



3

Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)

ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE



3

Carla Cristina Bauermann Brasil
(Organizadora)

ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

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 Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª 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
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadora: Carla Cristina Bauermann Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A411 Alimentos, nutrição e saúde 3 / Organizadora Carla Cristina Bauermann Brasil. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-407-5
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.075211308>

1. Nutrição. 2. Saúde. I. Brasil, Carla Cristina Bauermann (Organizadora). II. Título.

CDD 613

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.

APRESENTAÇÃO

A presente obra “Alimentos, Nutrição e Saúde” publicada no formato *e-book*, traduz o olhar multidisciplinar e intersetorial da Alimentação e Nutrição. Os volumes abordarão de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e revisões que transitam nos diversos caminhos da Nutrição e Saúde. O principal objetivo desse *e-book* foi apresentar de forma categorizada e clara estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país em quatro volumes. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à avaliação antropométrica da população brasileira; padrões alimentares; avaliações físico-químicas e sensoriais de alimentos e preparações, determinação e caracterização de alimentos e de compostos bioativos; desenvolvimento de novos produtos alimentícios e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos nestes volumes com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Alimentação, Nutrição, Saúde e seus aspectos. A Nutrição é uma ciência relativamente nova, mas a dimensão de sua importância se traduz na amplitude de áreas com as quais dialoga. Portanto, possuir um material científico que demonstre com dados substanciais de regiões específicas do país é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade. Deste modo a obra “Alimentos, Nutrição e Saúde” se constitui em uma interessante ferramenta para que o leitor, seja ele um profissional, acadêmico ou apenas um interessado pelo campo das ciências da nutrição, tenha acesso a um panorama do que tem sido construído na área em nosso país.

Uma ótima leitura a todos(as)!

Carla Cristina Bauermann Brasil

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

BIOATIVIDADE DO FITATO DIETÉTICO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Dayane de Melo Barros
Hélen Maria Lima da Silva
Danielle Feijó de Moura
Tamiris Alves Rocha
Silvio Assis de Oliveira Ferreira
Andreza Roberta de França Leite
Michelle Figueiredo Carvalho
Fábio Henrique Portella Corrêa de Oliveira
Diego Ricardo da Silva Leite
Talismania da Silva Lira Barbosa
Cleidiane Clemente de Melo
Juliane Suelen Silva dos Santos
Maurilia Palmeira da Costa
Marcelino Alberto Diniz
Roberta de Albuquerque Bento da Fonte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113081>

CAPÍTULO 2..... 16

COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN FRUTOS SILVESTRES ALTOANDINOS

Carlos Alberto Ligarda Samanez
David Choque Quispe
Henry Palomino Rincón
Betsy Suri Ramos Pacheco
Elibet Moscoso Moscoso
Mary Luz Huamán Carrión
Diego Elio Peralta Guevara

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113082>

CAPÍTULO 3..... 29

ENRIQUECIMENTO DE BISCOITO COM COMPOSTOS BIOATIVOS PARA COMBATER A OSTEOPOROSE

Marcele Leal Nörnberg
Maria de Fátima Barros Leal Nörnberg
Cátia Regina Storck

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113083>

CAPÍTULO 4..... 35

ELABORAÇÃO DE MOUSSE COM REDUZIDO TEOR DE AÇÚCAR E ENRIQUECIDO COM POLIFENÓIS

Marcele Leal Nörnberg
Maria de Fátima Barros Leal Nörnberg
Cristiana Basso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113084>

CAPÍTULO 5..... 42

ADIÇÃO DE NUTRIENTES EM CHOCOLATE – MINI REVISÃO

Beatriz Lopes de Sousa

Suzana Caetano da Silva Lannes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113085>

CAPÍTULO 6..... 58

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE TRIGO BRANCA ADICIONADA DE FARINHA DE ORA-PRO-NÓBIS

Fabiane Mores

Micheli Mayara Trentin

Fernanda Copatti

Tamires Pagani

Mirieli Valduga

Marlene Bampi

Andreia Zilio Dinon

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113086>

CAPÍTULO 7..... 65

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE GELADO COMESTÍVEL COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE DOCE CREMOSO DE UVAIA

Márcia Liliane Rippel Silveira

Aline Finatto Alves

Vanessa Pires da Rosa

Andréia Cirolini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113087>

CAPÍTULO 8..... 74

ANÁLISE DE FARINHA DE TRIGO ADICIONADA DE POLVILHO DOCE PARA ELABORAÇÃO DE PÃO TIPO HOT DOG

Fabiane Mores

Andreia Zilio Dinon

Bárbara Cristina Costa Soares de Souza

Tamires Pagani

Mirieli Valduga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113088>

CAPÍTULO 9..... 85

DOCE EM MASSA DE GRAVIOLA (*Annona muricata* L.) COM REDUZIDO VALOR CALÓRICO: DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO

Ana Lúcia Fernandes Pereira

Clara Edwiges Rodrigues Acelino

Romário de Sousa Campos

Bianca Macêdo de Araújo

Virgínia Kelly Gonçalves Abreu

Tatiana de Oliveira Lemos

Francineide Firmino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0752113089>

CAPÍTULO 10..... 97

FABRICAÇÃO DE GELEIA A BASE DE GOIABA VARIANDO A QUANTIDADE DE CONDIMENTOS

Thiago Depieri

Jeancarlo Souza Santiago

Gustavo Belensier Angelotti

Lucas Marques Mendonça

Lucas Rodrigues Lopes

Welberton Paulino Mohr Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130810>

CAPÍTULO 11..... 107

ESTUDO DA PÓS-ACIDIFICAÇÃO DE IOGURTES E LEITES FERMENTADOS COM POLPA DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L. f.)

