

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2



**Priscila Tessmer Scaglioni
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2



**Priscila Tessmer Scaglioni
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

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

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

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

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

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino e pesquisa no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos 2 / Organizadora Priscila Tessmer Scaglioni. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-5706-826-7
 DOI 10.22533/at.ed.267210501

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

CDD 644

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná – Brasil
 Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Priscila Tessmer Scaglioni

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ACEITAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE BOLOS SEM GLÚTEN E LACTOSE PRODUZIDOS COM FOLHAS DE *STEVIA REBAUDIANA*

Lucas de Souza Nespeca
Adriana Aparecida Droval
Leila Larisa Medeiros Marques
Maysa Ariane Formigoni Fasolin
Flávia Aparecida Reitz Cardoso
Renata Hernandez Barros Fuchs

DOI 10.22533/at.ed.2672105011

CAPÍTULO 2..... 9

ATRIBUTOS PERCEBÍVEIS EM AZEITES DE OLIVA DA SERRA DA MANTIQUEIRA

Amanda Neris dos Santos
Camila Argenta Fante

DOI 10.22533/at.ed.2672105012

CAPÍTULO 3..... 15

AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM PELO MECANISMO DA DIFUSÃO MÁSSICA PARA INHAME (*Dioscorea opposita thunb*)

Keylyn dos Santos Pais
Marcelo Lima Bertuci
Monique Mendes dos Santos
Pâmela Davalos de Souza
Raquel Manozzo Galante
Leandro Osmar Werle

DOI 10.22533/at.ed.2672105013

CAPÍTULO 4..... 26

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS EM COCRISTALIZADOS DE SUCO DE UMBU

Milton Nobel Cano-Chauca
Daniela Silva Rodrigues
Adriana Gonçalves Freitas
Kelem Silva Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.2672105014

CAPÍTULO 5..... 33

AVALIAÇÃO DE CONTAMINANTES EM HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE NITERÓI, RJ

Shihane Mohamad Costa Mendes
Lucas Xavier Sant'Anna
Luciano Antunes Barros

DOI 10.22533/at.ed.2672105015

CAPÍTULO 6.....37

AVALIAÇÃO DO VINHO DE JABUTICABA SUBMETIDO A TRATAMENTO DE RADIAÇÃO GAMA

Valter Arthur

Marcia Nalesso Costa Harder

Juliana Angelo Pires

DOI 10.22533/at.ed.2672105016

CAPÍTULO 7.....48

AVALIAÇÃO FÍSICO - QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA UTILIZADA EM IRRIGAÇÕES DE HORTAS PRODUTORAS DE VERDURAS NA COMUNIDADE DE IGUAIBA, PAÇO DO LUMIAR-MA

Ítalo Prazeres da Silva

Fabírcia Fortes dos Santos

Igor Prazeres da Silva

Gabriella Pereira Valverde

Sebastião Vieira Coimbra Neto

Viviane Correa Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.2672105017

CAPÍTULO 8.....57

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE ÁGUAS DE COCO PROCESSADAS COMERCIALIZADAS EM IMPERATRIZ – MA

Sabrina Cynthia de Araújo Ramalho

Yanne Bruna da Silva Pereira

Natacy Fontes Dantas

Ana Lúcia Fernandes Pereira

DOI 10.22533/at.ed.2672105018

CAPÍTULO 9.....67

AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DE BOLOS ISENTOS DE GLÚTEN E LEITE ELABORADOS COM FARINHAS DE ARROZ E BERINJELA

Lucieli Baioco Rolim

Leomar Hackbart da Silva

Paula Fernanda Pinto da Costa

DOI 10.22533/at.ed.2672105019

CAPÍTULO 10.....78

BISCOITOS SEM GLÚTEN PRODUZIDOS COM FARINHA DE MANDIOCA E SABORIZADOS COM FARINHA DE BETERRABA

Thamires Queiroga dos Santos

Teresa Tainá Florentino Lacerda

Ayla Dayane Ferreira de Sá

Geraldavane Lacerda Lopes

Carla da Silva Alves

Hozana Maria Figueiredo Silva

DOI 10.22533/at.ed.26721050110

CAPÍTULO 11	83
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FRAÇÃO INORGÂNICA DA MUCILAGEM DE TARO Luan Alberto Andrade Cleiton Antônio Nunes Joelma Pereira DOI 10.22533/at.ed.26721050111	
CAPÍTULO 12	89
CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE ALGINATO DE SÓDIO APLICADOS NA CONSERVAÇÃO DE MAÇÃS Poliana Zava Ribeiro da Silva Vinícius André de Jesus Pires Paulo José Bálsamo Maira de Lourdes Rezende Komatsu DOI 10.22533/at.ed.26721050112	
CAPÍTULO 13	104
DESCRIÇÃO SENSORIAL DE FORMULAÇÕES BOLO DE LARANJA SEM GLÚTEN UTILIZANDO FARINHAS DE ARROZ, SORGO E TEFF PELA TÉCNICA DE <i>PERFIL FLASH</i> Renata Hernandez Barros Fuchs Geovana Teixeira de Castro Lucas de Souza Nespeca Evandro Bona Adriana Aparecida Droval Leila Larisa Medeiros Marques DOI 10.22533/at.ed.26721050113	
CAPÍTULO 14	116
DESCRIÇÃO SENSORIAL DE PÃES ISENTOS DE GLÚTEN PELOS MÉTODOS CATA (<i>CHECK-ALL- THAT- APPLY</i>) E JAR (<i>JUST-ABOUT-RIGHT</i>) Lucas Shinti Iwamura Luiza Pelinson Tridapalli Flávia Aparecida Reitz Cardoso Adriana Aparecida Droval Leila Larisa Medeiros Marques Renata Hernandez Barros Fuchs DOI 10.22533/at.ed.26721050114	
CAPÍTULO 15	127
DESENVOLVIMENTO DE BARRAS ALIMENTÍCIAS UTILIZANDO MISTURAS DE FRUTAS DESIDRATADAS Milton Nobel Cano-Chauca Daniela Silva Rodrigues Adriana Gonçalves Freitas Hugo Calixto Fonseca Kelem Silva Fonseca DOI 10.22533/at.ed.26721050115	

CAPÍTULO 16..... 137

DESENVOLVIMENTO DE UMA BARRA DE CEREAL A PARTIR DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU

Ronnyely Suerda Cunha Silva
Whellyda Katrynne Silva Oliveira
Lindalva de Moura Rocha
Rafael Elias Fernandes de Oliveira
Ana Carolina Santana da Silva
Hilton André Cunha Lacerda
Diego Mesquita Cascimiro
Gabriela Almeida de Paula

DOI 10.22533/at.ed.26721050116

CAPÍTULO 17..... 149

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES FÍSICAS DE BOLO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE BANANA VERDE

Genilson de Paiva
Isadora Peterli Altoé
Vitor Mascarello Fim
Milena Bratz Bickel
Mônica Ribeiro Pirozi
Fabrícia Ribeiro Mattos

DOI 10.22533/at.ed.26721050117

CAPÍTULO 18..... 155

DETERMINAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM DO ABACAXI USANDO EVOLUÇÃO DIFERENCIAL E OTIMIZAÇÃO ROBUSTA

Thaís Alves Barbosa
Bianca Duarte Oliveira
Fran Sérgio Lobato
Edu Barbosa Arruda
Breno Amaro da Silva

DOI 10.22533/at.ed.26721050118

CAPÍTULO 19..... 168

ELABORAÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE MARACUJÁ E UTILIZAÇÃO EM PÃES TIPO BISNAGUINHA

Ana Caroline Barroso da Silva
Diego Pádua de Almeida
Lucilene Benevenuti
Alcides Ricardo Gomes de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.26721050119

CAPÍTULO 20..... 174

ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE CASTANHA-DO-BRASIL (BERTHOLLETIA EXCELSA)

Daniela Queiroz Leite
Ana Luiza Sousa de Lima

Benedito Lobato

DOI 10.22533/at.ed.26721050120

CAPÍTULO 21..... 183

ELABORAÇÃO DE SMOOTHIES DE AÇÁI COM MARACUJÁ, CUPUAÇU, CACAU OU GOIABA

Ana Lúcia Fernandes Pereira
Kaleny da Silva Firmo
Bianca Macêdo de Araújo
Virgínia Kelly Gonçalves Abreu
Tatiana de Oliveira Lemos

DOI 10.22533/at.ed.26721050121

CAPÍTULO 22..... 194

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS TIPO COOKIE ADICIONADOS DE FARINHA DE CASCA DE ABACAXI

Emily Taíz Bauer
Juliana Signori Ziani
Laura Thaís Kroth
Maristella Letícia Selli
Stefany Grützmänn Arcari

DOI 10.22533/at.ed.26721050122

CAPÍTULO 23..... 204

ISOTERMAS DE SORÇÃO DE SEMENTES DE PITAIA BRANCA E ROSA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Carolina Morello de Castro
Caroline Mondini
Luana Carolina Bosmuler Züge

DOI 10.22533/at.ed.26721050123

CAPÍTULO 24..... 211

MATURAÇÃO DE CERVEJAS COM CHIPS DE MADEIRAS

Osmar Roberto Dalla Santa
Rainhard William Kreuzscher
David Chacón Alvarez
Roberta Letícia Kruger
Michele Cristiane Mesomo Bombardelli
Cristina Maria Zanette

DOI 10.22533/at.ed.26721050124

CAPÍTULO 25..... 220

OTIMIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS TEMPO, TEMPERATURA E CONCENTRAÇÃO DE SACAROSE NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO CUPUAÇU UTILIZANDO A METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Andréa Gomes da Silva
Geanderson Paiva Chaves
Juarez da Silva Souza Júnior

Victor César Nogueira Nunes de Lima
Alexandre Araújo Pimentel
Patrícia Beltrão Lessa Constant
Sérgio Souza Castro

DOI 10.22533/at.ed.26721050125

CAPÍTULO 26.....227

POTENCIAL DA PASTA DE COCO ENRIQUECIDA COM CHIA

Flávia Luiza Araújo Tavares da Silva
Taís Letícia de Oliveira Santos
Jideane Menezes Santos
Tuânia Soares Carneiro
Raissa Ingrid Santana Araujo Costa
Alysson Caetano Soares
Filipe de Oliveira Melo
Angela da Silva Borges
Tháís Sader de Melo
Andrea Gomes da Silva
João Antônio Belmino dos Santos
Patrícia Beltrão Constant Lessa

DOI 10.22533/at.ed.26721050126

CAPÍTULO 27.....236

PROCESSAMENTO DE TOMATE SECO

José Raniere Mazile Vidal Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.26721050127

CAPÍTULO 28.....250

PROCESSO CERVEJEIRO E SUAS RELAÇÕES COM A CONTAMINAÇÃO POR MICOTOXINAS

Jaqueline Garda Buffon
Rafael Diaz Remedi
Francine Kerstner de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.26721050128

CAPÍTULO 29.....263

PRODUÇÃO DE CERVEJAS ÁCIDAS COM MICRORGANISMOS NÃO CONVENCIONAIS

Handray Fernandes de Souza
Giulia Gagliardi Stramandinoli
Katrin Stefani Koch
Victoria Mariano Dobra
Mariana Fronja Carosia
Rafael Resende Maldonado
Eliana Setsuko Kamimura

DOI 10.22533/at.ed.26721050129

SOBRE A ORGANIZADORA.....274

ÍNDICE REMISSIVO.....275

CAPÍTULO 1

ACEITAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE BOLOS SEM GLÚTEN E LACTOSE PRODUZIDOS COM FOLHAS DE *STEVIA REBAUDIANA*

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 11/01/2021

Lucas de Souza Nespeca

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos
Campo Mourão – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8418215033044186>

Adriana Aparecida Droval

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos
Campo Mourão – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7498127750441928>

Leila Larisa Medeiros Marques

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos
Campo Mourão – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5674435305693604>

Maysa Ariane Formigoni Fasolin

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos
Campo Mourão – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1251433411089026>

Flávia Aparecida Reitz Cardoso

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento de Matemática
Campo Mourão – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/2663975071704461>

Renata Hernandez Barros Fuchs

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos
Campo Mourão – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7370399281688089>

RESUMO: A *Stevia rebaudiana* contém glicosídeos de esteviol e é um potencial substituto do açúcar. Porém, ao promover alterações em formulações por meio da substituição de ingredientes, é de suma importância avaliar a aceitação do consumidor e uma ferramenta que auxilia nesta percepção é a aplicação de testes sensoriais. Objetivo da pesquisa foi analisar sensorialmente, por meio de teste de aceitação, bolos isentos de glúten e lactose com substituição parcial/ total de açúcar por folhas de *Stevia rebaudiana*. O planejamento experimental apresentou sete formulações, que sofreram variação no teor de açúcar e folhas de estevia. Aplicou-se um teste de aceitação com 89 provadores não treinados que avaliaram os atributos aparência, textura, sabor e impressão global, utilizando escala hedônica de 9 pontos (9-gostei muitíssimo; 1- desgostei muitíssimo). Os resultados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$). Todos os atributos sensoriais apresentaram diferenças significativas entre as formulações ($p < 0,05$). Para o atributo aparência, os resultados variaram de 6,66 (F5) a 8,00 (F1). Em relação ao atributo textura percebe-se que a maior nota foi atribuída a F1 (7,94) e a menor aceitação foi da F5 (5,88), variando entre gostei muito e gostei ligeiramente. As notas atribuídas

ao atributo sabor variaram de 4,72 (F5) à 7,93 (F2), tais valores estão representados entre “desgostei ligeiramente” e “gostei muito”. A nota para impressão global das formulações analisadas variou de 5,39 a 7,93, representadas entre “não gostei/ nem desgostei” e “gostei muito”. Os dados apresentados demonstram que a aceitabilidade global das formulações diminui com a adição de estévia, contudo, as notas estabelecidas aos atributos foram satisfatórias, demonstrando que a substituição de açúcar por esse edulcorante é viável.

PALAVRAS-CHAVE: Análise sensorial; Método afetivo; Alimentos para fins especiais; Desenvolvimento de novos produtos.

ACCEPTANCE OF GLUTEN AND LACTOSE-FREE CAKE FORMULATIONS PRODUCED WITH *STEVIA REBAUDIANA* LEAVES

ABSTRACT: *Stevia rebaudiana* contains steviol glycosides and is a potential sugar substitute. However, when promoting changes in formulations through the substitution of ingredients, it is extremely important to assess consumer acceptance applying sensorial tests. The objective of this research was to analyze the sensorial acceptance of gluten and lactose-free cakes made with partial/ total substitution of sugar by *Stevia rebaudiana* leaves. The experimental design presented seven formulations, which suffered variations in the content of sugar and stevia leaves. An acceptance test was applied with 89 untrained assessors who evaluated the appearance, texture, flavor, and overall acceptance, using a 9-point hedonic scale (9- I liked it so much; 1- I disliked it so much) The results were analyzed by ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). All sensory attributes showed significant differences between the formulations ($p < 0.05$). For the appearance attribute, the results ranged from 6.66 (F5) to 8.00 (F1). Regarding the texture attribute, it is clear that the highest score was attributed to F1 (7.94) and the lowest acceptance was F5 (5.88), varying between I liked it a lot and I liked it slightly. The grades attributed to the flavor attribute ranged from 4.72 (F5) to 7.93 (F2), these values are represented between “slightly disliked” and “I liked it a lot”. The overall impression score for the formulations analyzed ranged from 5.39 to 7.93, represented between “I didn't like / dislike” and “I liked it very much”. The data presented demonstrate that the overall acceptability of the formulations decreases with the addition of stevia, however, the grades established for the attributes were satisfactory, demonstrating that the substitution of sugar for this sweetener is viable.

KEYWORDS: Sensory analysis; Affective method; analysis of variance; Development of new products.

1 | INTRODUÇÃO

A *Stevia rebaudiana* Bertoni é uma planta nativa das montanhas do Amambay que estão localizadas entre o norte do Paraguai e o sul do Brasil. Nesta região habitavam índios Guaranis que desde antigamente usufruíram desta planta como adoçante e artifício medicinal, onde eles a denominam como “ka' a he'ê” ou erva doce (CARRERA-LANESTOSA; MOGUEL-ORDÓÑEZ; SEGURA-CAMPOS, 2017).

