Science, Savoy, v. 79, n. 6, p. 929-1126, 1996.

LÓPEZ-FANDIÑO, R. **High pressure-induced changes in milk proteins and possible applications in dairy technology.** International Dairy Journal, v. 16, n. 10, p. 1119-1131, 2006.

MA, H.J.; LEDWARD, D.A.; ZAMRI, A.I.; FRAZIER, R.A.; ZHOU, G.H. **Effects of high pressure/thermal treatment on lipid oxidation in beef & chicken muscle.** Food Chemistry, v.104, p. 1575-1579, 2007.

MAHADEVAN S., KARWE M.V. **Enhanced Infusion under High Pressure: New Insights.** International Congress on Engineering and Food. Athens, 2011.

MORAIS, A. C. N.; FERREIRA, E. H. R.; ROSENTHAL, A. **Aplicação de alta pressão isostática na produção de derivados lácteos: uma revisão.** Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 69, n. 5, p. 357-374, 2014.

MOUSSA, M.; PERRIER-CORNET, J.M.; GERVAIS, P. **Damage in *Escherichia coli* cells treated with a combination of high hydrostatic pressure and subzero temperature.** Applied and Environmental microbiology, v. 73. N. 20, p. 6508-6518, 2007.

MOZHAEV V. V., HEREMANS K, FRANK J, MASSON P, BALNY C. **Exploiting the effects of high hydrostatic pressure in biotechnological applications.** Trends Biotechnol 12, 493–501, 1994.

NORTON, T., SUN, D. W.; **Recent Advances in the Use of High Pressure as an Effective Processing Technique in the Food Industry.** Food Bioprocess Technol, v.1, p. 2–34, 2008.

OEY, I., VERLINDE, P., HENDRICKX, M., & VAN LOEY, A. **Vitamin stability under high pressure processing: a case study on folate.** Oral presentation at IFT Annual Meeting, 24th e28th June, Orlando, USA, 2006.

OEY, I., LILLE, M., VAN LOEY, A., HENDRICKX, M. **Effect of high pressure processing on colour, texture and flavour of fruit and vegetable-based food products: A review.** Trends in Food Science and Technology, 19, 320–328, 2008.

OLIVEIRA, M. M. **Avaliação de leite fermentado probiótico preparado com leite submetido à alta pressão dinâmica.** 2013. 123 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L.; CORTECERO, M. D. S. **Alimentos de Origen Animal.** Porto Alegre- RS: Artmed. V. 2, 2005. 279p.