Daniela Cavalcante dos Santos Campos

Karoline Oliveira de Souza

Jéssica Kellen de Souza Mendes

Tais Oliveira de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130811>

CAPÍTULO 12..... 118

SUBSTITUIÇÃO DE ADITIVOS SINTÉTICOS POR FONTES NATURAIS EM PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO

Job Ferreira Pedreira

Alexandre da Trindade Alfaro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130812>

CAPÍTULO 13..... 129

ANÁLISE DO PERFIL QUÍMICO E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO HIDROMETANÓLICO DE CACAUÍ

Josiana Moreira Mar

Jaqueline de Araújo Bezerra

Sarah Larissa Gomes Flores

Edgar Aparecido Sanches

Pedro Henrique Campelo

Valdely Ferreira Kinupp

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130813>

CAPÍTULO 14..... 139

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, REOLÓGICA E ESTRUTURAL DA FARINHA DE PINHÃO (*Araucaria Angustifolia*) CRU E COZIDO VISANDO APLICAÇÃO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Barbara Geremia Vicenzi

Fernanda Jéssica Mendonça

Denis Fabrício Marchi

Daniele Cristina Savoldi
Ana Clara Longhi Pavanello
Thais de Souza Rocha
Adriana Lourenço Soares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130814>

CAPÍTULO 15..... 152

**AVALIAÇÃO DO PERFIL NUTRICIONAL, VOLÁTIL E DE ÁCIDOS GRAXOS DO MUCAJÁ
(*ACROCOMIA ACULEATA*)**

Tasso Ramos Tavares
Francisca das Chagas do Amaral Souza
Jaime Paiva Lopes Aguiar
Edson Pablo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130815>

CAPÍTULO 16..... 164

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE DIFERENTES PROCESSOS DE PRODUÇÃO
DE GELADO COMESTÍVEL DE UVAIA**

Márcia Liliane Rippel Silveira
Aline Finatto Alves
Andréia Cirolini
Vanessa Pires da Rosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130816>

CAPÍTULO 17..... 172

**CARACTERIZAÇÃO DE PÓS DE MORANGO OBTIDOS PELA SECAGEM EM LEITO DE
ESPUMA (*FOAM MAT DRYING*)**

Joyce Maria de Araújo
Amanda Castilho Bueno Silva
Luiza Teixeira Silva
Bruna de Souza Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130817>

CAPÍTULO 18..... 179

**CLASSIFICAÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE MARACUJÁ-AZEDO,
COMERCIALIZADOS EM FEIRAS LIVRES NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM – PARÁ**

Jailson Sousa de Castro
Natália Santos da Silva
Thaisy Gardênia Gurgel de Freitas
Maria Lita Padinha Côrrea Romano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130818>

CAPÍTULO 19..... 190

**AVALIAÇÃO DO TEOR DE MACRO NUTRIENTES DE DUAS VARIEDADES DE MANÁ
CUBIU**

Ana Beatriz Silva Araújo
Nádja Miranda Vilela Goulart

Filipe Almendagna Rodrigues
Elisângela Elena Nunes Carvalho
Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130819>

CAPÍTULO 20..... 195

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE MANTEIGA GHEE COMERCIALIZADA NA CIDADE DE NATAL/ RN

Michele Dantas
Uliana Karina Lopes de Medeiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130820>

CAPÍTULO 21..... 207

USO DE ANTIOXIDANTES: ROTULAGEM DE ALIMENTOS

Tatiana Cardoso Gomes
Dehon Ricardo Pereira da Silva
Vanda Leticia Correa Rodrigues
Tânia Sulamytha Bezerra
Lícia Amazonas Calandrini Braga
Suely Cristina Gomes de Lima
Pedro Danilo de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130821>

CAPÍTULO 22..... 214

ONDAS DE CONSUMO DO CAFÉ

Cintia da Silva Araújo
Leandro Levate Macedo
Wallaf Costa Vimercati
Hugo Calixto Fonseca
Hygor Lendell Silva de Souza
Magno Fonseca Santos
Solciaray Cardoso Soares Estefan de Paula
Pedro Henrique Alves Martins
Raquel Reis Lima
Cíntia Tomaz Sant'Ana
Ramon Ramos de Paula

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130822>

CAPÍTULO 23..... 220

INHAME DA ÍNDIA: DA PESQUISA CIENTÍFICA AO PRATO DO CONSUMIDOR

Daiete Diolinda da Silveira
Rochele Cassanta Rossi
Tanise Gemelli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130823>

CAPÍTULO 24.....229

PROCESSING INFLUENCE ON DARK CHOCOLATE STRUCTURE

Vivianne Yu Ra Jang
Orquídea Vasconcelos dos Santos
Suzana Caetano da Silva Lannes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130824>

CAPÍTULO 25.....239

EFFECT OF CRICKET MEAL (*GRYLLUS ASSIMILIS*) AS A POTENTIAL SUPPLEMENT ON EGG QUALITY AND PERFORMANCE OF LAYING HEN

Jhuniar Abrahan Marcía Fuentes
Ricardo Santos Aleman
Ismael Montero Fernández
Selvin Antonio Saravia Maldonado
Manuel Carrillo Gonzales
Alejandrino Oseguera Alfaro
Madian Galo Salgado
Emilio Nguema Osea
Shirin Kazemzadeh
Lilian Sosa
Manuel Alvarez Gil

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130825>

CAPÍTULO 26.....250

USO DE MICROFILTRAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DE LEITE

Leandro Levate Macedo
Wallaf Costa Vimercati
Cintia da Silva Araújo
Pedro Henrique Alves Martins
Solciaray Cardoso Soares Estefan de Paula
Magno Fonseca Santos
Hugo Calixto Fonseca
Cíntia Tomaz Sant'Ana
Raquel Reis Lima
Hygor Lendell Silva de Souza
Ramon Ramos de Paula

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130826>

CAPÍTULO 27.....256

LACTOSE: DA ETIOLOGIA DA INTOLERÂNCIA À DETERMINAÇÃO EM ALIMENTOS “BAIXO TEOR” E “ZERO” LACTOSE

Magda Leite Medeiros
Cristiane Bonaldi Cano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130827>

CAPÍTULO 28	270
HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DA LACTOSE PRESENTE NO SORO DE LEITE: ENZIMA LIVRE E IMOBILIZADA	
Aline Brum Argenta	
Alessandro Nogueira	
Agnes de Paula Scheer	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130828	
CAPÍTULO 29	283
FTI-MIR E MÉTODOS QUIMIOMÉTRICOS PARA RECONHECIMENTO DE PADRÕES DE SOROS EM ADULTERAÇÕES DE LEITE	
Simone Melo Vieira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.07521130829	
SOBRE O ORGANIZADORA	294
ÍNDICE REMISSIVO	295