Essa planta é uma matéria-prima renovável e promissora no mercado mundial e conquistou um interesse crescente como fonte potencial de recursos naturais, sendo

aplicada como adoçante não calórico para uso como substituto de adoçantes sintéticos (DAS; DANG; SHIVANANDA, 2006). A estévia é uma planta perene, nativa da América do Sul e pertencente à família Asteraceae, possuindo efeitos benéficos para a saúde humana, tais como, atividade anti-hipertensiva, anti-hiperglicêmicas, capacidade de melhorar a função renal entre outras (SHUKLA et al., 2012).

O que confere a capacidade de doçura a esta planta são os compostos denominados glicosídeos de esteviol, dentre eles destacam-se o esteviosídeo, esteviolbiosídeo, rebaudiosídeos A, B, C, D, E e F e dulcosídeo A, sendo os componentes majoritários o esteviosídeo e o rebaudiosídeo A (ASHWELL, 2015). Em média, os glicosídeos de esteviol são 250-300 vezes mais doces do que a sacarose. São não calóricos e atualmente vem sendo utilizados como substitutos do açúcar em muitos tipos de alimentos, bebidas e em diversas áreas da indústria alimentícia (AHMAD et al., 2018).

Contudo, a substituição do açúcar por adoçantes naturais pode influenciar as características sensoriais do produto e, por isso, é de suma importância conhecer e avaliar a percepção dos consumidores com relação aos atributos finais dos alimentos. Para Vital et al. (2018) avaliar as preferências do consumidor é importante quando se desenvolve um produto. A avaliação da aceitação e o conhecimento sobre os hábitos de consumo são importantes para compreender como os consumidores reagem as novas tecnologias e produtos, sendo crucial para a inovação da cadeia alimentar, já que a aceitação do consumidor é fator determinante no desenvolvimento produtos.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a aceitação sensorial de bolos isentos de glúten e lactose elaborados com folhas de *Stevia rebaudiana* em substituição parcial ou total de açúcar.

2 | METODOLOGIA

O planejamento experimental do presente estudo foi composto por sete formulações - F1, F2, F3, F4, F5, F6 e F7, sendo as duas últimas, repetições do ponto central (F3). Empregou-se um planejamento para misturas com dois componentes (açúcar e estévia), com restrições para os níveis mínimos e máximos (NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2010). Esses níveis mínimos e máximos foram empregados em função da substituição parcial e total do açúcar por estévia, nas proporções apresentadas conforme Tabela 1.

Proporção dos ingredientes na mistura binária				
Formulação (ensaio)	Em concentrações reais		Em pseudocomponentes	
	Açúcar (c1)	Estévia (c2)	Açúcar (x1)	Estévia (x2)
1	100	0,00	1,00	0,00
2	75	1,50	0,75	0,25
3	50	2,00	0,50	0,50
4	25	2,50	0,25	0,75
5	0	3,00	0,00	1,00
6	50	2,00	0,50	0,50
7	50	2,00	0,50	0,50

Nota: $c1+c2 = 1$ ou 100% e $x1+x2 = 1$ ou 100% e $0 \leq c1 \leq 100$ e $1,50 \leq c2 \leq 3,00$

Tabela 1 - Delineamento experimental

Fonte: Autoria própria

Em função da restrição de haver, no mínimo, 1,5g de estévia, o planejamento foi ajustado, reduzindo a escala original, mas garantindo que a correta distribuição dos experimentos fosse respeitada. Dessa maneira, F1 pôde ser considerada como amostra controle. Isto foi feito por meio dos pseudocomponentes, que são combinações dos componentes originais, utilizadas para redefinir as coordenadas de misturas em relação ao espaço experimental a ser estudado (NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2010).

As formulações de bolo estão apresentadas na Tabela 2, que também apresenta a variação entre açúcar e folhas de estévia nas formulações.

Ingredientes	Quantidade				
	F1	F2	F3/6/7	F4	F5
Leite zero lactose (mL)	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00
Óleo de soja (mL)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Farinha de sorgo (g)	52,16	52,16	52,16	52,16	52,16
Ovo (g)	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Fécula de batata (g)	32,30	32,30	32,30	32,30	32,30
Cacau (g)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Farinha de arroz (g)	21,74	21,74	21,74	21,74	21,74
Polvilho doce (g)	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
Farinha de teff (g)	13,04	13,04	13,04	13,04	13,04
Yacon (g)	9,66	9,66	9,66	9,66	9,66
Fermento químico (g)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Bicarbonato de sódio (g)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Goma xantana (g)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Sal (g)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Açúcar refinado (g)	100,00	75,00	50,00	25,00	-
Folha de <i>Stevia rebaudiana</i> (g)	-	1,50	2,00	2,50	3,00

Tabela 2 - Formulação dos bolos

Fonte: Autoria própria

As formulações foram avaliadas por meio de um teste de aceitação, com a participação de 89 provadores não treinados, com relação aos atributos sabor, textura, aparência e impressão global, utilizando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (9 = gostei muitíssimo, 1 = desgostei muitíssimo) (MEILGAARD; CARR; CIVILLE, 2007).

O teste sensorial ocorreu em duas sessões, sendo que na primeira os provadores receberam quatro amostras de bolo e na segunda sessão receberam três amostras, as quais foram oferecidas aos provadores em ordem monádica, sequencial e aleatorizada.

Os resultados do teste de aceitação foram analisados por ANOVA e teste de Tukey, considerando testar as hipóteses de que todas as médias dos atributos das sete formulações seriam iguais ou pelo menos uma das médias seria diferente das demais ao nível de significância de 5%. As análises foram executadas utilizando o software *Statistica* 10.

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná sob CAAE: 88116618.2.0000.5547.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste de aceitação, assim como as médias e os desvios padrões de cada atributo analisado estão apresentados na Tabela 3. Pode-se observar que todos os atributos sensoriais apresentaram diferenças significativas entre as formulações ao nível de significância de 5%.

Ao analisar a Tabela 3 é possível observar que a aceitação de todos os atributos sensoriais analisados diminui à medida em que se substitui açúcar por folhas de estévia. Em relação a todos os atributos avaliados, percebe-se que F1 e F2 são consideradas iguais, o que sugere que a substituição parcial de açúcar por estévia, nas concentrações de 75% açúcar e 25% estévia, é viável.

Formulação	Aparência	Textura	Sabor	Impressão Global
F1	8,00 ^a ±0,09	7,94 ^a ±0,10	7,88 ^a ±0,11	7,93 ^a ±0,09
F2	7,97 ^a ±0,10	7,75 ^{ab} ±0,12	7,93 ^a ±0,14	7,90 ^{ab} ±0,12
F3	7,26 ^{bc} ±0,15	7,07 ^c ±0,15	7,22 ^b ±0,16	7,16 ^c ±0,14
F4	7,27 ^{bc} ±0,14	6,79 ^c ±0,17	6,54 ^c ±0,17	6,79 ^c ±0,16
F5	6,66 ^c ±0,20	5,88 ^d ±0,20	4,72 ^d ±0,20	5,39 ^d ±0,18
F6	7,45 ^{ab} ±0,16	7,28 ^{bc} ±0,16	7,24 ^b ±0,15	7,31 ^{bc} ±0,15
F7	7,03 ^{bc} ±0,16	6,93 ^c ±0,16	6,90 ^{bc} ±0,14	7,00 ^c ±0,14

Nota: Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Tabela 3 - Médias e desvios padrões dos atributos para as formulações

Fonte: Autoria própria

Com relação ao atributo aparência, os resultados variaram de 6,66 a 8,00, que na escala hedônica corresponde à “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. A formulação que apresentou menor aceitabilidade neste atributo foi a F5 (100% estévia) e a maior aceitabilidade foi de F1 (100% açúcar). As formulações F1 e F2 não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si e o mesmo aconteceu com F3 e F4.

Analisando o atributo textura percebe-se que a maior nota foi referente a F1 (7,94) e a menor aceitação foi de F5 (5,88), estes valores encontram-se entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito” na escala hedônica. Todas as formulações diferiram significativamente entre si no quesito textura, com exceção da F3, F4 e F7.

O aumento da aceitabilidade dos atributos aparência e textura com o aumento da concentração de açúcar nas formulações podem ser explicados pelo fato de que a presença de açúcar nos bolos pode retardar a gelatinização do amido, resultando em bolos mais leves e com melhores texturas e granulidade. Além disso, o açúcar auxilia no processo de agregação de cristais de gordura, o que durante o processo de forneamento, contribui para uma maior retenção das bolhas de gás carbônico dentro da massa advindas da fermentação. Quantidades significativas de açúcar e água nas formulações, contribuem também para uma melhor incorporação de ar à massa, assim como para um aumento da estabilidade e viscosidade da mesma, sendo estes parâmetros consideráveis para uma boa estruturação do bolo (DEMIRKESEN et al., 2010; KIM; WALKER, 1992).

Os resultados para o atributo sabor variaram de 4,72 (F5) a 7,93 (F2), tais valores estão representados na escala hedônica entre “desgostei ligeiramente” e “gostei muito”. Além disso, as formulações F1 e F2 são estatisticamente iguais, assim como, F3 e F6. Com relação a este atributo, quanto maior a concentração de estévia nas formulações, menor é sua aceitabilidade, visto que, comparando-se com a sacarose, os edulcorantes geralmente

apresentam sensações bucais e gostos (metálico, amargo, alcaçuz) desagradáveis nos produtos, início lento e baixa intensidade máxima de doçura (DUBOIS; PRAKASH, 2012). Além disso, cada glicosídeo de esteviol presentes nas folhas de estévia pode expressar características sensoriais diferentes, como por exemplo, a doçura e o amargor. Como exemplo tem-se que o esteviosídeo possui potência de doçura menor que o rebaudiosídeo A, e ainda, o seu sabor residual mais amargo prejudica a expressão do gosto doce, portanto, a qualidade geral do gosto do rebaudiosídeo A é considerado superior ao de esteviosídeo (LINDLEY, 2012).

A impressão global das formulações analisadas variou de 5,39 a 7,93, representadas entre “não gostei/ nem desgostei” e “gostei muito” pela escala hedônica. Tendo em vista este atributo, a formulação com maior aceitabilidade global foi a F1, diferentemente da F5, que foi considerada a menos aceita. Exceto as formulações F3, F4 e F7, todas as demais apresentaram diferenças significativas entre si ao nível de 5% neste atributo.

Nota-se que as repetições no ponto central (F3, F6 e F7) apresentaram diferenças entre si ao nível de significância de 5% nos demais atributos, o que pode ser explicado pelo fato de que a análise sensorial depende das percepções e sentidos humanos e isso pode influenciar o resultado do julgamento.

É possível observar que a aceitabilidade das formulações por parte dos provadores é inversamente proporcional a adição das folhas de estévia, ou seja, quanto maior a quantidade de estévia presente nos bolos, menor a aceitação deles. Isto é comprovado pelo fato de que para todos os atributos, os menores valores foram estabelecidos para a formulação F5.

No geral, as notas estabelecidas aos atributos para as formulações foram satisfatórias, mesmo diferindo entre si. Comparando-se as formulações F1 e F3, que indica uma redução de 50% de açúcar, as mesmas apresentaram valores próximos para os quesitos analisados, sendo um ponto positivo para a pesquisa.

Quitral et al. (2019) averiguaram a aceitabilidade global de cupcakes preparados com uma mistura de adoçantes afim de substituir o açúcar. Para uma das formulações que continha 47,5 g de uma mistura de estévia, maltitol e polidextrose, a média para o atributo analisado foi de 7.00, o que na escala hedônica condiz a “gostei moderadamente”. Por fim, para Campbell e Bell (2001), o valor para aceitabilidade de bolo utilizando aspartame encapsulado e acesulfame de potássio como ingredientes para conferir dulçor foi de 5.50, estando entre “não gostei/nem desgostei” e “gostei ligeiramente”.

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a aceitabilidade das formulações é inversamente proporcional à adição das folhas de *Stevia rebaudiana*. Contudo, as notas conferidas aos atributos sensoriais das formulações com substituição de 50% de açúcar por folhas de estévia

foram satisfatórias, indicando a viabilidade de desenvolvimento de bolos com adição deste edulcorante.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, U.; AHMAD, R. S.; ARSHAD, M. S.; MUSHTAQ, Z.; HUSSAIN, S. M.; HAMEED, A. Antihyperlipidemic efficacy of aqueous extract of *Stevia rebaudiana* Bertoni in albino rats. **Lipids in Health and Disease**, v. 17, n. 1, p. 175, 2018.
- ASHWELL, M. Stevia, Nature's Zero-Calorie Sustainable Sweetener. **Nutrition Today**, v. 50, n. 3, p. 129–134, 2015.
- CARRERA-LANESTOSA, A.; MOGUEL-ORDÓÑEZ, Y.; SEGURA-CAMPOS, M. *Stevia rebaudiana* Bertoni: A Natural Alternative for Treating Diseases Associated with Metabolic Syndrome. **Journal of Medicinal Food**, v. 20, n. 10, p. 933–943, 2017.
- DAS, K.; DANG, R.; SHIVANANDA, T. N. Effect of N, P and K fertilizers on their availability in soil in relation to the Stevia plant (*Stevia rebaudiana* Bert.). **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 52, n. 6, p. 679–685, 2006.
- DEMIRKESEN, I.; MERT, B.; SUMNU, G.; SAHIN, S. Rheological properties of gluten-free bread formulations. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 96, n. 2, p. 295–303, 2010.
- DUBOIS G. E.; PRAKASH I. Non-caloric sweeteners, sweetness modulators, and sweetener enhancers. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 353–380, 2012.
- LINDLEY, M. G. Natural high-potency sweeteners. In: O'DONNELL, K.; KEARSLEY, M. (Ed.). **Sweeteners and sugar alternatives in food technology**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2012.
- KIM, C. S.; WALKER, C. E. Interactions between starches, sugars and emulsifiers in high-ratio cake model systems. **Cereal Chemistry**, v. 69, n. 2, p. 206–212, 1992.
- MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory Evaluation Techniques**. 4 ed., 2007, 464 p.
- NETO, B.; SCARMINIO, I.; BRUNS, R.. **Como Fazer Experimentos-: Pesquisa e Desenvolvimento na Ciência e na Indústria**. Bookman Editora, 2010.
- QUITRAL, V; VALDÉS, J; UMAÑA, V; GALLARDO, N.; ALCAINO, M. J.; ARAYA, C.; FLORES, M. **The Role of Non-Caloric Sweeteners in Sensory Characteristics of Pastry Products**. *Foods*, v. 8, n. 8, p. 329, 2019.
- SHUKLA, S.; MEHTA, A.; NEHTA, P.; BAJPAI, V. K.. **Antioxidant ability and total phenolic content of aqueous leaf extract of *Stevia rebaudiana* Bert.** *Experimental and Toxicologic Pathology*, v. 64, n. 7–8, p. 807–811, 2012.
- VITAL, A. C. P.; GUERRERO, A.; KEMPINSKI, E. M. B. C.; MONTESCHIO, J. O.; SARY, C.; RAMOS, T. R.; CAMPO, M. M.; PRADO, I. N.; **Consumer profile and acceptability of cooked beef steaks with edible and active coating containing oregano and rosemary essential oils**. *Meat Science*, v. 143, p. 153 – 158, 2018.

CAPÍTULO 2

ATRIBUTOS PERCEBÍVEIS EM AZEITES DE OLIVA DA SERRA DA MANTIQUEIRA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 15/01/2021

Amanda Neris dos Santos

Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Farmácia, Departamento de
Alimentos
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1413393271728078>

Camila Argenta Fante

Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Farmácia, Departamento de
Alimentos
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0342621968094479>

RESUMO: O Azeite de oliva é um alimento de tradição mediterrânea. Na Serra da Mantiqueira é possível cultivar oliveiras, e seus frutos são utilizados na elaboração de azeites. O objetivo deste estudo foi identificar quais são os atributos sensoriais evocados ao azeite de oliva da Serra da Mantiqueira. Dezoito amostras de azeite extravirgem da Serra da Mantiqueira provenientes das safras de 2018 e 2019, foram analisadas por 8 painelistas treinados conforme protocolo oficial COI/t.15/nc.n3/rev11. Os termos levantados foram radicalizados e observada a distância euclidiana entre as médias. Os resultados da análise sensorial evidenciaram 22 termos radicalizados e dentre as maiores porcentagem de enquadramento, os termos “Couve” e a “Folha de mostarda” se destacaram

por fazer parte da culinária local e não serem habitualmente utilizados em avaliações oficiais. Este é um primeiro passo para definição das características do *terroir* local.