- PÉREZ-LÓPEZ, E.; MATEOS-APARICIO, I.; RUPÉREZ, P. **Low molecular weight carbohydrates released from Okara by enzymatic treatment under high hydrostatic pressure.** *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 38, 76–82, 2016.
- PFLANZER, S. B.; CRUZ, A. G.; HATANAKA, C. L.; GIGANTE, M. L. **Efeito do processamento por alta pressão hidrostática nas características físico-químicas, microbiológicas e nutricionais do leite.** *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 11, n. 4, p. 241-251, 2008.
- PLAZA, L., SANCHEZ-MORENO, C., DE ANCOS, B., & CANO, M. P. **Carotenoid content and antioxidant capacity of Mediterranean vegetable soup (gazpacho) treated by high-pressure/temperature during refrigerated storage.** *European of Food Research and Technology*, 223, 210e215, 2006.
- RADEMACHER B. **Ultra hochdruckverfahren zur Keiminaktivierung.** *Chemie Ingenieur Technik*, 78(11), 1674–1681, 2006.
- SANCHEZ, M. T. **Food texture: concept and measurement.** *Alimentaria*, n. 72, p. 29-34, 1996.
- SANCHO, F., LAMBERT, Y., DEMAZEAU, G., LARGETEAU, A., BOUVIER, J. M., NARBONNE, J. F. **Effect of ultra-high hydrostatic pressure on hydrosoluble vitamins.** *Journal of Food Engineering*, 39, 247e253, 1999.
- SANGSUK, O., MYOUNG, J. **Inactivation of *Bacillus cereus* spores by high hydrostatic pressure at different temperatures.** *Journal of Food Protection*, 66, 599–603, 2003.
- SAN-MARTÍN, M.F., BARBOSA-CÁNOVAS, G.V., SWANSON, B.G. **Food processing by high hydrostatic pressure.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 42(6), p. 627-645, 2002.
- SCHINDLER, S.; KRINGS, U.; BERGER, R.G.; ORLIEN, V. **Aroma development in high pressure treated beef and chicken meat compared to raw and heat treated.** *Meat Science*, v.86, p.317-323, 2010.
- SINGH, R. P.; YOUSEF, A. E. **Technical Elements of New and Emerging Non-Thermal Food Technologies.** FAO, 2001.
- THAKUR, B.R., NELSON, P.E. **High pressure processing and preservation of foods.** *Food Reviews International*, 14(4), 427–447, 1998.
- TAOUKIS, P. S., PANAGIOTIDIS, P., STOFOROS, N. G., BUTZ, P., FISTER, H., & TAUSCHER, B. **Kinetics of vitamin C degradation under high pressure-moderate temperature processing in model systems and fruit juices.** In N. S. Isaacs (Ed.), *High pressure food science, bioscience and chemistry* (pp. 310–316). Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry, 1998.
- TAUSCHER, B. **Chemical reactions of food components under high hydrostatic pressure.** In H. Ludwig (Ed.), *Advances in high pressure bioscience and biotechnology*, Heidelberg: Springer, 363e366, 1999.
- TIMMERMANS, R. A. H., MASTWIJK, H. C., KNOL, J. J., QUATAERT, M. C. J., VERVOORT, L., VAN DER PLANCKEN, I. **Comparing equivalent thermal, high pressure and pulsed electric field processes for mild pasteurization of orange juice. Part I: Impact on overall quality attributes.** *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12 235-243.
- TSOU, C.L. **Location of active sites of some enzymes in limited and flexible molecular regions.** *Trends in Biochemical Science*, 11:427–429, 1986.
- WUYTACK, E. Y., BOVEN, S., AND MICHIELS, C. W. **Comparative study of pressure-induced germination of *Bacillus subtilis* spores at low and high pressures.** *Appl. Environ. Microbiol.*, 64(9),

3220–3224, 1998.

YALDAGARD, M., MORTAZAVI, S.A., TABATABAIE, F. **The principles of ultra high pressure technology and its application in food processing/preservation: a review of microbiological and quality aspects.** African Journal of Biotechnology, v. 7(16), p. 2739-2767, 2008.

YANG, H., HAN, M., WANG, X., HAN, Y., WU, J., XU, ZHOU, G. **Effect of high pressure on cooking losses and functional properties of reduced-fat and reduced-salt pork sausage emulsions.** Innovative Food Science and Emerging Technologies, 29, 125-133, 2015.

ZHANG, C.; TRIERWEILER, B.; LI, W.; BUTZ, P.; XU, Y.; RÜFER, C. E.; MA, Y.; ZHAO, X. **Comparison of thermal, ultraviolet-c, and high pressure treatments on quality parameters of watermelon juice.** Food Chemistry. 126, 254–260, 2011.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

VANESSA BORDIN VIERA bacharel e licenciada em Nutrição pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente no Instituto Federal do Amapá (IFAP). Editora da subárea de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Journal of bioenergy and food science. Líder do Grupo de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IFAP. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes, desenvolvimento de novos produtos, análise sensorial e utilização de tecnologia limpas.

NATIÉLI PIOVESAN Docente no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), graduada em Química Industrial e Tecnologia em Alimentos, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Possui graduação no Programa Especial de Formação de Professores para a Educação Profissional. Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atua principalmente com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes naturais, desenvolvimento de novos produtos e análise sensorial.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-343-9