FTI-MIR E MÉTODOS QUIMIOMÉTRICOS PARA RECONHECIMENTO DE PADRÕES DE SOROS EM ADULTERAÇÕES DE LEITE

Data de aceite: 01/08/2021

Data de submissão: 13/05/2021

Simone Melo Vieira

Instituto Federal do Triângulo Mineiro
<http://lattes.cnpq.br/9429363165253396>

RESUMO: A espectroscopia no infravermelho médio (MIR) dotado de transformada de Fourier (FTI) juntamente com modelos quimiométricos multivariados foram utilizados para o reconhecimento de padrões de amostras de leite adulteradas com diferentes tipos de soro. Os modelos quimiométricos aplicados aos dados espectrais foram: análise de componentes principais (PCA) e análise hierárquica de agrupamentos (HCA). A aplicação dos modelos multivariados teve como objetivo avaliar a existência de variações nos perfis espectrais de amostras de leite UHT adulteradas com seis diferentes tipos de soro de origem láctea. A adulteração simulada em laboratório correspondeu à adição de 5% (p/p) (0,25 g) de soro em 5 g de leite. O modelo PCA foi obtido por meio de três componentes principais que foram capazes de explicar 98,88% da variância dos dados permitindo confirmar a existência de variações no perfil espectral dos soros utilizados. A modelagem da HCA resultou em um dendrograma que agrupou os diferentes tipos de soros lácteos em função da similaridade. O dendrograma apresentou os seis grupos distintos assim como a PCA. A pesquisa comprovou

que o FTI-MIR e os modelos quimiométricos utilizados para reconhecimento das amostras corresponderam a ferramentas analíticas capazes não apenas de detectar a adulteração, mas também, de caracterizar os diferentes tipos de soro utilizados nas adulterações.

PALAVRAS - CHAVE: Análises multivariadas, adulterações, soro, leite.

MEDIUM INFRARED SPECTROSCOPY AND CHEMOMETRIC METHODS FOR RECOGNIZING THE WHEYS PATTERN IN MILK ADULTERATIONS

ABSTRACT: Spectroscopy in the medium infrared (MIR) with Fourier transform (FTI) together with multivariate chemometric models were used to recognize the patterns of different types of whey used in milk adulterations. The chemometric models applied to the spectra were: principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA). The use of the models aimed to evaluate the existence of variations in the spectral profiles of UHT milk adulterated with six different types of whey of milk origin. The simulated adulteration in the laboratory corresponded to the addition of 5% (w / w) (0.25 g) of serum in 5 g of milk. The PCA model was able to generate three main components explained 98.88% of the variation in the data and allowed to confirm the existence of variations in the spectral profile of the whey used. The modeling of the HCA resulted in a dendrogram that grouped the different types of wheys for similarity. The dendrogram presented the six distinct groups as well as a PCA. The research proved that FTI-MIR and the chemometric models

used for pattern recognition correspond to analytical tools capable of detecting adulterations and also of characterizing the different types of whey used in adulterations.

KEYWORDS: Multivariate analysis, adulteration, whey, Milk.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo instrução normativa N° 80 publicada em 2020 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o soro de leite é o produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite utilizado no processo de fabricação de queijos, caseína alimentar e produtos similares (BRASIL, 2020). Corresponde a um subproduto lácteo gerado com abundância no processo de fabricação de queijos e, umas das formas de aproveitamento ilícita do soro, corresponde à adição em leite para promoção do aumento do volume, em substituição à fraude com água. Esse tipo de fraude denominada como econômica é monitorada pelos laboratórios localizados junto às plataformas de recepção nos laticínios por meio da análise de crioscopia. A crioscopia é uma análise rápida e simples, eficiente para detecção de adição de água, e não para detecção de fraudes econômicas com soro.

As fraudes econômicas realizadas em leite, normalmente, não comprometem a saúde de seres humanos saudáveis, mas comprometem o valor nutricional do leite, que é reduzido em função da adição de água ou soros de origem láctea. O Código de Defesa do Consumidor menciona que se o consumidor adquirir um alimento apresentando vícios de qualidade que os torne impróprio ao consumo ou que lhe diminua o valor nutricional tem o direito de solicitar a substituição do produto por outro da mesma espécie (isento de adulteração) ou a restituição imediata da quantia paga. Entretanto, nem sempre a constatação da fraude é percebida pelo consumidor, cabendo aos órgãos fiscalizadores, o monitoramento da qualidade do leite comercializado por meio de análises laboratoriais específicas e até mesmo complexas (BRANDÃO 2008; JOHNSON, 2014; MOORE *et al.*, 2012; RODRIGUES *et al.*, 2012).

A detecção de soro em leite requer procedimentos analíticos específicos e complexos (CORTEZ, 2010). A técnica oficial para constatação da presença de soro de queijo em leite tem como base a identificação e quantificação do glicomacropéptido (GMP). A detecção do GMP é feita por meio de Cromatografia Líquida de Alto Desempenho (CLAE ou HPLC, do inglês *High performance liquid chromatography*), (BRASIL, 2006^a; BRASIL, 2006^b).

Essa técnica apresenta alta sensibilidade e seletividade, porém, requer a utilização de reagentes de alto custo, analistas treinados e equipamento sofisticado. Outro aspecto relevante em relação à detecção do soro em leite fluido por meio da identificação do GMP corresponde à limitação da técnica quando a fraude é realizada com soros lácteos que não possuem esse fragmento peptídico. Soros provenientes de processos não enzimáticos, como por exemplo, os soros de manteigas (leitelhos), também podem ser utilizados em fraudes econômicas, e nesses casos, outras técnicas analíticas devem ser empregadas

(FURTADO, 2010; RIGUEIRA, 2006).

As fraudes em leites fluidos podem, portanto, ser realizadas com diferentes tipos e quantidades de soros lácteos, cujas características promovem alterações mais ou menos intensas no leite. As especificidades desses soros de origem láctea necessitam ser melhor estudadas e definidas para o desenvolvimento de técnicas eficientes para detecção.