PALAVRAS-CHAVE: Serra da Mantiqueira; Azeite de oliva; Análise sensorial.

PERCEBIBLE ATTRIBUTES IN OLIVE OILS FROM SERRA DA MANTIQUEIRA

ABSTRACT: Olive oil is a food of Mediterranean tradition. In Serra da Mantiqueira it is possible to grow olive trees, and their fruits are used in the elaboration of olive oils. The objective of this research was to identify which are the sensory attributes evoked to olive oil from Serra da Mantiqueira. Eighteen samples of extra virgin olive oil from Serra da Mantiqueira from the 2018 and 2019 harvests were analyzed by 8 trained panelists according to official protocol COI / t.15 / nc.n3 / rev11. The terms raised were radicalized and the Euclidean distance between the averages was observed. The results of the sensory analysis showed 22 radicalized terms and among the highest percentage of framing, the terms “*Couve*” and “*Folha de mostarda*” stood out for being part of the local cuisine and not being used in official assessments. This is a first step in defining the characteristics of the local *terroir*.

KEYWORDS: Serra da Mantiqueira; Olive oil; Sensory analysis.

INTRODUÇÃO

O Azeite de oliva é um alimento de tradição mediterrânea (Rodrigues et al., 2020). Na Serra da Mantiqueira, as variedades de

oliveiras que se adaptaram (Gonçalves et al., 2020), produzem olivas sazonalmente (Modolo, 2007) por isso, o azeite de oliva tem alto custo comercial. Por consequência, as tentativas de adulteração deste produto com outros tipos de azeites mais baratos, como o azeite de oliva refinado, por exemplo, é comum. Este trabalho visa despertar um maior interesse dos órgãos de vigilância e de controle de qualidade de azeites de oliva, mostrando a importância da aplicação de metodologias específicas para evidenciar adulterações deste produto. Este estudo propôs a quantificação de estigmastadienos como a principal técnica capaz de identificar fraudes em azeites de oliva extra virgem e virgem. Este método analítico consiste na saponificação da amostra de azeite na presença de padrão interno (colesta-3,5-dieno, e estes frutos são utilizados na elaboração de azeites, a Fig. 1 apresenta uma oliveira com frutos plantada na Serra da Mantiqueira.



Fig. 1: Oliveira na Serra da Mantiqueira

Fonte: do autor

Os azeites de oliva da Serra da Mantiqueira têm alcançado patamares de excelência em avaliações sensoriais oficiais. Este alimento além das características de saudabilidade (BASDEKI et al., 2020; Mazzocchi et al., 2019; Nediani et al., 2019; Reboredo-Rodríguez et al., 2020) are characterized by similar food patterns that are described as “Mediterranean diet”. The core of this diet is the daily intake of plant foods and as its main source of fat

is olive oil and particularly in Greece EVOO (Extra Virgin Olive Oil tem se destacado pela peculiaridade sensorial, e exclusividade ao consumo, visto os pequenos volumes elaborados a cada safra.

OBJETIVO

Identificar quais são os atributos sensoriais evocados ao azeite de oliva da Serra da Mantiqueira.

MATERIAIS

Foram utilizadas 18 amostras de azeite de oliva extra virgem, provenientes da Serra da Mantiqueira, das safras dos anos de 2018 e 2019.

MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa da UFMG e está registrada com o número CAAE: 80263617.3.00005149. Também está registrada no sistema nacional de gestão de patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado (Sisgen), com o número A8C8C58.

A análise sensorial foi desenvolvida conforme o protocolo oficial COI/t.15/nc.n3/rev11. As 18 amostras foram analisadas, por 8 painelistas treinados, que compõem o painel sensorial de azeite de oliva da UFMG.

Dentre as respostas sensoriais, os termos evocados foram discutidos pelo painel e verificado o consenso para a permanência do mesmo como descritor. Os termos foram radicalizados, tabulados e analisados quanto a porcentagem de vezes que os mesmos foram evidenciados, e atribuídos a uma amostra de azeite. A ocorrência dos termos descritores foi analisada por componente principal (PCA) e os atributos que apresentaram relevância, foram plotados em dendograma, sendo os clusters tipificados pela distância Euclidiana e as ligações atribuídas pelas médias.

RESULTADOS

Os termos evocados, foram radicalizados a um total de 22, e estes termos estão apresentados na Tabela 1, que também informa a porcentagem de vezes que o termo foi evocado aos azeites analisados.

Termos evocados	%
Galho verde quebrado	0
Agrião	10
Capim limão	10
Dente de leão	10
Folha de pimenta	10
Frutas verdes	10
Goiaba branca	10
Hibisco branco	10
Hortelã	10
Manjericão	10
Melão verde	10
Uva verde	10
Acerola verde	20
Banana	20
Pêra	20
Tomate	20
Ervas	30
Maçã verde	30
Rúcula	30
Couve	40
Folha de mostarda	50
Herbal	70

Tabela 1: Porcentagem de atribuição dos termos aos azeites.

Destes termos, o que apresentou maior porcentagem de enquadramento característico à classificação sensorial dos azeites de oliva extravirgem analisados foi o termo “Herbal” com 70%. No entanto, os termos “Ervas”, “Maçã verde”, “Rúcula”, “Couve”, “Folha de mostarda” e “Herbal” tiveram dentre 30 e 50% de enquadramento sensorial.

Na Fig. 2 é possível observar a ocorrência dos termos descritores através da análise de PCA.

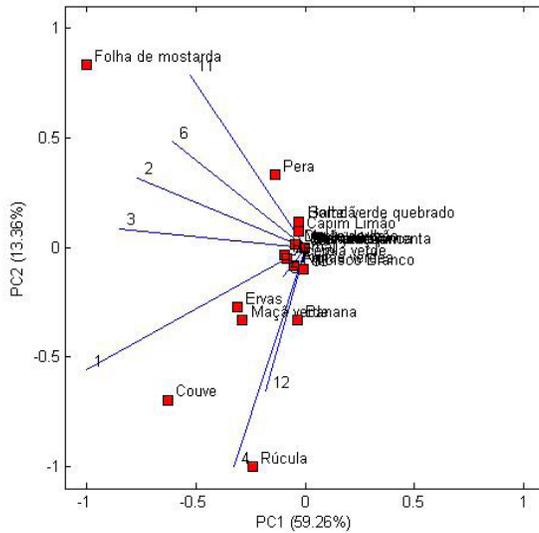


Fig. 2: PCA da ocorrência dos termos descritores às amostras de azeite de oliva da Serra da Mantiqueira. PC1: análise do componente principal na dimensão 1; PC2: análise do componente principal na dimensão 2.

Na Fig. 2, pode ser verificado a contribuição de cada amostra aos termos descritores evocados, sendo possível a observação das contribuições das amostras 11, 6, 2, 3, 1 e 4 aos atributos “Folha de mostarda” e “Couve”.

No entanto, para analisar a formação de grupos, e as possíveis interações, também denominados por *clusters*, a Fig. 3 apresenta a distância euclidiana dentre as médias de ocorrência dos termos descritores.

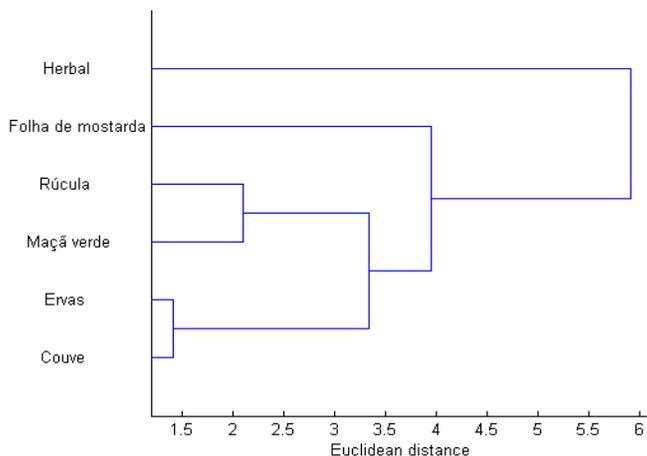


Fig. 3: *Clusters* dos termos descritores às amostras de azeite de oliva da Serra da Mantiqueira

Desta forma, há uma possibilidade dos termos característicos ao azeite de oliva da Serra da Mantiqueira serem “Couve” e “Folha de mostarda”. Estes são alimentos amplamente cultivados nesta região, e tipicamente utilizados na culinária mineira, além do que, não são termos habitualmente atribuídos por experts aos azeites provenientes de outras localidades.

CONCLUSÃO

Com estes resultados, é possível idealizar os atributos sensoriais específicos dos azeites de oliva extravirgem estudados, e que os termos descritores “Couve” e “Folha de mostarda”, possam vir a ser identificadores do *terroir* da Serra da Mantiqueira.

REFERÊNCIAS

BASDEKI, E., SALIS, C., & HAGIDIMITRIOU, M. (2020). The effects of Mediterranean diet and EVOO consumption in relation to human health. *Notulae Scientia Biologicae*, 12(3), 466–485. <https://doi.org/10.15835/nsb12310784>

Gonçalves, T. R., Rosa, L. N., Março, P. H., Silva, L. F. O. da, Gomes, S. T. M., Matsushita, M., & Valderrama, P. (2020). Evaluation of Brazilian Monovarietal Extra Virgin Olive Oils Using Digital Images and Independent Component Analysis. *Sociedade Brasileira de Química*, 31, 1955–1963. <https://doi.org/10.1080/1560221031000112230>

Mazzocchi, A., Leone, L., Agostoni, C., & Pali-Schöll, I. (2019). The secrets of the mediterranean diet. Does [only] olive oil matter? *Nutrients*, 11(12), 1–15. <https://doi.org/10.3390/nu11122941>

Modolo, J. S. (2007). *Quantificação de estigmastadienos em azeite de oliva (olea europaea l.) por cromatografia em fase gasosa*. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS.

Nediani, C., Ruzzolini, J., Romani, A., & Calorini, L. (2019). Oleuropein, a bioactive compound from olea europaea l., as a potential preventive and therapeutic agent in non-communicable diseases. *Antioxidants*, 8(12). <https://doi.org/10.3390/antiox8120578>

Reboredo-Rodríguez, P., Olmo-García, L., Figueiredo-González, M., González-Barreiro, C., Carrasco-Pancorbo, A., & Cancho-Grande, B. (2020). Effect of olive ripening degree on the antidiabetic potential of biophenols-rich extracts of Brava Gallega virgin olive oils. *Food Research International*, 137(December 2019), 109427. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109427>

Rodrigues, N., Casal, S., Peres, A. M., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2020). Seeking for sensory differentiated olive oils? The urge to preserve old autochthonous olive cultivars. *Food Research International*, 128(January 2019), 108759. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108759>

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM PELO MECANISMO DA DIFUSÃO MÁSSICA PARA INHAME (*Dioscorea opposita thunb*)

Data de aceite: 01/02/2021

Kevylin dos Santos Pais

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)
Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

Marcelo Lima Bertuci

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)
Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

Monique Mendes dos Santos

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)
Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

Pâmela Davalos de Souza

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)
Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

Raquel Manozzo Galante

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)
Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

Leandro Osmar Werle

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Engenharia (FAEN)
Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

RESUMO: O consumo do tubérculo de inhame (*Dioscorea opposita thunb*) faz parte do hábito alimentar brasileiro, buscaram-se técnicas que melhorem seu processamento mantendo as características do produto. Uma dessas técnicas

desenvolvidas é a secagem, que mantém a qualidade do produto, não traz grandes alterações nutritivas e, aumenta sua vida útil no mercado. Este trabalho teve por objetivo analisar a cinética de secagem do inhame empregando o modelo de difusão de Fick, em um secador convectivo operado em temperatura constante de 70°C e velocidade do ar de 2 m/s, através da construção das curvas de secagem e de taxa de secagem identificar o período de taxa decrescente, a constante de secagem (k) e o coeficiente difusivo de transferência de massa (D_{eff}). Como resultado os valores encontrados para a constante de secagem (k) e o coeficiente difusivo de transferência de massa foram de $-1,666 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ e $6,076 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, respectivamente. O processo de secagem do inhame (*Dioscorea opposita thunb*) necessitou de 8 horas para que o teor de umidade se tornasse constante, sendo, portanto, um tempo razoável para um processo de secagem do inhame (*Dioscorea opposita thunb*).

PALAVRAS-CHAVE: Desidratação, Difusividade, Modelagem.

1 | INTRODUÇÃO

Dioscorea opposita thunb nome científico dado ao popular Yam Mexicano, Inhame Selvagem, Cará (Hou *et al.*, 2002). Compõem-se na região Nordeste do Brasil, ampla importância socioeconômica, principalmente nos estados da Paraíba e Pernambuco, avaliado como os maiores produtores nacionais. Planta de natureza herbácea, trepadeira, produtora de túberas alimentícias de elevado valor nutricional

e da família das Dioscoreáceas, ricas em amido e vitaminas do complexo “B”, com pequena porcentagem de gordura (Oliveira *et al.*, 2006).

Contudo, o inhame é um alimento climático e vulnerável aos danos causados pelo transporte, a preservação e a comercialização. Após serem feridos e contaminados, as deteriorações qualitativas e quantitativas acontecem através de perdas nutricionais e transtornos fisiológicos (Kumar *et al.*, 2014). Em vista disso, é desejável desenvolver produtos a base de inhames secos de forma estável.

Na secagem ocorre um processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, que por meio da evaporação há remoção do excesso de água retida no mesmo (Isquierdo, 2013; Goneli, 2014). A secagem é largamente utilizada para estabilizar o produto, diminuindo sua atividade de água e seu teor de umidade, assim, reduzindo as perdas de qualidade (Karunasena *et al.*, 2015; Larrosa *et al.*, 2015; Law *et al.*, 2014).

Em relação aos produtos frescos que só podem ser mantidos por alguns dias sob condições ambientais, os produtos secos podem ser acondicionados por meses e até anos sem perda de nutrientes (Ortiz-Garcia-Carrasco *et al.*, 2015; Garcia-Alvarado *et al.*, 2014). A secagem produz novas formas de produtos, que agregam valor as matérias-primas.

Como modo de processamento, a secagem tem exposto a importância progressiva no panorama da alimentação mundial, em virtude que contribui para o acréscimo da vida de prateleira dos produtos, viabilizando novas formas, por vezes mais convencionais no consumo dos alimentos com singularidade pré- bióticas, além disso, a secagem contribui no aumento da concentração dos nutrientes (Silva, 2007; Choi *et al.*, 2015; Kim & Chin, 2016).

O coeficiente de difusão retrata a velocidade de saída de água do produto resignado ao processo de secagem, sendo obtido por meio do ajuste de dados experimentais. A difusividade não é intrínseca ao material, visto que pode alterar à medida que mudam as condições de secagem (Oliveira *et al.*, 2006).

Entre os fatores que provocam a taxa de secagem estão as características de processamento utilizado, a constituição, a estrutura, o volume do material a ser secado, condições do ar, a parcela de vapor de água existente no ambiente e, também a medida e velocidade do ar que decorre pelo alimento (Fellows, 2006).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a cinética de secagem de fatias de inhame (*Dioscorea opposita thunb*) pelo mecanismo da difusão mássica em secador de bandeja com velocidade do ar constante, estudar as curvas características do processo, bem como calcular a constante de secagem e o coeficiente difusivo de transferência de massa com o emprego do modelo matemático baseado na 2ª Lei de Fick.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

O trabalho foi desenvolvido no laboratório da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). A raiz de inhame (*Dioscorea opposita thunb*) utilizada neste estudo foi adquirida na região de Dourados, em mercado local, possuindo inicialmente umidade de 73,25%.