Como alternativa para substituição de procedimentos analíticos complexos e de alto custo, a espectroscopia no infravermelho vem sendo aplicada a alimentos, inclusive ao leite, por propiciar a obtenção de resultados qualitativos e quantitativos relevantes para o controle de qualidade de alimentos. Segundo França e Oliveira (2011), a espectroscopia no infravermelho corresponde a uma análise rápida, precisa, não destrutiva e que não requer a utilização de reagentes para preparo das amostras, sendo capaz de proporcionar uma identificação dos diferentes tipos de substâncias presentes no alimento.

A técnica espectroscópica baseia-se na geração de picos de absorção correspondentes às frequências de vibrações das ligações intramoleculares presentes na amostra. Quando se incide a radiação infravermelha sobre uma molécula, a absorção da radiação promove vibrações de estiramento das ligações existentes entre os átomos que compõem a molécula, ocasionando faixas de absorção específicas. Cada substância apresenta picos de absorção relacionados com os grupos químicos funcionais presentes na sua composição. Por meio da análise da localização e características dos picos de absorção que compõem um espectro, pode-se identificar uma amostra, constatar a presença de adulterantes ou contaminantes e, constatar alterações promovidas pelo processamento (FRANÇA E OLIVEIRA, 2011).

Espectrofotômetros modernos dotados de transformada de Fourier e acessórios específicos de reflexão permitem a obtenção de espectros de diferentes tipos de amostras de forma direta. Nessas análises, pequena quantidade da amostra é introduzida diretamente em um dispositivo de reflectância atenuada composto por um cristal de seleneto de zinco que corresponde à célula mais utilizada nos equipamentos de infravermelho para amostras líquidas (HOLLER *et al.*, 2009; LYNCH *et al.*, 2006; PINTO, 2010; RODRIGUEZ-SAONA E ALLENDORF, 2011).

O resultado espectral gerado pela espectroscopia no infravermelho apresenta um grande conjunto de dados espectrais que não evidenciam prontamente as informações desejadas, sendo necessária a utilização de técnicas quimiométricas multivariadas que auxiliam a quantificação e a caracterização dos constituintes que estão envolvidos nas interações complexas dos componentes das amostras (PINTO, 2010). Métodos quimiométricos, como Análise de Componente Principal (PCA), Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA), entre outros, são utilizados para calibração, validação e comprovação de análises de alimentos (FRANÇA E OLIVEIRA, 2011; PATACA, 2006; RECHE E FRANCO, 2009; SOUZA *et al.*, 2011;). Os métodos PCA e HCA correspondem a modelos exploratórios capazes de caracterizar amostras sem que existam informações

prévias sobre elas (MORGADO, 2005).

Análise exploratória de dados são técnicas utilizadas para organizar e evidenciar as informações contidas numa matriz de dados multidimensional gerada a partir dos dados espectrais. Os métodos de análise exploratória são aqueles que não detêm prévias informações sobre as amostras ou variáveis, e por isso, são denominados métodos não supervisionados. O método de análise exploratória mais utilizado em análises de alimentos corresponde à PCA (PATAKA, 2006).

A PCA é matematicamente definida como uma transformação linear ortogonal que transfere os dados para um novo sistema de coordenadas, de modo que a maior variância, por qualquer projeção dos dados, fica ao longo da primeira coordenada (PC1), a segunda maior variância fica ao longo da segunda coordenada (PC2) e assim por diante. O número de componentes principais a ser utilizado no modelo PCA é determinado pela percentagem da variância explicada (SOUZA E POPPI, 2012). Normalmente, é utilizado para visualizar a estrutura dos dados, encontrar similaridades, detectar amostras anômalas e reduzir a dimensionalidade dos dados. A análise de componentes principais permite também identificar a relação entre as características extraídas dos dados, principalmente quando essas características possuem muitas dimensões (INÁCIO, 2010; SOUZA E POPPI, 2012).

Outro método exploratório utilizado corresponde ao HCA. Constitui uma ferramenta para análise preliminar de dados, sendo útil para determinar semelhanças entre amostras. O método agrupa amostras semelhantes, com base na medida da distância entre as amostras. O resultado dessas medidas ocasiona agrupamentos por similaridade, que são visualizados por diagramas conhecidos como dendrogramas. Os resultados apresentados por um dendrograma permitem a visualização das variáveis ou amostras em um espaço com duas dimensões (bidimensional), diferentemente do PCA cujos resultados podem se configurar em mais dimensões (CORREIA E FERREIRA, 2007).

Na construção do modelo HCA, um processo hierárquico vai agrupando gradativamente as amostras em classes, com base na similaridade dos participantes de uma mesma classe e nas diferenças entre os membros de outras classes. Matematicamente, o modelo vai agrupando em pares os pontos que estão mais próximos (CORREIA E FERREIRA, 2007). Para proceder à análise de agrupamentos, várias medidas de distâncias (algoritmos) podem ser utilizadas, porém, a mais usual, é a euclidiana (MORGANO, 2005).

O aprimoramento da espectroscopia no infravermelho, assim como, dos métodos quimiométricos tem propiciado o desenvolvimento de novas metodologias analíticas, correspondendo também, a também novas ferramentas para estudo preciso da composição dos alimentos. Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a existência de diferenças na composição química de soros de queijos e de manteiga que podem ser utilizados em fraudes de leite por meio de modelos quimiométricos exploratórios. Os modelos quimiométrico PCA e HCA gerados a partir dos dados espectrais das amostras de leite adulteradas com os diferentes tipos de soro comprovaram a existência de diferenças

significativas em suas composições.

2 | METODOLOGIA

Para verificar a existência de diferenças significativas entre soros de origem láctea, análises espectroscópicas foram realizadas em infravermelho médio da marca *Perkin Elmer* dotado de transformada de Fourier acessório de reflectância atenuada.

Amostras contendo um litro de cada tipo de soro de origem láctea foram coletadas e utilizadas em adulterações artificiais de leite UHT integral. Os diferentes soros utilizados na pesquisa foram: soro de queijo confeccionado artesanalmente com leite cru; soro de queijo elaborado com leite pasteurizado; soro de manteiga de primeira qualidade (leitelho), soro de queijo Minas Frescal, soro de queijo Ricota e soro de Muçarela. Leite integral UHT (único fabricante) foi adquirido em supermercado da cidade de Uberlândia para composição das amostras adulteradas artificialmente com os soros lácteos testados.