Na preparação do material, o inhame (*Dioscorea opposita thunb*) foi realizado cortes em fatias de $3,5 \times 10^{-3}$ m de espessura, posteriormente foi retirado sua casca e realizadas medidas do diâmetro em duplicata para quantificar o diâmetro médio de cada amostra (obtendo-se diâmetro médio de 0,062m), as mesmas foram devidamente identificadas e pesadas. A pesagem foi realizada utilizando balança eletrônica analítica (OHAUS Pioneer PA413), com precisão de 0,01g. Para realizar a secagem das amostras, foi utilizado um secador convectivo de bandejas, a temperatura do ar de secagem foi de $70 \pm 2^\circ\text{C}$. A secagem ocorreu com fluxo de ar paralelamente a superfície da fatia de inhame analisada, sendo a velocidade do ar de secagem de 2 m/s.

2.2 Determinação das curvas típicas de secagem

Para realização do experimento, foi necessário controle do fluxo de ar e temperatura que estava no secador. Após a verificação da estabilização da temperatura do ar de secagem da estufa a 70°C , foi medido o peso das amostras em períodos diferentes de tempo (*W*_{úmida}). Inicialmente as amostras foram pesadas a cada quinze minutos, com repetição de cinco séries. Após esse tempo inicial aumentou-se o período de pesagem do material, sendo após duas horas de secagem as amostras pesadas a cada trinta minutos de intervalo. As quatro horas consecutivas mantiveram-se um intervalo de uma hora, até a amostra chegar próxima da umidade de equilíbrio. Posteriormente deixou-se as amostras por 24 horas no secador para obtenção do peso final ou amostra seca (*W*_{ss}) (g sólido seco = gss). As curvas de secagem típicas foram obtidas plotando-se umidade livre média pelo tempo de secagem, sendo que a umidade ao longo do tempo (*X*_t) (gH₂O/gss) foi obtida pela Equação 1.

$$X_t = \frac{W_{\text{úmida}} - W_{\text{ss}}}{W_{\text{ss}}} \quad (1)$$

Através do valor de umidade ao longo do tempo de secagem foram construídas as curvas típicas de secagem. As curvas da taxa de secagem (*R*_a, expressas em g_{H₂O}/min.cm²) foram obtidas a partir do método numérico com a derivação dos dados de umidade em relação ao tempo, além do emprego do peso final da amostra seca e da área superficial (*A*) das amostras, expostas ao ar de secagem, com emprego da Equação 2.

$$R_a = \frac{W_{\text{ss}} \cdot \Delta X}{A \cdot \Delta t} \quad (2)$$

Através do valor de umidade ao longo do tempo de secagem, calculou-se o adimensional de umidade livre (Y) pela Equação 3, onde X_e representa o teor de umidade de equilíbrio ou umidade final da secagem (gH₂O/gss) e X₀ o teor de umidade inicial do produto, (gH₂O/gss);

$$Y = \frac{Xt - X_e}{X_0 - X_e} \quad (3)$$

2.3 Determinação do coeficiente de difusividade efetiva

A difusividade efetiva da água no interior do produto foi determinada a partir da 2ª Lei de Fick (Equação 4) e a solução analítica de Crank (1975) para placa plana, sendo a equação truncada no 1º termo a partir de um valor constante para espessura, temperatura e umidade inicial ou de equilíbrio, desconsiderando-se a contração volumétrica da amostra. As Equações 4 a 7 descrevem a modelagem utilizada para obtenção da difusividade efetiva empregando método gráfico com ajuste exponencial, de acordo com Geankoplis (1998).

$$\frac{Xt - X_e}{X_0 - X_e} = \frac{8}{\pi^2} e^{-Def \left(\frac{\pi}{2L}\right)^2 t} \quad (4)$$

A Equação 4, pode ser reescrita, obtendo-se a Equação 5.

$$\frac{Xt - X_e}{X_0 - X_e} = a e^{kt} \quad (5)$$

Onde a e k são parâmetros do modelo, os quais representam a constante do modelo e o coeficiente de secagem, respectivamente. Isolando-se a coeficiente de secagem (k) a partir da equação anterior, obtém-se a Equação 6, e partir dela é possível determinar o coeficiente de difusão efetivo do produto (D_{ef}) (Equação 7).

$$k = -Def \left(\frac{\pi}{2L}\right)^2 \quad (6)$$

$$-Def = \frac{kAL^2}{\pi^2} \quad (7)$$

Onde:

t - tempo de secagem, s;

k - coeficientes de secagem, s⁻¹ ;

a - constante do modelo, adimensional;

L – espessura das fatias, m;

D_{ef} - coeficiente de difusão efetivo, m².s⁻¹

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste experimento utilizou-se a secagem por convecção, sendo que a mesma é considerada por Arrieche (2003) um processo simultâneo de transferência de calor e

massa, onde a água é transferida por difusão do interior do material para a interface ar-sólido, e da interface para a corrente de ar por convecção.

Na Figura 1 apresentam-se as amostras antes depois da secagem, respectivamente.

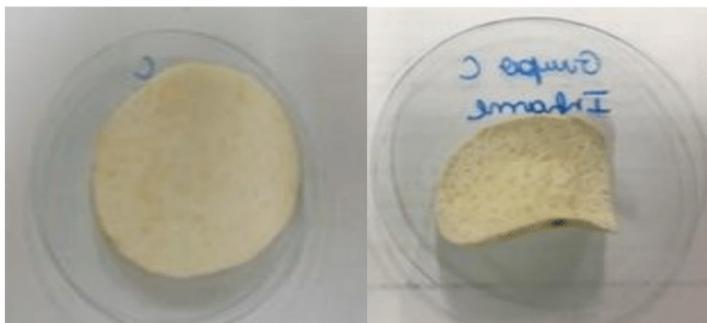


Figura 1- Fatias de inhame: à esquerda antes da secagem e à direita após a secagem.

Observa-se uma mudança no tamanho da amostra após secagem, por consequência da perda de umidade, visto que, conforme Veras (2010) no decorrer da secagem ocorre a redução do volume externo do produto, concluindo que a diminuição das dimensões do produto sucede da perda de água e o aquecimento que causam estresse na estrutura celular.

A umidade livre foi obtida a partir da secagem dos produtos com a temperatura do secador constante em 70°C durante 8 horas. A Figura 2 apresenta a curva de umidade livre em função do tempo para a secagem de inhame (*Dioscorea opposita thunb.*).

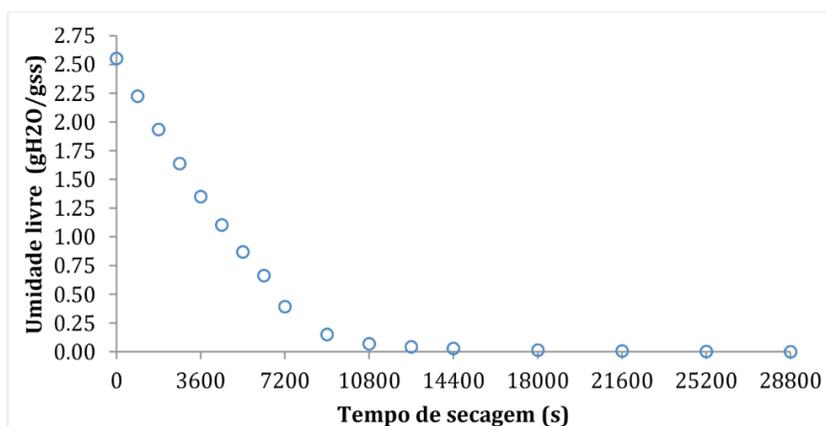


Figura 2 - Umidade livre média em função do tempo para o processo de secagem de inhame a 70°C.

Percebe-se, pela análise da Figura 2, que a umidade livre da fatia de inhame foi diminuindo ao longo do tempo e que, após 18000 segundos (5h), o alimento começou a se estabilizar, ou seja, a quantidade de água disponível no alimento foi reduzida, o que explica a baixa variação do peso da amostra. A dificuldade do transporte da água até a superfície pode ser explicada devido a formação de uma casca seca no exterior das fatias, isso acontece devido ao contato direto com a fonte de calor, dificultando a saída da água.

No início do processo, o calor fornecido pela convecção é utilizado na forma de calor sensível ocasionando assim, um rápido aquecimento das amostras e conseqüentemente ocorre a retirada da umidade intrínseca do produto no interior da célula. No final do processo, há uma propensão da umidade se tornar constante, esse comportamento relaciona-se com a resistência interna ao transporte de umidade, sendo que, de acordo com Canochauca (2000), nesse período a água interage com os grupos polares das moléculas dos constituintes do produto complicando a transferência de umidade do produto para o ar.

Fiozeze & Morini (2000) observaram que o processo de secagem de inhame (*Dioscorea opposita thunb*) necessita de 9,3 horas a 50 °C e de 11,5 horas a 45 °C. No presente trabalho, o processo de secagem do inhame (*Dioscorea opposita thunb*) necessitou de 18000 segundos (8 horas) a 70°C para que o teor de umidade se tornasse constante apresentando, portanto, um tempo razoável para um processo de secagem antes de sua deterioração.

Park, Vohnikova e Brod (2002) e Bendlin, (2003) citam que a curva de taxa de secagem resulta da derivação da curva de secagem em relação à quantidade de umidade e pode ser dividida em período de taxa constante de secagem e período de taxa decrescente de secagem. Para o caso de produtos biológicos o comportamento de secagem é, geralmente, decrescente e não apresenta período de taxa constante. Na Figura 3 é possível observar que, para a amostra de inhame avaliada, tem-se apenas o período de taxa de secagem decrescente, o que confirma o comportamento verificado na literatura para este tipo de produto. A não ocorrência de período de taxa constante também foi observado por Menezes et al. (2013). Com isso, pode-se afirmar que neste material não há umidade livre na superfície, sendo assim sugere um processo de difusão de umidade do interior da amostra para a superfície.

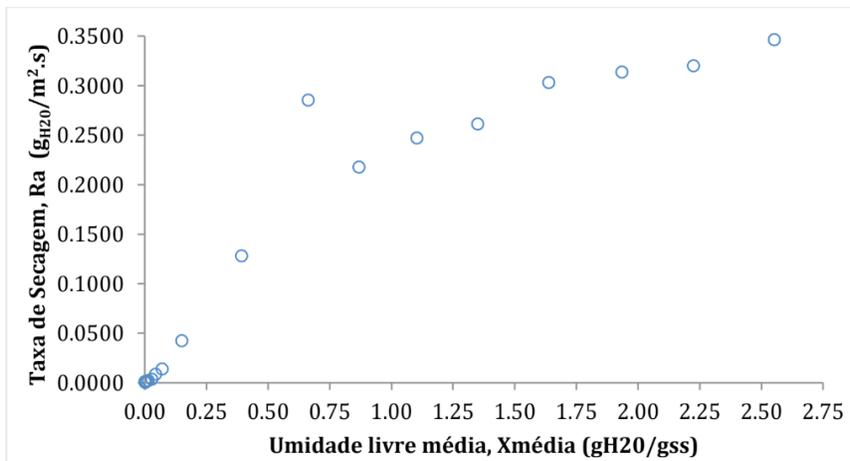


Figura 3 - Curva de cinética de secagem do inhame a 70 °C, ilustrando o comportamento da taxa de secagem em função da umidade livre média.

De acordo com Park *et al.* (2002) neste período decrescente, a difusão é provavelmente o mecanismo físico que governa o movimento da umidade através da estrutura do alimento. Isto foi semelhante às observações na secagem por convecção de fatias de *Rhizoma dioscoreae* no estudo de Sobukola *et al.*, (2008). Essa curva revela que a diminuição do teor de umidade em relação ao tempo ocorreu de forma não linear, semelhante às curvas de secagem realizadas por Borompichartkul *et al.* (2009).

Os dados da cinética de secagem do inhame (*Dioscorea opposita thunb*), relativos ao período de taxa decrescente, foram ajustados por meio da equação da 2ª Lei de Fick (Equação 4). A Figura 4 ilustra o ajuste exponencial do modelo dos dados da cinética de secagem da amostra. Verifica-se que o modelo ajustado aos dados experimentais para a raiz apresentou coeficiente de determinação (R^2) superior a 0,98, fato que indica, de acordo com Madamba *et al.* (1996) uma representação satisfatória do processo de secagem pelo modelo empregado.

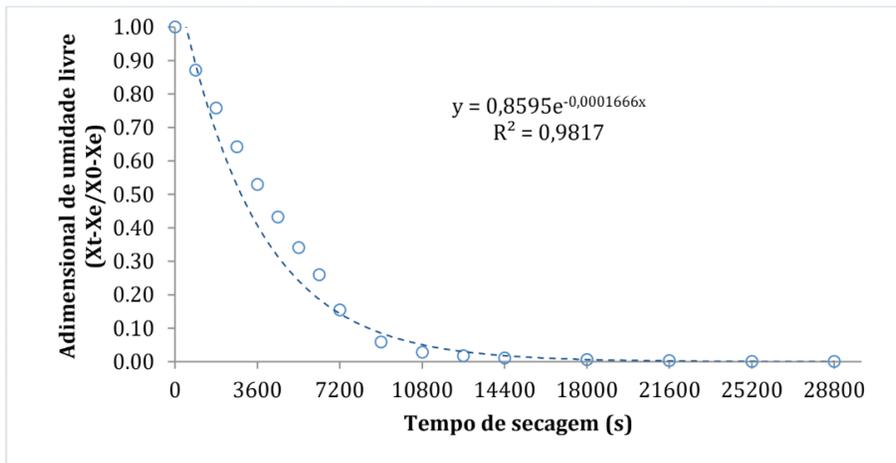


Figura 4 - Cinética de secagem a 70 °C e ajuste de modelo exponencial para determinação do coeficiente de difusividade efetivo.

O coeficiente de difusão reflete a capacidade de desidratação do material em determinadas condições de secagem, é um dos parâmetros mais importantes de análise de transferência de massa, visando otimizar o processo de secagem. (Song, 2013). Utiliza-se o coeficiente de difusão, devido a complexidade a respeito do movimento da água no interior dos alimentos durante a secagem. O valor da constante de secagem (k) e do coeficiente de difusão efetivo (D_{ef}) encontrado para a raiz de inhame foi de $-1,666 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ e $6,076 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, respectivamente. De acordo com Madamba et al. (1996) para secagem de produtos agrícolas os valores do coeficiente de difusão apresentam-se na ordem de 10^{-9} a $10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, desta forma, o valor encontrado neste trabalho se encontra dentro da faixa de grandeza verificada na literatura.

Ressalta-se ainda, que coeficiente de difusão efetivo pode estar relacionado com a temperatura de secagem, velocidade do ar de circulação, estrutura morfológica do alimento e, também, a espessura das amostras (Song, 2013).

4 | CONCLUSÃO

A partir desse estudo pode-se afirmar que as curvas de secagem de fatias de inhame (*Dioscorea opposita thunb*) obtidas em secador de bandejas convectivo, apresentaram comportamento cinético característico quando comparadas com outros artigos, sendo compatíveis com a maior parte das matérias-primas vegetais e alimentícias, apresentando somente período de taxa decrescente. Desta forma, verificou-se que a difusão é provavelmente o mecanismo físico que governa o movimento da umidade através da estrutura do alimento. Com o emprego da 2ª Lei de Fick foi determinado o valor da constante de secagem e do coeficiente de difusão efetivo, sendo os valores encontrados

de $-1,666 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ e $6,076 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, respectivamente. O processo de secagem do inhame foi eficiente, pois a umidade de equilíbrio encontrada foi próxima de zero, e a difusividade efetiva obtida está na mesma ordem de grandeza encontrada na literatura. Pode-se concluir que obteve-se um tempo razoável (8 horas) para um processo de secagem do inhame.

REFERÊNCIAS

Arrieche, L. S. (2003). *Evolução da forma e encolhimento de um system gel durante a secagem por convecção forçada*. Dissertação de Mestrado, PPG-EQ/UFSCar, 136 p., São Carlos-SP.

Bendlin, R. C. S. *Secagem convectiva de erva-mate (Ilex paraguariensis)*. (2003) 77 f. (Dissertação Mestrado). Departamento de Engenharia Química e de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Canochauca, M. N. (2000). *Avaliação dos parâmetros de qualidade envolvidos na desidratação da banana*. Viçosa: Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Tecnologia de Alimentos, UFV- Universidade Federal de Viçosa.

Borompichartkul, C., Luengsode, K., Chinprahast, N., & Devahastin S. (2009). Improving quality of macadamia nut (*Macadamia integrifolia*) through the use of hybrid drying process. *J. Food Eng.*, 93 (3) pp. 348-353.