As amostras dos diferentes soros lácteos foram estocadas à temperatura inferior a 5,0°C por um período de 10 dias e analisadas em intervalos de tempo de 48 horas (cada amostra). As repetidas leituras espectroscópicas das amostras armazenadas visaram verificar se as características que distinguiram cada soro lácteo seriam alteradas em função da estocagem. As seis amostras de soros foram analisadas cinco vezes ao longo de 10 dias, totalizando 30 amostras. Em cada análise realizada, 5% (p/p) (0,25 g) de soro foram adicionados em 5 g de leite UHT. Análises espectroscópicas do leite puro e de cada soro, também foram realizadas com o objetivo de se conhecer o perfil espectral das duas substâncias que estavam sendo misturadas.

Obteve-se inicialmente, o espectro de fundo e posteriormente, os espectros das 30 amostras. Cada amostra foi colocada sem preparo prévio diretamente no compartimento de ATR. Foram realizadas três leituras por amostra com 16 varreduras para cada leitura. A faixa de absorção utilizada para varredura das amostras foi de 4000 a 600 cm^{-1} e a resolução do equipamento foi definida para 4 cm^{-1} . Posteriormente, os dados espectrais foram utilizados para confecção dos modelos exploratórios PCA e HCA.

Os modelos PCA e HCA foram obtidos por meio do MATLAB, versão 6.1 (*The MathWorks*, Natick, MA, USA) utilizando pacote de ferramentas contidas no *PLS-Toolbox*, versão 3.5 (*Eigenvector Technologies*, Manson, WA, USA). Para obtenção dos modelos acionou-se as ferramentas do *PLS-Toolbox*, após ter sido gerado o *dataset*. Os espectros originais foram pré-tratados com a remoção de ruídos visíveis na região de absorção próxima a 600 cm^{-1} , correção da linha de base (*baseline*) e com os dados centrados na média.

3 | RESULTADOS MODELOS E DISCUSSÃO

3.1 Modelo PCA

Gráficos contendo espectros das amostras dos diferentes tipos de soro lácteos utilizados nas adulterações de leite UHT foram gerados. A visualização dos espectros, sobretudo, das regiões de absorvâncias mais relevantes, possibilitaram a realização de análise visual interpretativa das características químicas de cada amostra.

O modelo exploratório de Análise de Componente Principal (PCA) foi obtido para definição de uma regressão linear múltipla, cujo objetivo foi o de reduzir o espaço multidimensional para melhor visualização e compreensão do conjunto de dados. A redução do número de variáveis e obtenção das componentes principais baseou-se no cálculo da covariância. Outros gráficos que permitiram compreender e avaliar os modelos foram gerados durante a modelagem: gráfico dos *scores* das amostras *versus* PCs e gráfico da variância explicada *versus* PCs.

Os seis grupos correspondentes a cada diferente tipo de soro lácteo foram adequadamente identificados pelo modelo exploratório PCA conforme demonstra a Figura 1. Os grupos compostos pelas cinco amostras de cada tipo de soro lácteo, configurados no espaço tridimensional, corresponderam a: amostras leiteiro (1-5), amostras de soro de queijo cru (6-10), amostras de soro de Ricota (11-15), amostras de soro de leite pasteurizado (16-20), amostras de soro de queijo Minas Frescal (21-25) e amostras de soro de Muçarela (26-30).

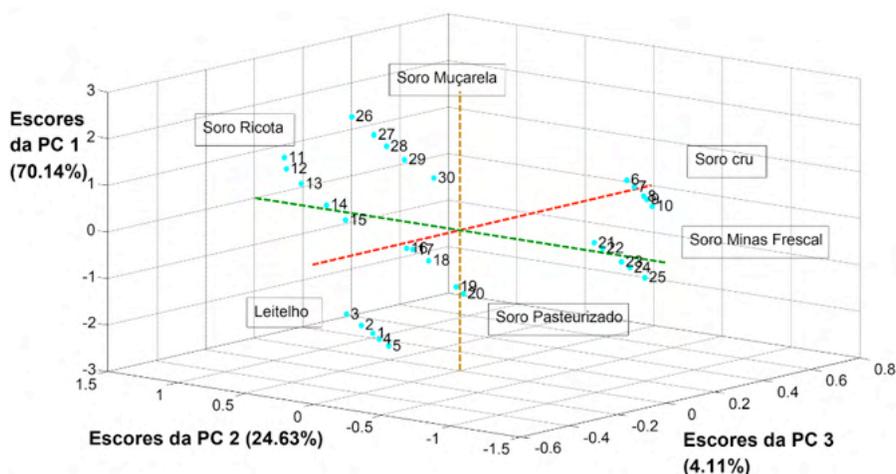


Figura 1: PCAs definidas pelo modelo e escores das amostras

O modelo PCA foi obtido por meio de três componentes principais que foram capazes de explicar 98,88% da variância dos dados. Na Figura 2, é apresentado o percentual de

variância capturada acumulada em todas as PCs do modelo.

A construção dos eixos ortogonais: PC1, PC2, PC3, PC n , é realizada a partir da combinação linear do conjunto de variações originais. Os novos eixos (PCs) representam as direções de maior variabilidade na ordem da maior para a menor variância de PC1 até PC n , ou seja, sucessivos PCs descrevem quantidades decrescentes de variâncias. As variâncias (espalhamento dos dados ao redor do seu valor médio para uma única variável) e covariâncias (distribuição dos dados multivariados e suas relações) são capazes de explicar os dados do modelo. As informações mais relevantes sempre estão contidas nas primeiras componentes principais, e por essa razão, poucos PCs são necessários para que todas ou a maior parte da variância dos dados relevantes seja explicada (FREITAS, 2006; MORGANO, 2005; NETO, 2008).

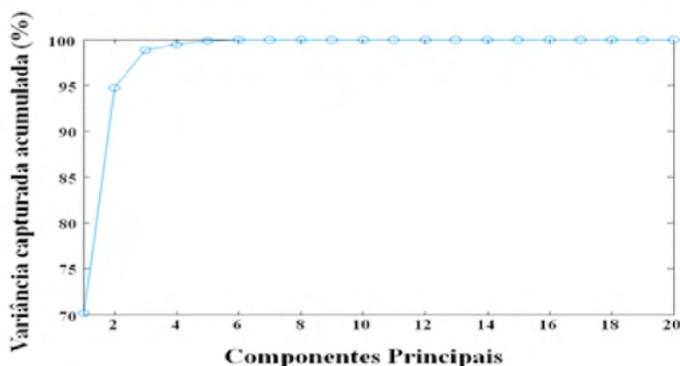


Figura 2: Variância acumulada em todos os PC (%)

A Figura 3 apresenta a variância percentual explicada pelas PCs: PC1, PC2 e PC3 correspondentes a 70,14%, 24,63% e 4,11% da variância total, respectivamente.

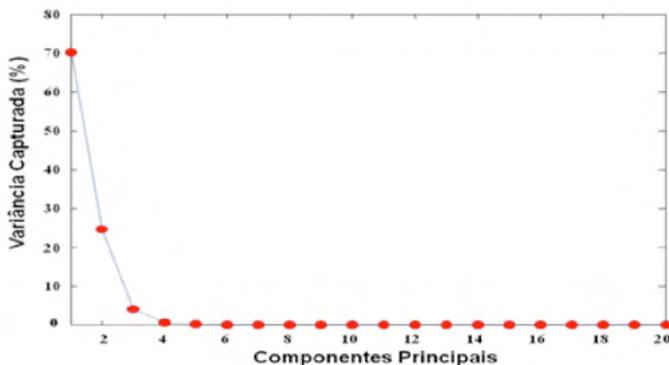


Figura 3: Variância explicada por todos os PC (%)

Alves *et al.* (2016), em trabalho que objetivou avaliar a potencialidade da PCA para a interpretação de resultados de um experimento realizado com extratos de pequi, constatou que a PCA foi eficiente para geração de componentes interpretáveis por meio da redução da dimensionalidade dos dados, assim como, na presente pesquisa para avaliação da diferenciação de soros que podem ser utilizados em fraudes de leite.

Em estudo para aplicação da análise multivariada na interpretação de teores de minerais encontrados em sucos de frutas, a PCA por meio de três componentes principais, assim como no modelo dos soros de origem láctea. A análise multivariada gerou o agrupamento dos diversos sucos de acordo com as diferenças nos teores de minerais encontrados. Nesse experimento, o resultado do modelo mostrou que a primeira componente principal (PC1) explicou 49,6% da variância total dos dados, enquanto, a segunda e a terceira componentes principais explicam 19,6% e 13,8%, respectivamente (MORGANO *et al.*, 2020).

Após constatar diferença significativa entre os grupos de soros lácteos em um espaço tridimensional por meio da análise de componentes principais, aplicou-se modelo para análise de agrupamento hierárquico (HCA). O objetivo da modelagem com o HCA foi o de confirmar ou não a existência de diferenças significativas entre as amostras de soro.

3.2 Modelo HCA

O modelo de análise exploratória e classificatório HCA também foi obtido utilizando-se o *software* MATLAB e ferramentas do pacote *PLS-Toobox*. A medida utilizada para medir a distância entre duas amostras a e b (D_{ab}), correspondeu à Euclidiana. Definidas as distâncias entre todas as amostras foi obtida a escala de similaridade por meio do cálculo do vizinho mais próximo. A modelagem da HCA resultou em um dendrograma no qual os diferentes tipos de soros lácteos foram agrupados em função da similaridade. O dendrograma apresentou os seis grupos distintos, assim como o PCA, conforme pode ser constatado na Figura 4. Os resultados apresentados por meio do dendrograma permitem a visualização das amostras em um espaço com duas dimensões (bidimensional), diferentemente do PCA cujos resultados podem ser configurar em mais dimensões.

Pôde-se observar que os grupos de amostras do leite cru se diferenciaram totalmente dos demais. Já os soros de queijo Minas Frescal e o soro de queijo elaborado com leite pasteurizado, apresentaram certa semelhança entre eles. Por meio da observação do dendrograma (Figura 4), comprovou-se que os espectros do soro de Muçarela e de Ricota apresentaram características muito semelhantes, formando um grupo diferenciado dos demais.

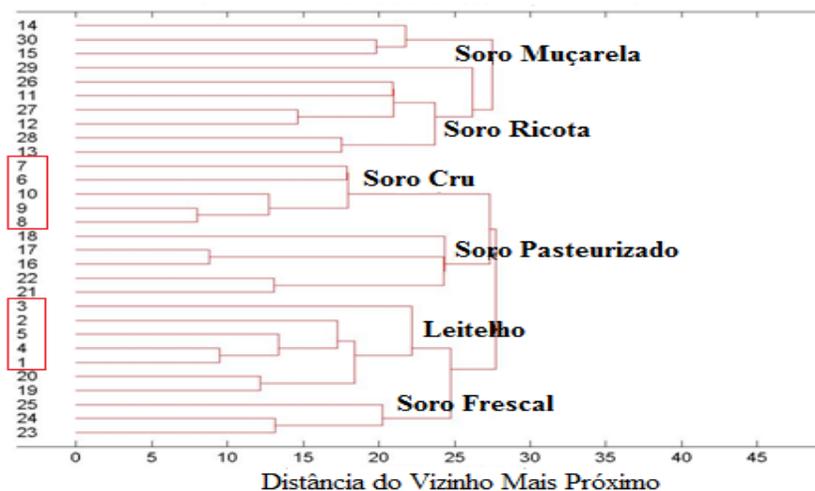


FIGURA 4: Dendrograma: amostras 1-5 leiteiro; 6-10 soro de queijo cru; 11-15 soro de Ricota; 16-20 soro pasteurizado; 21-25 soro Minas Frescal; 26-30 soro de Muçarela.