Choi, Y.S, Ku, S.K., Park, J.D., Kim H.J., Jang, A., & Kim, Y.B. (2015). Effects of drying condition and binding agent on the quality characteristics of ground dried-pork meat products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35, pp. 597-603.

Chung, C.H., Cheng, J.Y., Deng, M.C., Chou, C.H., & Jan, T.R. (2012). Prebiotic effect of diosgenin, an immunoactive steroidal sapogenin of the Chinese yam. *Food Chem.* 132 (1), 428–432.

Fellows, P.J. (2006). *Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática.2*. Ed.Porto Alegre: Artmed,. 602 p. ISBN 8536306521.

Fioreze, R; & Morini B. (2000) Yam (*Dioscorea* sp) drying with different cuts and temperatures: experimental and simulated results, Campinas. *Ciências. Tecnoloogia. Alimentos*. v.20, n.2, p. 262-266.

Garcia-Alvarado, M.A., Pacheco-Aguirre, F.M., & Ruiz-LoPez, I.I. (2014). Analytical solution of simultaneous heat and mass transfer equations during food drying. *J. Food Eng.* 142 (6), p.39–45.

Goneli, A. L. D. (2014). Modelagem matemática e difusividade efetiva de folhas de aroeira durante a secagem. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 44, n. 1, p. 56-64.

Hou, W-C., Hsu, F-L. & Lee, M.H. (2002). Yam (*Dioscorea*) tuber mucilage exhibited antioxidant activities in vitro. *Planta Med.* 68:1072-1076.

Isquierdo, E. P. (2013). Drying kinetics and quality of natural coffee. *Transactions of the ASABE*, v. 56, p. 1003–1010.

- Ju, Y., Xue, Y., Huang, J.L., Zhai, Q., & Wang, X.H. (2014). Antioxidant Chinese yam polysaccharides and its pro-proliferative effect on endometrial epithelial cells. *Int. J. Biol. Macromole.* 66, p.81–85.
- Karunasena, H.C.P., Brown, R.J., GU, Y.T., & Senadeera, W. (2015). Application of mesh free methods to numerically simulate micro-scale deformations of different plant food materials during drying. *J. Food Eng.* 146, 209–226.
- Kim, H.S, & Chin K.B. (2016). Effects of drying temperature on antioxidant activities of tomato powder and storage stability of pork patties. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36, p. 51-60.
- Kumar, C., Karim, M.A., & Joardder, M.U.H. (2014). Intermittent drying of food products: a critical review. *J. Food Eng.* 121 (1), 48– 57.
- Lan, P.L., Wei, L.K., Feng, W.C., & Chin, L.K. (2009). Yam storage protein dioscorins from *Dioscorea alata* and *Dioscorea japonica* exhibit distinct immunomodulatory activities in mice. *J. Agric. Food Chem.* 57 (11), 4606–4613.
- Larrosa, A.P.Q., Cadaval, J.T.R.S., & Pinto, L.A.A., (2015). Influence of drying methods on the characteristics of a vegetable paste formulated by linear programming maximizing antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 60 (1), 178–185.
- Law, C.L., Chen, H.H.H., & Mujumdar, A.S. (2014). Food technologies: drying. *Enc. Food Safety* 3, 156–167.
- Leonel, M.; & Cereda, M. P. (2002). Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.22, n.1, p. 65-69.
- Madamba, P. S.; Driscoll, R. H.; & Buckle, K. A. (1996). Enthalpy– entropy compensation models for sorption and browning of garlic. *Journal of Food Engineering*, v.28, p.109–119.
- Menezes, M. L.; Kunz, C. C.; Perine, P.; Pereira, N. C.; Andreo, O. A.; Barros, S. T. D. (2013). Analysis of convective drying kinetics of yellow passion fruit bagasse. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 35, n. 2, p. 291-298.
- Oliveira, A. P.; Barbosa, L. J. N.; Silva, S. M.; Pereira, W. E.; & Silva, J. E. L. (2006) Qualidade do inhame afetada pela adubação nitrogenada e pela época de colheita. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.22-25.
- Ortiz-Garcia-Carrasco, B., Yanez-Mota, E., Pacheco-Aguirre, F.M., Ruiz-Espinosa, H., Garcia-Alvarado, M.A., Cortes-Zavaleta, O., & Ruiz-López, I.I., 2015. Drying of shrinkable food products: appraisal of deformation behavior and moisture diffusivity estimation under isotropic shrinkage. *J. Food Eng.* 144, 138–147.
- Park, K. J; Antonio, G. C; Oliveira, R., & Park, K. J. B. (2007). *Conceitos de processos e equipamentos de secagem*. Campinas: UNICAMP.
- Park, J. K.; Vohnikova, Z.; Brod, F. P. R. (2002). Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L.). *Journal of Food Engineering*, v. 51, n. 3, p. 193–199.

Silva, A. S. S. (2007). *A raiz da Yacon (Smallanthus sonchifolius Poepping & Endlicher) como fonte de fibras alimentares, sua caracterização físico-química, uso na panificação e sua influência na glicemia pós-prandial*. 2007.158f. (Tese de doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

Sobukola, O.P, Dairo, O.U., & Odunewu, A.V. (2008). Convective hot air drying of blanched yam slices. *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (7), pp. 1233-1238

Song, X.Y. (2013). Banana chip drying using far infrared-assisted heat pump. *Philipp. Agric. Scic.* 96 (3), 275–281.

Véras, A. O. M. (2010). *Secagem de Pimenta Dedo-de-Moça (Capsicum baccatum var. pendulum) em Secador Convectivo Horizontal*. (Dissertação de Mestrado) PPG-EQ/UFSCar, São Carlos – SP, p.79.

Wang, S.J., Yu, J.L., Liu, H.Y. & Chen, W. (2008). Characterisation and preliminary lipid-lowering evaluation of starch from Chinese yam. *Food Chem.* 108 (1), 176–181.

Yi, F.C., Qin, Z., Wu, S.J. (2015). Preparation of oligosaccharides from Chinese yam and their antioxidant activity. *Food Chem.* 173 (15), 1107–1110.

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS EM COCRISTALIZADOS DE SUCO DE UMBU

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Milton Nobel Cano-Chauca

Professor do Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Minas Gerais
Campus Montes Claros
Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1033917187117771>

Daniela Silva Rodrigues

Discente em Engenharia de Alimentos, Instituto
de Ciências Agrárias, Universidade Federal de
Minas Gerais, Campus Montes Claros
Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1798183404171950>

Adriana Gonçalves Freitas

Discente em Engenharia de Alimentos, Instituto
de Ciências Agrárias, Universidade Federal de
Minas Gerais, Campus Montes Claros
Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1419854059842323>

Kelem Silva Fonseca

Pesquisadora da Universidade Federal Rural
de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra
Talhada
Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/3426588794620789>

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da adição da fração do suco e do pH sobre as propriedades funcionais de solubilidade e higroscopicidade e nas isotermas de sorção do suco de umbu em pó co-cristalizado. A polpa

antes de ser co-cristalizada foi concentrada até alcançar um teor médio de sólidos totais de 16° Brix e o pH foi corrigido para 3,5, 4,0 e 4,5. Posteriormente, a polpa foi adicionada ao xarope de sacarose nas concentrações de 15% e 20% (m/m). O co-cristalizado foi obtido a partir do xarope de sacarose com 98° Brix. A propriedade higroscopicidade apresentou interação entre o pH e concentração, em relação à solubilidade, o suco em pó não apresentou diferença estatística. O pH não apresentou influência sobre a isoterma de sorção. O suco em pó obtido por co-cristalização resultou em um produto estável quanto às propriedades funcionais testadas.

PALAVRAS-CHAVE: Higroscopicidade, isotermas de sorção, solubilidade.

EVALUATION OF FUNCTIONAL PROPERTIES IN COCRYSTALLIZED UMBUR JUICE

ABSTRACT: The aim of present research was to evaluate the effect of adding the fraction of juice and pH on the functional properties of solubility, hygroscopicity and the sorption isotherms of co-crystallized umbu juice. The juice before being co-crystallized was concentrated until reached total soluble solids of 16° Brix. The pH was corrected to 3.5, 4.0 and 4.5. Subsequently, the pulp was added to the sucrose syrup (15% and 20%). Co-crystallized was obtained from sucrose syrup with 98° Brix. The hygroscopicity property showed an interaction between pH and concentration, in relation to solubility, powdered juice did not present statistical difference. The pH had no influence on the sorption isotherm.

The powdered juice obtained by co-crystallization resulted in a stable product in terms of the functional properties tested.

KEYWORDS: Hygroscopicity, sorption isotherms, solubility.

1 | INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondia Tuberosa Arruda Câmara*) é uma árvore frutífera nativa das regiões semi-áridas. Essa planta apresenta como principais características a resistência a seca e a facilidade de se adaptar em solos pobres. Seu fruto, o “umbu”, é bastante apreciado por ser um alimento suculento e rico em vitaminas e sais minerais (MENDES, 1990).

O conhecimento sobre as propriedades nutritivas do umbu tem despertado o interesse dos consumidores, estimulando o seu consumo principalmente nos Estados do Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. Entretanto, o fruto é altamente perecível, não resiste a mais do que três dias sem refrigeração, essa vulnerabilidade exige que o produto seja processado rapidamente.

O principal modo de consumo do umbu no Brasil é em forma de polpa congelada. Esta técnica de preservação é bastante eficiente, entretanto apresenta algumas desvantagens ao produto como a contaminação microbiana, perda de cor, sabor e odor e elevado custo de processo (MATTA, 2005). A mudança de cor deve-se ao fato de oxidação das vitaminas (vitamina C) e dos pigmentos naturais. As alterações do sabor estão ligadas à oxidação enzimática das matérias. Esse fato evidencia a urgente necessidade de processos simples e de baixo custo que possam oferecer caminhos para conservar esses alimentos extremamente perecíveis.

O umbu é um produto com alto potencial de inserção no mercado internacional, para que isso ocorra é necessário que o produto seja produzido com qualidade e com uma conservação prolongada. Segundo Oliveira et al. (2014) frutas in natura, em sua maioria, apresentam períodos específicos de colheita e alta perecibilidade, o que influencia diretamente na disponibilidade e qualidade desses frutos. A industrialização do umbu assegura um consumo melhor distribuído em todas as regiões do Brasil e facilita o consumo em períodos de entressafra. Para se obter tais vantagens é necessário desenvolver métodos de conservação que garantam a qualidade sensorial e nutritiva do alimento. Dentre os processos de aproveitamento industrial, a produção de co-cristalizados de suco de umbu poderia ser uma das mais indicadas, uma vez que o produto obtido em condições controladas apresenta boa qualidade preservando as propriedades nutricionais (LIMA, ARAÚJO e ESPÍNDOLA, 2000). Além disso, o produto obtido apresenta maior praticidade, e sobretudo é uma técnica simples e de baixo custo quando comparada a outras técnicas de conservação. A co-cristalização é um método de conservação por encapsulação, na qual a estrutura do cristal de sacarose é modificada de um cristal puro para um conglomerado. Esta

estrutura providencia uma configuração porosa para a adição de um segundo ingrediente (BERISTAIN et al. 1994). Com base no exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da adição da fração do suco e do pH sobre as propriedades funcionais de solubilidade e higroscopicidade e nas isotermas de sorção do suco de umbu em pó cocristalizado.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos Laboratórios Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, MG. A matéria prima utilizada para o preparo das amostras foi a polpa de umbu obtida em comércio local. Antes de iniciar o processo de co-cristalização foram realizadas correções da concentração e do pH da polpa. O teor médio dos sólidos totais foi 16°Brix e o pH foi corrigido para 3,5; pH 4,0 e pH 4,5 utilizando carbonato de cálcio. Logo após, as amostras foram adicionadas ao xarope de sacarose nas concentrações de 15 e 20% (p/p). O trabalho foi desenvolvido em batelada. Inicialmente realizou-se a concentração do xarope de 70°Brix para 98 °Brix, esse procedimento foi realizado em uma chapa de aquecimento e sob agitação mecânica. Após a correção do Brix, a polpa de umbu foi adicionada ao xarope e submetida a agitação intensa até a formação espontânea dos cristais. Ao fim da cristalização as amostras foram secas em estufa 50 °C, trituradas e armazenadas para análises posteriores. As análises realizadas para o produto co-cristalizado foram de solubilidade, hogroscopicidade e determinação de isotermas de sorção.

A Análise de solubilidade foi realizada a partir da dissolução completa de 10 g da polpa de umbu em 100 mL de água destilada a 25 °C. A mistura foi agitada manualmente até que não se fosse observadas partículas sólidas na mistura. O tempo necessário para solubilização completa da polpa foi determinado com o auxílio de um cronômetro. As análises foram realizadas em triplicata.

Análise de higroscopicidade prosseguiu a partir da pesagem de 1 a 2 gramas de suco de umbu em pó e colocados em placas petri dentro de um dessecador contendo solução saturada de KCl com atividade de água de 0,85. A análise foi realizada temperatura de 25°C. As amostras foram pesadas em intervalos de 24 horas, por um período de 12 dias.

A determinação das isotermas de sorção do suco de umbu em pó obtido por co-cristalização, foi baseada no método estático gravimétrico. Várias soluções saturadas foram preparadas em duplicata correspondendo à faixa de atividade de água de 0,02 a 0,85 e distribuídas em placas de papel alumínio, com capacidade para apenas uma amostra. O tempo necessário para o equilíbrio foi de 3 a 4 semanas com base em uma variação de peso das amostras inferior a 0,1%. O conteúdo de umidade de equilíbrio foi determinado em estufa a vácuo a 65 °C por 48 horas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise de higroscopicidade

As duas concentrações da polpa co-cristalizada apresentaram ganho de água nos três pHs testados (Tabela 1).

pH	Concentração		Média
	15%	20%	
3,5	5,14Aa	10,13Ba	7,64
4,0	4,12Aa	9,71Ba	6,92
4,5	3,79Aa	6,77Bb	5,28
Média	4,35	8,87	
C.V. (%) = 11,48			

C.V. = coeficiente de variação; médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste “F” ($P < 0,01$). Médias de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

TABELA 1. Grau de absorção da água de pós de suco de umbu exposta à umidade relativa de 85% e temperatura de 25°C.

Na concentração de 15 % não houve diferença estatística em relação aos pHs avaliados. Já a concentração 20% apresentou valores de ganho de água estatisticamente iguais para o pH 3,5 e pH 4,0 esses dois diferiram estatisticamente do pH 4,5 que resultou em menor valor de absorção de água. A absorção d’água em pós ricos em açúcares podem conduzir a mudanças nas propriedades de fluxo tendo como resultados problemas de *stickiness* e *caking*.

O suco produzido com maior concentração de polpa e menores valores de pH resultou em valores mais altos de ganhos de água. Fato que pode ser explicado devido a que a maior concentração de polpa resulta na formação de maior quantidade de açúcares amorfos, ao passo que menores valores de pH resultaram em aumento de açúcares redutores dificultando o processo de co-cristalização e conseqüentemente favorecendo a absorção de água.

De acordo com Sloan e Labuza (1975), quando o açúcar se encontra no estado cristalino há uma menor possibilidade de ligação com as moléculas de água, por haver uma maior organização e rigidez do sólido, ao passo que no estado amorfo há uma maior exposição dos grupos funcionais à umidade e conseqüentemente uma maior absorção da mesma. Sólidos amorfos absorvem consideravelmente mais água que sólidos cristalinos a baixas atividades de água e somente em altas atividades de água é que ambos absorvem quantidades similares de água.

O produto elaborado apresentou baixos valores de ganho de água quando comprado a outros processos como spray drying que apresentam ganhos acima de 30g para suco de manga em pó (CANO-CHAUCA, et al., 2005). Os baixos valores de ganho de água podem ter ocorrido devido ao fato de esses sistemas terem apresentado alto grau de cristalinidade. Saltmarch e Labuza (1980), estudando a influência da umidade relativa em lactose amorfa em pó obtido por *spray drying* e lactose parcialmente cristalina, verificaram que pós amorfos são altamente higroscópicos devido ao fato de os açúcares amorfos ganharem mais facilmente umidade da atmosfera ambiente. Resultados desta pesquisa estão de acordo com CANO-CHAUCA et al., 2005, que estudando o comportamento higroscópico de suco de manga em pó por spray drying verificaram que partículas parcialmente cristalinas apresentaram menores ganhos de água quando comparadas a superfícies de partículas totalmente amorfas.