Pesquisadores visando a caracterização de água mineral de diferentes marcas e regiões, com base na composição inorgânica dessas amostras, utilizaram modelos de reconhecimento de padrões, especificamente, o HCA e o PCA. Por meio do HCA as distâncias calculadas entre amostras de uma mesma marca foram menores que os valores obtidos para amostras de marcas diferentes. Os agrupamentos no dendrograma demonstraram que todas as marcas foram adequadamente separadas, assim como as amostras de soro.

4 | CONCLUSÃO

Tanto o modelo PCA como o HCA comprovou serem modelos exploratórios capazes de serem utilizados como ferramentas para obtenção de informações sobre as características de amostras desconhecidas e a aplicação de ambos são amplamente utilizados em pesquisas para reconhecimento de padrões. Os resultados desses dois modelos quimiométricos exploratórios demonstraram ser possível diferenciar soros provenientes do processamentos de diferentes derivados lácteos que podem ser utilizados em fraudes de leite.

REFERÊNCIAS

ALVES A. I.; RODRIGUES M. Z.; VANZELA E. S. L.; STRINGHETA P. C.; A. M. Ramos. **Análise de componentes principais aplicada à ciência de alimentos: estudo de caso com pequi**. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência, Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos. 2016. P 1-5.

BRANDÃO S.C.C. **Fraude do leite**, In: BARBOSA S.B.P., BATISTA A.M.V.; MONARDES H. III Congresso Brasileiro de qualidade do leite. Recife: CCS Gráfica e Editora, 2008, v.1. p. 193-199.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 80 de 13 de agosto de 2020. Aprova o Regulamento Técnico que fixa os padrões de identidade e qualidade para o soro de leite e o soro de leite ácido. **Diário Oficial da União, Brasília, 17 ago. 2020. p. 2.**

BRASIL^a. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial da União, Brasília, 14 dez. 2006. p.1-74.**

BRASIL^b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 69, 13 dez. 2006. **Institui critério de avaliação da qualidade do leite in natura, concentrado e em pó, reconstituídos, com base no método analítico oficial físico-químico denominado “Índice CMP”.** Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?>> Acesso em: 03 set. 2014.

CORREIA P. R. M. ; MÁRCIA M. C. FERREIRA M. M. **Non-supervised pattern recognition methods: exploring chemometrical procedures for evaluating analytical data.** Quim. Nova, v. 30 (2), p. 481-487, 2007.

CORTEZ M. A. S., DIAS V.G.; MAIA R. G.; COSTA C.C.A. **Physicochemical characteristics and sensorial evaluation of pasteurized milk added with water, cheese whey, 0.9% sodium chlorite solution and 5.0% dextrose solution.** Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes, v.376 (65), p. 18-25, 2010.

FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L. S. Potential Uses of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR). **Food Processing and Engineering**, cap. 4, p. 211-257, 2011.

FREITAS S. K. B. **Uma Metodologia para Screening Analysis de sucos cítricos utilizando um analisador automático em fluxo-batelada, espectrometria UV-VIS e técnicas quimiométricas.** João Pessoa: Centro de ciências Exatas e da natureza da UFPB. 2006. 55 p. (Dissertação, Mestrado em Química).

FURTADO M. A. M. **Fraudes em leite de consumo.** In. I Simpósio de Qualidade do Leite e Derivados, UFRRJ – Seropédica, RJ –Ago de 2010.

HOLLER, F. J.; SKOOG, D. A.; CROUCH, S. R. **Princípios de análise instrumental.** 6º edição. São Paulo: Bookman. 2009, 1056 p.

INÁCIO, M. R. C. **Ferramentas quimiométricas aplicadas à classificações de amostras de leite em pó e quantificação de proteínas.** Natal:Centro de Ciências Exatas e da Terra da UFRN, 2010. 119 p. (Dissertação, Mestrado em Química).

JOHNSON R. **Food Fraud and “Economically Motivated Adulteration” of Food and Food Ingredients.** In: Congressional Research Service. p.1-45. 2014.

LYNCH, J. M. *et al.* **Precalibration Evaluation Procedures for Mid-Infrared Milk Analyzers.** Journal of Dairy Science. v. 89 (7), 2006.

MOORE J. C, SPINK J., LIPP M. **Development and Application of a Database of Food Ingredient Fraud and Economically Motivated Adulteration from 1980 to 2010.** Journal of Food Science v. 77 (4), p. 118-126. 2012.

MORGANO M., QUEIROZ S. C. N., FERREIRA M. M. C., **Aplicação da Análise Multivariada da Interpretação de Teores de Minerais Encontrados em Sucos de Frutas.** 23ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas, p. 23-26. 2000.

MORGANO, M. A. **Aplicação de métodos quimiométricos em análise de alimentos.** Campinas: Instituto de Química da UNICAMP. 2005. 127 p. (Dissertação de mestrado em Química).

NETO F. F. G. **Classificação de óleos vegetais utilizando voltametria de onda quadrada e métodos quimiométricos.** João Pessoa: Centro de ciências Exatas e da Terra da UFPB. 2008. 117 p. (Dissertação de Mestrado em Química).

PATACA L. C. M. **Análises de mel e própolis utilizando métodos Quimiométricos de Classificação e Calibração.** Campinas: Departamento de Química Analítica da UNICAMP, 2006. 102 p. (Tese, Doutorado em Química).

PINTO F. A. **Metodologia de espectroscopia no infravermelho para análises de soros provenientes da fabricação de queijos minas padrão e prato.** Belo Horizonte: Escola de veterinária da UFMG, 2010. 45 p. (Dissertação de Mestrado em Tecnologia e inspeção de produtos de origem animal).

RECHE, R. V.; FRANCO, D. W. **Distinção entre cachaças destiladas em alambiques e em colunas usando quimiometria.** Química Nova, v. 32 (2), p. 332-336. 2009.

RIGUEIRA, J. C. S. **Desenvolvimento de metodologia analítica para detecção de adulteração pela adição de leite em pó e leite fluido.** Viçosa: Departamento de Tecnologia de alimentos da UFV, 2006. 58 p. (Dissertação, Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos).

RODRIGUES, N. P. A.; GIVISIEZ, P. E. N.; QUEIROGA, R. C. R. E.; AZEVEDO, P. S.; GEBREYES, W. A.; OLIVEIRA, C. J. B. **Milk adulteration: Detection of bovine milk in bulk goat milk produced by smallholders in northeastern Brazil by a duplex PCR assay.** Journal of Dairy Science. v. 95, p. 2749–2752. 2012.