3.2 Análise de solubilidade

Em relação à solubilidade, pode-se afirmar que a solubilidade foi igual para todos os tratamentos independentemente do pH e da concentração. Valores de solubilidade em torno de 36 segundos encontrados no suco estão de acordo com os encontrados na literatura para alimento em pó que apresenta boa solubilidade. De acordo com Awad e Chen (1993), materiais encapsulados por co-cristalização apresentam alta estabilidade, e com boa solubilidade, uma vez que resultam em uma estrutura altamente porosa o que facilita o contato do componente com a água. Resultados similares aos encontrados neste trabalho foram relatados por ASTOLFI-FILHO et al. (2005) que estudando diferentes pHs na produção de co-cristalizados de maracujá encontrou valores de 40 segundos.

pH	Concentração (%)			Média
	10	15	20	
3,5	38,41	33,59	36,62	36,21 ^a
4,0	39,48	36,71	38,65	38,28 ^a
4,5	39,27	29,94	37,94	35,72 ^a
Média	39,05A	33,41A	37,74A	
¹ C.V.(%)=14,69				

¹C.V. = coeficiente de variação; médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

TABELA 2. Valores médios de solubilidade em função do pH e da fração de suco adicionado em pós de suco de umbu

3.3 Isothermas de sorção

A isoterma de sorção dos pós de suco de umbu utilizando concentração de polpa

de 15% e pH 4,5; 4,0 e 3,5. é ilustrada na Figura 1. Os comportamentos destas curvas são característicos de alimentos com altos teores de açúcares os quais absorvem água em quantidades relativamente pequenas em baixas umidades relativas e em grandes quantidades quando a atividade de água é elevada.

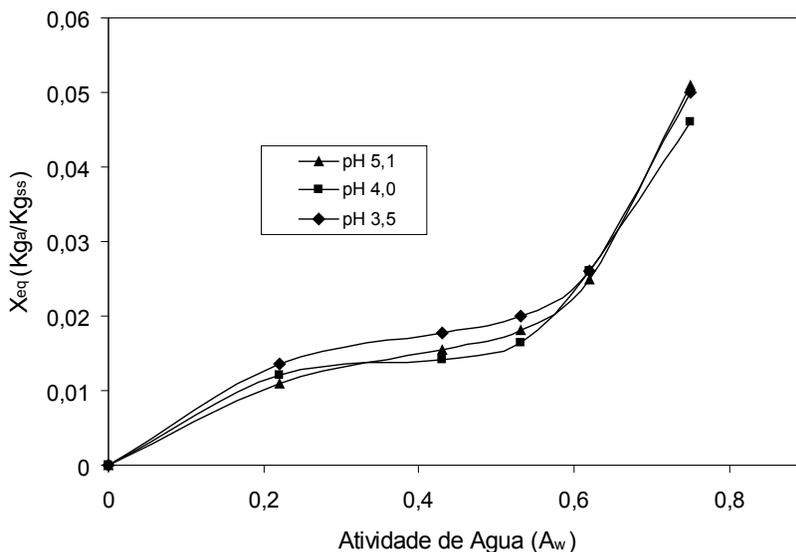


FIGURA 1. Isotermas de sorção de suco de umbu em pó obtido por co-cristalização à temperatura de 25°C.

De acordo com Rizvi (1986) este comportamento é geralmente atribuído a uma redução nos números dos sítios ativos, devido a mudanças químicas e físicas provocadas pela temperatura. A extensão do decréscimo, entretanto, depende da natureza ou constituição do alimento. Para valores de atividade de água acima de 0,75 observou-se uma tendência ao cruzamento das isotermas. Esse cruzamento corresponde ao fenômeno conhecido como “crossing-over”, pode ser explicado devido à dissolução dos açúcares presentes no material, que aumenta significativamente quando a temperatura é aumentada. Resultados semelhantes a esta pesquisa foram obtidos por AYRANCI et al. (1990) e por CANO-CHAUCA et al. (2005). Pode-se afirmar que o suco de umbu em todos os tratamentos apresentou uma boa estabilidade estando pouco susceptível a deterioração microbiológica.

4 | CONCLUSÃO

O pH e a concentração do suco influenciaram satisfatoriamente sobre as propriedades funcionais de higroscopicidade e solubilidade do produto avaliado. As concentrações 15% e 20% e pH 4,5 resultou em menores ganhos de água. O pH e a

proporção do suco não exerceram influencia sobre a solubilidade, resultando em valores satisfatórios de solubilidade. O pH do suco não teve influencia sobre a isoterma de sorção do suco, apresentando um comportamento sigmoidal similar a maioria de pós alimentícios.

REFERÊNCIAS

ASTOLFI-FILHO, Z., SOUZA, A.C., REIPERT, E.C., TELIS, V. **Encapsulação de Suco de maracujá por co-cristalização com sacarose: cinética de cristalização e propriedades físicas.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 25(4): p. 795-801, 2005

AWAD, A., CHEN, A., **A New Generation of Sucrose Products Made by Cocrystallization.** Food Technology, p 146-148, 1993.

BERISTAIN, C.I., MENDOZA, R.E., GARCIA, H.S., VASQUEZ, A. **Cocrystallization of Jamaica (*Hibiscus sabdarifa L.*) Granules,** Lebensm-Wiss.u-Tecnology, v. 27, p.347-349, 1994.

CANO-CHAUCA, M. STRINGHETA, P.C. CAL-VIDAL, J., RAMOS, A.M. **Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray-drying and its functional characterization.** Innovate Food Science and Emerging Technologies, v. 6, n. 4, p.420-428, 2005.

LIMA, L.F.N. do.; ARAÚJO, J.E.V.; ESPÍNDOLA, A.C.M. **Umbu (*Spondias tuberosa Arr.Câm.*).** Jaboticabal: Funep, 2000. 29 p.

MATTA, V. M.; FREIRE JUNIOR, M. CABRAL, L. M. C.; FURTADO, A. A. L. **Polpa de fruta congelada – 1ª Edição** Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 35 p.

MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa Arr. Câmara*): importante frutífera dosemi-árido.** Coleção Mossoroense. Série C- v.164. 1990. 67p.

MUHR, A.; BLANSHARD, J. **Effect of polysaccharide stabilizers on the rate of growth of ice.** Journal of Food Technology, v. 21, n. 6, p. 683-710, 1986.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P.; SILVA, W. P. **Estabilidade de geleias convencionais de umbu-cajá durante o armazenamento em condições ambientais.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 3, p. 329-337, 2014

RIZVI, S.S. **Thermodynamic properties of food in dehydration.** Engenier Properties of Foods, p. 155-165, 1986.

SALTMARCH, M; LABUZA, T. P. **Influence of relative humidity on the hysicochemical state of lactose in spray-dried sweet whey powders.** Journal of Food Science, v. 45, 1980.

SLOAN, A. E.; LABUZA, T. P. **Prediction of water activity lowering ability of food humectants at high aw.** Journal of Food Science, v. 41, n. 3, p. 532-535, maio 1976.

CAPÍTULO 5

AVALIAÇÃO DE CONTAMINANTES EM HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE NITERÓI, RJ

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Shihane Mohamad Costa Mendes

Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Veterinária, Departamento de Saúde Coletiva Veterinária e Saúde Pública
Niterói - RJ
<http://lattes.cnpq.br/8723123864869122>
<https://orcid.org/0000-0003-1562-7378>

Lucas Xavier Sant'Anna

<http://lattes.cnpq.br/2364768099907448>
<https://orcid.org/0000-0003-1399-6401>

Luciano Antunes Barros

Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Veterinária, Departamento de Saúde Coletiva Veterinária e Saúde Pública
Niterói - RJ
<http://lattes.cnpq.br/8336187135982826>

RESUMO: Vegetais são fontes naturais de sais minerais e vitaminas e estão presentes na mesa de muitos consumidores. Geralmente são consumidos crus e, quando não higienizados adequadamente, favorecem a ingestão de patógenos e outros contaminantes. Para conhecer a que contaminantes os moradores do município de Niterói/RJ estão expostos, 80 amostras coletadas em mercados foram analisadas no Laboratório de apoio diagnóstico em Doenças Parasitárias da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense (UFF). 98,8% das amostras testaram positivas

para parasitos, sendo as larvas de nematóides as mais prevalentes. Os resultados revelaram a importância da educação em vigilância sanitária, com orientações a produtores e manipuladores.

PALAVRAS-CHAVE: Vegetal, parasito, patógeno, contaminante.

CONTAMINANT EVALUATION OF VEGETABLES COMMERCIALIZED IN NITERÓI MUNICIPALITY, RJ

ABSTRACT: Vegetables are natural sources of minerals and vitamins and are present on the table of many consumers. They are usually consumed raw and, when not properly washed, favor the ingestion of pathogens and other contaminants. To find out what contaminants the residents of Niterói city, in Rio de Janeiro, are exposed to, 80 samples were collected in markets and analyzed at the Laboratório de Apoio Diagnóstico em Doenças Parasitárias of the Faculdade de Veterinária of the Universidade Federal Fluminense (UFF). 98.8% of the samples tested positive for parasites, with nematode larvae being the most prevalent. The results revealed the importance of health surveillance education, with guidance to producers and handlers.

KEYWORDS: Vegetable, parasite, pathogen, contaminant.

RESÚMEN: Los vegetales son una fuente natural de sales minerales y están presentes en la mesa de muchos consumidores. Suelen consumirse crudos y, cuando no se limpian adecuadamente, ayudan a la ingestión de patógenos y otros contaminantes. Para saber a

los contaminantes que se ven expuestos los habitantes del municipio de Niterói/RJ, fueron analizadas, en el Laboratório de apoio diagnóstico em Doenças Parasitárias de la Faculdade de Veterinária de la Universidade Federal Fluminense (UFF), 80 muestras tomadas en los mercados. El 98.8% de las muestras dieron resultado positivo a Parásitos, siendo las larvas de nematoides las prevaletientes. Los resultados revelaron la importancia de la educación en Vigilancia Sanitaria, con orientación a los productores y manipuladores.

PALABRAS CLAVE: Vegetal, parásito, patógeno, contaminante.

1 | INTRODUÇÃO

Manter uma dieta que inclua, obrigatoriamente, verduras na alimentação é certamente uma opção adequada para uma vida saudável. Estes vegetais atuam como fonte natural de sais minerais e vitaminas e têm ação antioxidante (Silva et al., 2005, Esteves & Figueirôa, 2010). As alfaces, lisas ou crespas, estão entre as espécies de hortaliças mais consumidas no Brasil, seguidas do agrião e do espinafre (Belinelo et al., 2009). Por serem consumidas geralmente em sua forma crua, essas hortaliças podem veicular grande número de patógenos (Velasco et al. 2014; Melo et al., 2011), no entanto a presença de outros organismos pode também ser utilizada como indicação da qualidade higiênica do produto (Oliveira & Germano, 1992a e b).

2 | OBJETIVO

Calcular a prevalência de contaminantes em amostras de alface, agrião e espinafre comercializadas em supermercados no município de Niterói, RJ.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas 80 amostras de hortaliças, sendo 20 pés de alface lisa, 20 pés de alface crespa, 20 maços de agrião e 20 maços de espinafre. As amostras foram acondicionadas em sacolas plásticas virgens disponibilizadas pelos próprios supermercados e encaminhadas imediatamente para o Laboratório de apoio diagnóstico em Doenças Parasitária da Faculdade de Veterinária da UFF, sem refrigeração durante o transporte.

Cada amostra foi submetida a um processo de lavagem em duas etapas. A primeira etapa a hortaliça foi transferida para um recipiente plástico contendo 500 ml de água destilada. Este recipiente foi agitado por 30 segundos e o lavado foi filtrado em tamis de gaze e transferido para um copo cônico de sedimentação, onde foi mantido por no mínimo 30 minutos. Na segunda etapa, a hortaliça foi transferida para uma bandeja plástica, onde as folhas foram liberadas e lavadas com mais 500 ml de água destilada e auxílio de pincel. O lavado da segunda etapa também foi filtrado em tamis de gaze e mantido em outro cálice de sedimentação por no mínimo 30 minutos. Após este período foi realizada a troca do sobrenadante e mantido em repouso por mais 30 minutos, quando então o sobrenadante

foi descartado e o sedimento examinado entre lâmina e lamínula ao microscópio óptico com aumento de 40x, 100x e 400x.

Os organismos encontrados foram analisados segundo categorias descritas por Velasco et al. (2014).

Os resultados foram analisados pelo teste estatístico de comparações de proporções, utilizando o software Microsoft Excel. As estatísticas Z calculadas que apresentaram valores superiores a 1,96 ou inferiores a -1,96, no que tange comparar igualdade de proporções entre os contaminantes das hortaliças, foram consideradas significativas a um nível de confiança de 95%.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A positividade para parasitos foi observada em 98,8% das amostras de hortaliças analisadas, apresentando prevalência de 95% das alfaces lisas e de 100% nas alfaces crespas, agriões e espinafres. Não foram encontrados ovos de helmintos em nenhuma amostra e em apenas em 5% foram encontrados cisto de *Entamoeba* sp. O contaminante mais prevalente foram larvas de nematóides da Superfamília Rhabditoidea que podem atuar como parasitos (Tabela 1). Em nenhuma das categorias de contaminantes, observou-se diferença estatisticamente significativa entre as variedades de hortaliças analisadas.

Contaminantes	Alface lisa	Alface crespa	Agrião	Espinafre
Ovos de helmintos	0%	0%	0%	0%
Oocistos / cistos de protozoários	0%	0%	5% (1)	0%
Larvas da Sf Rhabditoidea	90% (18)	85% (17)	80% (16)	75% (15)
Nematóides adultos de vida livre	55% (11)	45% (9)	25% (5)	50% (10)
Ciliados	45% (9)	70% (14)	80% (16)	80% (16)
Ácaros	20% (4)	20% (4)	60% (12)	15% (3)
Insetos	70% (14)	70% (14)	80% (16)	80% (16)
Aranhas	0%	0%	0%	5% (1)
Moluscos	5% (1)	5% (1)	30% (6)	15% (3)
Anelídeos	10% (2)	0%	0%	5% (1)

Tabela 1. Prevalência de contaminantes em alfaces, agriões e espinafres de supermercados do município de Niterói-RJ.

5 | CONCLUSÕES

Os resultados revelam a importância do serviço de Vigilância Sanitária na prevenção de problemas de Saúde Pública, a partir da orientação de produtores e manipuladores de hortaliças, assim como a orientação da população consumidora quanto à compra de

hortaliças de procedência confiável e desinfecção adequada antes do consumo.

REFERÊNCIAS

Belinelo VJ, Gouveia M I, Coelho M P, Zamprogno A C, Fianco BA, Oliveira LGA. **Enteroparasitas em hortaliças comercializadas na cidade de São Mateus, ES, Brasil.** Arq Ciênc Saúde Unipar 13: 33-36, 2009.

Esteves FAM, Figueiroa EO. **Deteção de Enteroparasitas em Hortaliças comercializadas em feiras livres do município de Caruaru-PE.** Rev Baiana Saúde Pública 33: 38-47, 2009.

Falavigna LM, Freitas CBR, Melo GC, Nishi L, Araújo SM, Falavigna-Guilherme AL. **Qualidade de hortaliças comercializadas no noroeste do Paraná, Brasil.** Parasitol Latin American 60: 144-149, 2005.

Melo ACFL, Furtado LFV, Ferro TC, Bezerra KC, Costa DCA, Costa LA, Silva LRS. **Contaminação parasitária de alfaces e sua relação com enteroparasitoses em manipuladores de alimentos.** Rev Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas 5: 47-52, 2011.

Montanher CC, Coradin DC, Fontoura-da-Silva SE. **Avaliação parasitológica em alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas em restaurantes self-service por quilo, da cidade de Curitiba, PR, Brasil.** Rev Estud Biol 29: 63-71, 2007.

Oliveira CAF, Germano PML. **Estudo da ocorrência de enteroparasitas em hortaliças comercializadas na região metropolitana de São Paulo, SP, Brasil.** I – Pesquisa de helmintos. Rev Saúde Pública 26: 283-289, 1992a.

Oliveira CAF, Germano PML. **Estudo da ocorrência de enteroparasitas em hortaliças comercializadas na região metropolitana de São Paulo, SP, Brasil.** I – Pesquisa de protozoários intestinais. Rev Saúde Pública 26: 332-335, 1992b.

Silva CGM, Andrade SAC, Stamford TLM. **Ocorrência de *Cryptosporidium* spp. e outros parasitas em hortaliças consumidas in natura, no Recife.** Ciênc saúde coletiva [online] 10: 63-69, 2005.

Velasco UP, Uchoa CMA, Barbosa, AS, Rocha, FS, Silva, VL, Bastos, OMP. **Parasitos intestinais em alfaces (*Lactuca sativa*) das variedades *crespa* e *lisa* comercializadas em feiras livres de Niterói-RJ.** Rev Patol Trop 43: 209-218, 2014.

AVALIAÇÃO DO VINHO DE JABUTICABA SUBMETIDO A TRATAMENTO DE RADIAÇÃO GAMA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 08/01/2021

Valter Arthur

Centro de Energia Nuclear na Agricultura
CENA/USP/Departamento de Radiobiologia e
Ambiente
Piracicaba, SP, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4352244824716787>

Marcia Nalesso Costa Harder

Faculdade de Tecnologia de Piracicaba
Departamento de Tecnologia de Alimentos
Piracicaba, SP, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4686651078037362>

Juliana Angelo Pires

Escola Superior de Agricultura “Luiz de
Queiroz” – ESALQ/USP
Piracicaba, SP, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8775968139740255>

RESUMO: A jabuticaba é um fruto originalmente brasileiro e possui muitos compostos com características benéficas à saúde humana. Pode ser utilizada para consumo *in natura*, mas também é utilizada na formulação de outros produtos, como licores e geleias. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e irradiar vinhos de jabuticaba com raios gama (Co60) para investigar o efeito da radiação em seus componentes, bem como apresentar um novo produto para o mercado de bebidas fermentadas de qualidade superior. O vinho foi produzido de forma artesanal, tomando todas as precauções e cuidados de

higiene e saneamento. As jabuticabas foram maceradas de forma a não quebrar as sementes e fermentadas por cinco dias. O vinho obtido foi filtrado e armazenado em recipientes de material inerte e irradiado nas doses de 2,5 e 5 kGy, além da testemunha. As amostras foram avaliadas em relação às doses de radiação utilizadas. Análises físicas e químicas de pH; acidez total e volátil; Conteúdo alcoólico; antocianinas; taninos e colorimetria foram realizados. Como resultado, na maioria das análises de produto, pode ser observado pouco efeito da irradiação, exceto para antocianinas e taninos. Por isso pode-se concluir que é possível desenvolver uma nova bebida fermentada a base de jabuticaba, de acordo com os padrões exigidos pela legislação, além disso, a irradiação na dose de 5kGy foi o tratamento que mostrou mais efeito sobre a cor, uma vez que degradou a maioria das moléculas de antocianinas e taninos.

PALAVRAS-CHAVE: Radiação ionizante, *Myrciaria cauliflora*, vinho de frutas.

EVALUATION OF BRASILIAN GRAPE TREE WINE SUBMITTED TO GAMMA RADIATION TREATMENT

ABSTRACT: Brazilian grape tree is a fruit originally from Brazil and has many compounds with characteristics beneficial to human health. It can be used for *in natura* consumption, but it is also used in the base of other products, such as liqueurs and jellies. The aim of this work was to irradiate Brazilian grape tree wines with gamma radiation (Co60) to investigate the effect of radiation on its components and to create a new product for the superior quality fermented

beverages market. For this wine was produced in an artisan way, but with all the care of hygiene and sanitation. The Brazilian grape tree was were macerated so as not to break the seeds and fermented for five days and the wine was then filtered and stored in inert material containers then irradiated at 2.5 and 5 kGy doses and also a control sample. The samples were evaluated in relation to the radiation doses used. Physical and chemical analyzes of pH; total and volatile acidity; alcohol content; anthocyanins; tannins and colorimetry were performed. As a result, in most product analysis, had little effect on irradiation, except for anthocyanins and tannins. For this can be concluded that it is possible to develop a new fermented drink based on Brazilian grape tree, according to the standards required by the legislation and that the irradiation at the dose of 5kGy was the sample that shown to have the most effect on the color because it was the one that degraded most molecules of anthocyanins and tannins.

KEYWORDS: Ionizing radiation, *Myrciaria cauliflora*, fruit wine.

1 | INTRODUÇÃO

A jabuticaba é uma fruta tropical, tipicamente brasileira, sendo originária da região centro-sul. Popularmente apreciada por suas características sensoriais in natura, mas também pela utilização em produtos processados como geleias, licores e bebidas fermentadas (SASSO; CITADIN; DANNER, 2010).

Os compostos mais importantes presentes na jabuticaba são os polifenóis, mais conhecidos como compostos fenólicos. Podem variar de acordo com a cultivar, a variedade, o estágio de maturação e as condições climáticas. Na casca e na polpa encontram-se diversos compostos fenólicos, entre deles os flavonóides, antocianinas, taninos e ácidos fenólicos (GUEDES, 2009). Estes são compostos são responsáveis pela adstringência dos frutos, além de serem responsáveis pela pigmentação e características organolépticas (CALÓ et al., 2011).

Pelas suas características sensoriais, aliadas à necessidade de ampliar sua produção e consumo em diversos países, a videira brasileira pode ser utilizada para a produção de fermentos alternativos (GUEDES, 2009).

Qualquer fruta que contenha níveis razoáveis de açúcar é possível produzir um bom vinho, com sabores característica de cada fruta (CORAZZA et al., 2001).

De acordo com os estudos deste autor, a jabuticaba, como é uma fruta com características físico-químicas semelhantes às da uva, como taninos e antocianinas presentes em sua casca (Machado et al., 2014), porém em maior quantidade e presença de fermentáveis açúcares, esta fruta é suscetível à fermentação e produção de um bom vinho.

Apesar da designação vinho referir-se segundo a Lei nº 7.678, de 08 de Novembro de 1988 (BRASIL, 1988) como “bebida proveniente da fermentação alcoólica de mosto de uva sã, fresca e madura”, é permitido pela Portaria Nº 64, de 23 de abril de 2008 a produção de vinhos de outras frutas (BRASIL, 2008), desde que se indique o nome da fruta no rótulo após a palavra vinho, como por exemplo vinho de jabuticaba.

A qualidade do vinho geralmente depende da idade da bebida, comumente chamados de vinhos envelhecidos diferentes características organolépticas, e sua qualidade é superior aos vinhos ditos jovens. Está dentro o período de envelhecimento que os perfumes, cores e sabores fortemente característicos de um determinado território, se revelam. Só o tempo permite que os precursores do aroma se tornem perfumes e o bouquet harmoniza com o gosto (CALÓ et al., 2001).

Muitos estudos de aplicação da irradiação ionizante têm se concentrado na indústria de alimentos, especialmente para alimentos onde o uso do calor é inviável para sua preservação. A irradiação é, entre todos os processos de conservação, o que tem sido mais investigado (HARDER, 2009).

A radiação nuclear é emitida por um elemento radioativo ou particulado, como alfa e beta, ou por radiação gama. Este último é o mais utilizado para a conservação de alimentos e para o envelhecimento em bebidas como como vinhos e aguardente de cana. Para esses fins, é mais comum a utilização do isótopo Co60 (Cobalto-60) como fonte de radiação (MEDEIROS, 2015).

No entanto, o processo de irradiação pode ser utilizado em vinhos com diferentes objetivos. Existem vários os motivos para esse tipo de procedimento, entre eles estão a esterilização do mosto; mudanças nas características sensoriais do vinho; e aceleração do envelhecimento (SOUZA, 2006).

Por conta disso, este trabalho teve como objetivo produzir e irradiar vinhos brasileiros de videira com gama radiação (Co60) para criar um novo produto para o mercado de bebidas fermentadas com qualidade e para avaliar os efeitos do processo de irradiação na composição físico-química do produto.

2 | MATERIAL E METODOS

2.1 Produção do Vinho

Os frutos de jabuticaba foram colhidos nas árvores pertencentes à Fazenda Areião, localizada na cidade de Piracicaba, interior de São Paulo. Eles foram escolhidos manualmente um a um e armazenados em recipientes plásticos para transporte. Posteriormente, foram devidamente higienizados em solução clorada.

O esmagamento para ruptura da casca foi feito manualmente, de forma a manter as sementes íntegras e o mosto obtido foi colocado num fermentador.

O mosto para vinho tinto de jabuticaba foi preparado de acordo com Fortes (2012) utilizando 24,82kg de mosto de jabuticaba e 595g de leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. A correção da quantidade de sólidos solúveis foi realizada com adição de sacarose até atingir 22° Brix, utilizando 2,7kg de açúcar no total. Além disso, 2,4g de metabissulfato de sódio foram adicionados para controle bacteriano.

A produção do vinho de jabuticaba está apresentada no fluxograma na Figura 1.

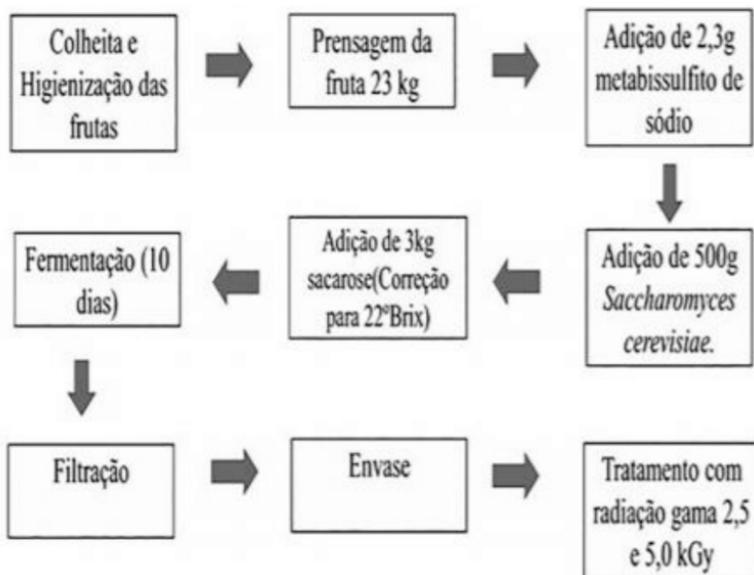


Figura 1: Fluxograma do preparo do vinho de jabuticaba

2.2 Irradiação do vinho

Para o tratamento das amostras foi utilizado o irradiador Gammacell 220 Excel, MDS, Nordion, de fonte Cobalt 60, localizado no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA / USP). As doses 0; 2,5 e 5kGy foram usados.

As amostras foram analisadas em 3 momentos diferentes 0, 60 e 120 dias após a irradiação com (Co60).

2.3 Análises

Foram realizadas análises físico-químicas: cinzas, sólidos solúveis, pH, acidez total, e acidez fixa segundo as metodologias descrites pela AOAC (1995).

O Teor Alcolóico foi mensurado através do ebuliômetro (NOGUEIRA et al., 2003).

Para Acidez Volátil foi utilizado o REDUTEC, para a extração de toda substância volátil contida nas amostras de vinho tinto de jabuticaba (NOGUEIRA et al., 2003). Após extrair as substâncias voláteis dos vinhos de jabuticaba, foi estabelecido o teor de ácido acético por acidez titulável (AOAC, 1995).

A cor de amostras de vinho tinto de jabuticaba foi avaliada através de um colorímetro digital, marca Minolta, 220V, que emite tiros de luz e a partir destes é possível medir os parâmetros colorimétricos de L (luminosidade), a (intensidade de vermelho / verde) e b (intensidade amarelo / azul) pelo sistema Hunter Lab com fonte iluminante D65, calibrada em porcelana branca com $Y = 93,7$; $x = 0,3160$ e $y = 0,3323$, conforme padrões pré-estabelecidos (HUNTERLAB, 2008).

Hunter Lab também determina uma escala de cores uniforme onde as diferenças entre os pontos são delineadas. Este sistema de cores é tridimensional e organizado em forma de cubo. O eixo L vai de cima para baixo. O máximo para L é 100, o que corresponderia a um difusor reflexivo perfeito. O mínimo para L é zero, o que corresponderia a preto. Os eixos a e b não têm limite numérico específico, então o positivo é vermelho, o negativo é verde, b positivo é amarelo, b negativo é azul (HUNTERLAB, 2008; HARDER, 2009).

Croma é a relação entre os valores de a e b, onde se obtém o valor da cor real da amostra analisada. Hue-Angle é o ângulo formado entre a e b, indicando a saturação da cor da amostra (HARDER, 2009).

Para a análise de antocianinas, inicialmente as soluções tampão de cloreto de potássio com pH 1,0 e solução de acetato de sódio com pH 4,5 foram preparadas de acordo com a metodologia descrita por (ALIBERTI, 2009).

De cada amostra de vinho de jabuticaba 5 ml foram transferidos para dois frascos volumétricos de 25 ml. Um dos frascos foi preenchido com solução tampão pH 1,0 e outro com tampão pH 4,5.

As soluções foram deixadas em repouso por 15 min sob luz e as leituras foram lidas nas absorvâncias de 520 e 700 nm para cada espectrofotômetro. As concentrações de antocianinas foram expressas como cianidina-3-glicose em mg/l, calculada de acordo com a equação (1) (FORTES, 2012).

$$\text{Concentração de Antocianina (mg/l)} = A \cdot MM \cdot FD / \epsilon \cdot b \quad (1)$$

$$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 1.0} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 4.5}$$

$$MM = 449\text{g/mol (Molar mass of cianidina-3-glicose)}$$

$$ED = \text{Fator de Diluição (50)}$$

$$\epsilon = 26.900\text{L/mol/cm (Coeficiente de extinção da cianidina-3-glicose)}$$

$$b = 1\text{ cm}$$

Para determinação dos taninos, foi utilizada a metodologia descrita por Price; Hagerman (1980) com adaptações. Para esta análise, foram utilizados 2,5 ml de amostra de vinho de jabuticaba, os quais foram inseridos em tubos falcon de 10ml e 7,5mL de metanol foram adicionados para diluição. A mistura foi agitada durante 20 minutos em vórtice. Os tubos foram então alocados em uma centrífuga a 4000 rpm por 20 minutos. O sobrenadante foi então removido e colocado em balões volumétricos de 10 ml, nos quais o volume foi completado com metanol. De cada extrato foi retirado 1 ml e colocado em tubos de ensaio. Preparou-se a solução 1: 1 de vanilina, 50 m de vanilina 1% e 50 ml de HCl 8% em metanol, e 5 ml dessa solução foram adicionados aos tubos de ensaio, que foram cobertos com alumínio para nenhuma perda e reagiram por 20 min.

Para calibração do espectrofotômetro, foi preparada uma solução em branco, com 1 ml de metanol e 5 ml de HCl 4% em metanol, a qual foi utilizada para leitura no

aparelho. Posteriormente, catequina, metanol e vanilina foram dosados nas dosagens correspondentes de catequina mg/ml de 0,0; 0,2; 0,4 a 1,0 de metanol (ml) de 1; 0,8; 0,6 a 0,0 e 5 ml de vanilina 1:1 para serem ajustados à curva padrão. As leituras ocorreram no escuro e no comprimento de onda de 500 nm.

A análise estatística foi realizada com o software SAS. O delineamento foi um fatorial com dois fatores (três doses de irradiação x três períodos de armazenamento). Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F com nível de confiança de 95%. Posteriormente, para as causas das variações significativas, foi aplicado o teste de Tukey com 5% de significância (SAS, 1999).

3 I RESULTS AND DISCUSSION

A Tabela 1 mostra os dados médios obtidos na análise do potencial hidrogeniônico (pH), acidez total, acidez volátil e cinzas, em amostras de vinho de jabuticaba tratadas com doses crescentes de radiação gama (Co60).