RODRIGUEZ-SAONA, L. E.; ALLENDORF, M. E. **Use of FTIR for Rapid Authentication and Detection of Adulteration of Food.** Annual Review of Food Science and Technology. v. 2, p. 467–83. 2011.

SOUZA, A. M.; POPPI, R. J. **Experimento didático de quimiometria para análise exploratória de óleos vegetais comestíveis por espectroscopia no infravermelho médio e análise de componentes principais: um tutorial, parte I.** Química Nova, v. 35 (1), p. 223-229. 2012.

SOUZA, S. S., *et al.* **Monitoring the authenticity of Brazilian UHT milk: A chemometric approach.** Food Chemistry, v.124 (2), p. 692-695. 2011.

SOBRE O ORGANIZADORA

CARLA CRISTINA BAUERMANN BRASIL - Possui graduação em Nutrição pela Universidade Franciscana (2006), especialização em Qualidade de Alimentos pelo Centro Brasileiro de Estudos Sistêmicos (2008), especialização em Higiene e Segurança Alimentar pela Universidad de León (2011), especialização em Vigilância Sanitária e Qualidade de Alimentos (2020), licenciatura pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional (2013), Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na linha de pesquisa Qualidade de Alimentos. Atua como docente do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria e participa de projetos de pesquisa e extensão na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase em sistemas de controle de qualidade de alimentos, microbiologia dos alimentos, análise sensorial de alimentos e legislações sanitárias voltadas a serviços de alimentação e indústria de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácido fólico 2, 4, 5, 6, 7

Aditivos 12, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 177, 200, 208, 213, 265

Alimentação 9, 8, 33, 35, 36, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 59, 63, 86, 98, 119, 121, 127, 161, 191, 193, 198, 200, 223, 226, 294

Atividade Antioxidante 140, 145

B

Biodisponibilidade 2, 3, 10, 33, 39, 259

C

Cacau 35, 36, 37, 39, 40, 42, 48, 50, 52, 56, 130, 131, 137, 230

Cálcio 29, 30, 31, 32, 33, 34, 59, 87, 88, 108, 156, 157, 210, 211, 212, 213, 224, 254, 256, 258, 259, 261, 266, 270

Carotenoides 17, 58, 60, 61, 63, 92, 107, 114, 115, 124, 150, 191

CGMS 152, 153, 155

Clean Label 118, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 127

Compostos Fenólicos 36, 50, 72, 108, 129, 130, 131, 137, 139, 140, 141, 144, 145, 149, 150, 191, 211, 220, 224

Compostos voláteis 152, 155, 157, 158, 159, 161, 162

Conservação 15, 43, 69, 72, 86, 97, 102, 103, 118, 122, 126, 152, 165, 171, 172, 208, 250, 251, 252, 258

D

Diabetes Mellitus 3, 10, 13, 35, 36, 40

Doce de frutas 86

E

Edulcorantes 86, 87, 91, 93, 94, 95

Estabilidade da massa 74, 77, 79, 82

Extratos Naturais 118, 119, 122, 124

F

Farinha 11, 12, 31, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 153, 180, 192, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228

Físico-Química 11, 13, 59, 65, 71, 90, 95, 106, 116, 152, 154, 164, 171, 189, 206, 226, 227, 228, 249, 275, 276

Flores comestíveis 130, 131

Fortificação de alimentos 42, 46, 55, 57

Fosfatos 118, 123, 126

Frutas Nativas 27, 65, 66, 107, 108, 115

G

Gelatinização 139, 140, 143, 146, 147

H

HPLC 16, 17, 19, 23, 152, 153, 284

HSPME 152, 153, 155

M

Métodos de conservação 152

Microencapsulação 42, 43, 44, 53, 56

Microscopia eletrônica de varredura 139, 140, 142, 146

Minerais 2, 39, 48, 58, 59, 62, 63, 66, 108, 119, 152, 154, 156, 180, 220, 224, 254, 275, 276, 290, 293

N

Nutrientes 11, 13, 2, 3, 10, 17, 36, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 52, 54, 95, 119, 190, 194, 196, 220, 225, 251, 268, 276

O

Osso 29, 30

P

PANC 58, 59, 137

Plantas 2, 18, 21, 59, 127, 130, 137, 153, 185, 186

Plantas Alimentícias Não Convencionais 130

Polifenóis 10, 35, 39, 40, 44

Processamento de frutas 97, 186

Produto Diet 35

Produtos cárneos 12, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 149, 212, 213

Produtos lácteos 33, 55, 107, 108, 109, 112, 116, 206, 251, 252, 254, 257, 258, 266, 271

Proteína 15, 29, 30, 32, 40, 60, 62, 80, 120, 125, 144, 156, 190, 192, 193, 211, 225, 248, 261, 273, 275, 276

Proteínas 3, 39, 47, 48, 58, 61, 62, 66, 75, 76, 79, 108, 119, 123, 141, 144, 153, 154, 165, 192, 223, 253, 254, 258, 259, 260, 271, 276, 292

Psidium guajava 20, 56, 97, 98, 106

S

Saúde Humana 1

Sorvete 65, 66, 68, 70, 72, 164, 165, 166, 167, 171, 226

Spray Drying 14, 42, 44, 48, 49, 51, 54, 56, 57, 178

Sucralose 37, 39, 40, 85, 86, 87, 90, 91, 93, 94

T

Tecnologia de Alimentos 1, 29, 34, 35, 40, 63, 64, 72, 83, 95, 106, 117, 118, 127, 137, 171, 195, 206, 208, 214, 250, 293, 294

Textura 39, 48, 50, 68, 70, 74, 78, 81, 82, 95, 98, 104, 120, 121, 123, 165, 166

Theobroma speciosum 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137

Transformação 97, 99, 225, 286

U

Uvaia 11, 13, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171

V

Vida de prateleira 107, 126, 255

Vitamina D 29

X

Xilitol 85, 86, 87, 90, 92, 93, 94

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

3

ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

3

ALIMENTOS, NUTRIÇÃO E SAÚDE