Pelos resultados da Tabela 1 podemos observar que, com exceção dos valores de pH, todas as outras análises não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos. Os valores de pH nas doses de 2,5 e 5,0 kGy foram os maiores quando comparados ao controle, podemos verificar que a radiação gama aumentou o pH, mas é importante ressaltar que esse aumento não foi proporcional ao aumento das doses de radiação.

Dose (kGy)	pH	Acidez total (mg/l ácido cítrico)	Acidez volátil (mg/l ácido acético)	Teor alcoólico (°GL)	Cinzas (%)
0 (Controle)	3,040 ^b ±0,015*	20,802 ^a ±0,041	4,004 ^a ±0,049	12,070 ^a ±0,641	0,81 ^a ±0,04
2,5	3,360 ^a ±0,035	20,603 ^a ±0,040	4,001 ^a ±0,080	11,830 ^a ±0,313	0,76 ^a ±0,03
5,0	3,340 ^a ±0,021	20,400 ^a ±0,025	4,003 ^a ±0,071	12,230 ^a ±0,151	0,49 ^b ±0,07

*Média±Desvio Padrão

Médias com mesma letra em coluna, não diferem estatisticamente ao n.s. 5%

Tabela 1: Valores médio encontrados nas análises de físico-químicas nos vinhos de jabuticaba irradiado

Para as características físico-químicas as amostras de vinho de jabuticaba, controle e irradiados, atenderam ao padrão determinado pela Portaria N° 64, de 23 de abril de 2008 (BRASIL, 2008). Também foi observado que apenas os parâmetros de pH e cinzas apresentaram diferença estatística significativa do controle, sendo que para pH o controle apresentou valor menor que o restante das amostras e para cinzas a amostra irradiada com 5,0kGy apresentou menor valor em relação as outras amostras.

Não existem parâmetros de pH estabelecidos pela legislação brasileira para vinhos,

porém, os valores encontrados estão dentro da faixa de pH que impediria o crescimento de bactérias acéticas ($\geq 3,0$), principais responsáveis pelo efeito conhecido como vinagre.

A Portaria nº 229 de 25 de outubro de 1988, estabelece o limite máximo de 130 meq/l (130mg/l) de acidez total e 20 meq/l (20 mg/l) de acidez volátil. No presente trabalho os valores encontrados para acidez total e acidez volátil estão dentro desta legislação (BRASIL, 1988).

Foi possível verificar que a radiação gama (^{60}Co) não influenciou na quantidade de ácido acético, conforme demonstrado pela análise estatística, uma vez que não houve diferença significativa.

A ocorrência mais comum é a esterificação do álcool etílico com ácido acético (PARAZZI et al., 2008). No entanto, álcoois de proporções inferiores no vinho também podem sofrer esterificação é o caso da esterificação entre álcool isopropílico e ácido acético, que resulta em éster de acetato de isopropila (KOBAYASHI, 2011).

No estudo de Miranda (2005) com cachaça irradiada, os resultados obtidos durante as cinco coletas no período de 390 dias de envelhecimento não mostraram diferença estatística significativa no teor de álcool.

No trabalho de Parazzi et al. (2008) também não houve alteração ao longo de 36 meses na cachaça armazenada em garrafas com teor alcoólico. Também foi observado que o teor de álcool muda se houver oxidação do etanol, que passa para o acetaldeído e, se sofrer outra oxidação, passa para o ácido acético.

De acordo com a Legislação Brasileira, o teor alcoólico dos vinhos de mesa deve estar entre 8,6 e 14°GL. Os valores médios encontrados para todas as amostras estão dentro dos padrões da legislação (BRASIL, 1988).

Na Tabela 2, foi possível observar que à medida que aumenta a dose de radiação gama utilizada, a quantidade de antocianinas diminui, conforme evidenciado pela queda estatística significativa. Com relação, os taninos não têm diferença estatística entre o controle e a dose de 2,5 kGy, mas os valores diminuem com o aumento das doses de radiação gama.

Dose (kGy)	Anthocyanins (mg/l)	Tannins (mg/g)
0 (Control)	72,770 ^a ±0,660	2,421 ^a ±0,030
2.5	44,261 ^b ±0,960	2,176 ^a ±0,330
5.0	31,135 ^c ±0,950	1,663 ^b ±0,090

*Média±Desvio Padrão

Médias com mesma letra em coluna, não diferem estatisticamente ao n.s. 5%

Tabela 2: Valores médios para quantidade de antocianinas e taninos em vinho de jabuticaba irradiado

Segundo Terzi (2004) e Guedes (2005), a casca da jabuticaba é rica em compostos fenólicos, com concentração de antocianinas de 314,00 mg por 100g de fruta, valor próximo ao encontrado na casca da uva (332,00 mg/100g fruta), podendo representar uma importante fonte de corantes naturais para alimentos.

Segundo David et al. (2007), durante o envelhecimento as antocianinas polimerizam, reação normalmente instável, que resulta na precipitação desses compostos e que conseqüentemente diminuem a cor do produto. Essa polimerização pode explicar a diminuição, estatisticamente significativa, do valor de acordo com o aumento da dose observada no presente estudo.

O pH e a acidez total são importantes na estabilização das antocianinas, visto que estas são anfotéricas e, altera, de acordo com o pH, sua coloração e mudança de forma (FREITAS, 2006).

Em um ambiente ácido, as antocianinas estão na forma de sais de oxônio, e geralmente são de coloração vermelha. Se o pH aumentar, esse pigmento terá uma estrutura quinóide roxa, ou seja, em meio alcalino, ficará na cor azul (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

Pelos valores encontrados na análise de taninos, foi possível verificar a redução dos taninos tanto no aumento da dose de irradiação quanto com o passar do tempo.

Este comportamento em vinhos de uva é incomum. De acordo com Aquarone et al. (2001), com o tempo, os vinhos de uva aumentam a quantidade de taninos. Nos vinhos de uvas irradiados, observou-se o aumento dos taninos, principalmente na dose de 3 e 6kGy (PIRES; SCANHOLATO, 2011).

Porém, segundo Aquarone et al. (2001) no vinho podem ocorrer alterações do tipo enzimático, este tipo é denominado casse oxidativa. Ocorre em uvas passadas. O vinho gerado a partir dessas frutas torna-se escuro e turvo em contato com o ar. Essa turbidez é causada pela presença de polifenoloxidase em alto teor, o que provoca a insolubilidade dos taninos e dos corantes. Vinhos com este problema adquirem coloração vermelha, âmbar ou apenas escura, com sabor cozido e um pouco amargo. Essa mudança pode ser chamada de “carpintaria”.

Na Tabela 3, observou-se a partir dos dados da leitura do colorímetro, em relação às doses de radiação utilizadas, que nenhum dos tratamentos alterou significativamente as amostras.

Dose (kGy)	Parâmetros				
	L	a	b	Chroma	Hue Angle
0 (Control)	19,97 ^a ± 0,42	1,16 ^a ± 0,11	4,01 ^a ± 0,91	4,17 ^a ± 0,71	1,26 ^a ±0,07
2.5	20,02 ^a ± 0,34	1,01 ^a ± 0,18	3,68 ^a ± 0,68	3,82 ^a ± 0,45	1,21 ^a ±0,03
5.0	20,11 ^a ± 0,25	1,15 ^a ± 0,06	3,73 ^a ± 0,73	3,91 ^a ± 0,68	1,20 ^a ±0,01

*Média±Desvio Padrão

Médias com mesma letra em coluna, não diferem estatisticamente ao n.s. 5%

Tabela 3: Valores médios encontrados na análise colorimétrica de vinho de jabuticaba irradiado

A ausência de diferença na coloração entre as doses não condiz com os resultados encontrados nas análises de antocianinas e taninos apresentadas na Tabela 2.

As antocianinas são as principais responsáveis pela coloração. Pode-se perceber a diferença de cor a olho nu pelas Figura 2.



Figura 2: Amostras de vinho tinto de jabuticaba irradiado

No trabalho de Pires; Scanholato (2011) verificaram que os vinhos tintos irradiavam com 1,0; 3,0 e 6,0kGy e analisados com colorímetro, quando a dose de radiação aumentou a coloração modificou-se tendendo mais para o amarelo, pois houve aumento do Chroma conforme aumento da dose, diferindo dos valores encontrados neste trabalho.

4 | CONCLUSÃO

Pelos resultados apresentados, pode-se concluir que é possível obter vinho a partir de jabuticaba, de acordo com os padrões exigidos pela legislação.

O uso da irradiação na dose de 5kGy foi a amostra que mostrou mais efeito sobre a

cor porque foi o que degradou a maioria das moléculas de antocianinas e taninos.

Porém sugere-se mais estudos, tanto para fomento das frutas nativas, tal como é o caso da jabuticaba, bem como o aprimoramento de novos produtos.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. AOAC, Washington, USA, 1995.

ALIBERTI, N. C. M. **Influência da homogeneização a alta pressão sobre a retenção de antocianinas presentes na polpa de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.)**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2009.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W.; LIMA, U. A. Lima. **Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na produção de alimentos**. Ed. Blucher, São Paulo, Brasil (2001).

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de Alimentos**. Ed. Varela, Campinas, Brasil, 2001.

BRASIL. **Portaria nº 229, de 25 de outubro de 1988**. Anvisa, Brasília, Brasil. 1988. Disponível em: <http://www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989498929.03_enol_p_229_88_mapa.doc+&cd=3&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso: 11 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 7.678, de 08 de novembro de 2008**. Presidência da República, Brasília, Brasil. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/L7678.htm>. Acesso: 11 dez. 2020.

CALÓ, A.; CERNILLI, D.; LANATI, D.; MARTELLI, G.; SABELLICO, M.; SCIENZA, A.; VACCARINI, G. A. **Escolha, compra, serviço, degustação, manual do sommelier**. Globo, São Paulo, Brasil. 2011.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. **Preparação e Caracterização do vinho de laranja. Quim Nova**, v.24, p. 449-452, 2001.

DAVID, J. M. P.; DAVID, J. P.; SANTOS, V. L. C. S.; SANTOS, M. L. S.; MOTTA, M. D. **Resveratrol: ações e benefícios à saúde humana. Diálogos e Ciência**, v. 5, p. 1-11, 2007.

FORTES, G. A. C. **Análise multiparimétrica da qualidade dos frutos, mostos e vinhos de jabuticaba**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. 2012.

FREITAS, D. M. **Varição dos compostos fenólicos e de cor dos vinhos de uva (*Vitis vinífera*) tintas em diferentes ambientes**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil, 2006.

HUNTERLAB. Hunter L, a, b **Color Sacale Applications**. 2008. Available at: <http://hunterlab.com/apnotes/an08_96a.pdf> Last accessed: 13 Sept. 2017.

GUEDES, M. N. S. **Diversidade de acessos de jabuticabeira sabará em diamantina por meio de caracterização biométrica e físico-química dos frutos e fisiológica das sementes**. Universidade Federal do Jequitinhonha, Diamantina, Brasil. 2009.

HARDER, M. N. C. **Efeito da radiação gama em proteínas alergênicas de ovos de galinhas poedeiras**. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, Brasil. 2009.

KOBAYASHI, M. L. **Caracterização dos compostos de aromas produzidos por leveduras com potencial de utilização na indústria de alimentos**. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Londrina, Brasil, 2011.

MACHADO, A. M. R.; SANTIAGO, M. C. P. A.; BORGUINI, R. G.; GODOY, R. L. O.; GOUVÊA, A. C. M. S.; PACHECO, S.; NASCIMENTO, L. S. M. D. **Identificação de Antocianinas na Casca de Jabuticaba Liofilizada**. Embrapa, São Paulo, Brasil. 2104. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91423/1/2013-109.pdf>>. Acesso: 11 dez. 2021.

MEDEIROS, M. A. **Radiação Nuclear**. 2015. Disponível em: <http://www.quiprocura.net/radianuclear.htm>. Acesso: 11 dez. 2020.

MIRANDA, M. B. **Avaliação físico-química de cachaças comerciais e estudo da influência da irradiação sobre a qualidade da bebida em tonéis de carvalho**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Brasil, 2005.

NOGUEIRA, A.; PRESTES, R. A.; SIMÕES, D. R. S.; DRILLEAU, J. F.; WOSIACKI, G. Análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira. SEMINA, v. 24, p. 289-298, 2003.

PARAZZI, C.; ARTHUR, C. M.; LOPES, J. J. C.; BORGES, M. T. M. Avaliação e caracterização dos principais compostos químicos da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de carvalho (*Quercus sp.*),” *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, p. 193-199, 2008.

PIRES, J. A.; SCANHOLATO, M. **Envelhecimento de vinho por irradiação gama (Co60)**. Faculdade de Tecnologia de Piracicaba, Piracicaba, Brasil, 2011.

PRICE, M. L.; HAGERMAN, A. E. Tannin content of cowpeas, chickpeas, pigeon peas, and human mung beans. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 28, p.459-461, 1980.

SAS. **SAS Software. Version 9.1**. SAS Institute Inc., Cary, USA, 1999.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de Jabuticabeira por estaquia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, p. 577-583, 2010.

SOUZA, M. D. C. A. Identificação, quantificação e comparação das substâncias químicas **responsáveis pelos aromas da cachaça de alambique e do rum comercial tratados pelo processo de irradiação**. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, Brasil (2006).

TERCI, D. B. L. **Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas**. UNICAMP, Campinas, Brasil, 2004.

AVALIAÇÃO FÍSICO - QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA UTILIZADA EM IRRIGAÇÕES DE HORTAS PRODUTORAS DE VERDURAS NA COMUNIDADE DE IGUAIBA, PAÇO DO LUMIAR-MA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 08/01/2021

Ítalo Prazeres da Silva

Universidade Estadual do Maranhão
Departamento de Química
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/5638250750239225>

Fabrcia Fortes dos Santos

Universidade Estadual do Maranhão
Departamento de Química
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/6361474994117554>

Igor Prazeres da Silva

Universidade Estadual do Maranhão
Departamento de Agronomia
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/4588290431413253>

Gabriella Pereira Valverde

Universidade Estadual do Maranhão
Departamento de Química
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/8201098859843933>

Sebastião Vieira Coimbra Neto

Ambiental MapGeo Tecnologias
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/1891222905691553>

Viviane Correa Silva Coimbra

Universidade Estadual do Maranhão
Departamento de Patologia
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/5735297692590207>

RESUMO: Objetivou-se avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada na irrigação de hortas produtoras de verduras, na comunidade de Iguaiaba, Paço do Lumiar-MA. Foram realizadas coletas semanais de amostras de água do poço artesiano utilizado para irrigação das hortas cultivadas pela comunidade de Iguaiaba, no período de abril a julho de 2016, perfazendo um total de 16 amostras. Para avaliação dos parâmetros físico-químicos utilizou-se a metodologia recomendada pelo manual prático para análise de água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e para avaliação dos parâmetros microbiológicos utilizou-se o sistema cromogênico enzimático. Em 100% das amostras analisadas constatou-se ausência de materiais flutuantes, espumas, óleos, graxas, substâncias que provocam gosto e odor, e substâncias que formam depósitos objetáveis; a quantidade de oxigênio dissolvido encontrada foi ≥ 6 mg/L O₂; pH igual a 6,0; turbidez entre 5,3 e 5,5 UNT; e condutividade entre 85,1 e 90,8 μ s/cm. Na análise microbiológica 100% das amostras apresentaram-se dentro do padrão recomendado com até 200 coliformes termotolerantes por 100 mL. Conclui-se que a água analisada se apresenta com boa qualidade físico-química e dentro do padrão microbiológico esperado, podendo ser utilizada na irrigação das hortas da comunidade.

PALAVRAS-CHAVE: Água. Irrigação. Análises Físico-Químicas. Análises Microbiológicas.

PHYSICAL - CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF WATER USED IN VEGETABLE GARDEN IRRIGATIONS IN THE COMMUNITY OF IGUAIBA, PAÇO DO LUMIAR-MA

ABSTRACT: The objective was to evaluate the physical-chemical and microbiological quality of the water used in the irrigation of vegetable-producing gardens in the community of IguaiBa, Paço do Lumiar-MA. Weekly water samples were collected from the artesian well used for irrigating the gardens cultivated by the community of IguaiBa, from april to july 2016, making a total of 16 samples. To evaluate the physical-chemical parameters, the methodology recommended by the practical manual for water analysis of the National Health Foundation (FUNASA) was used and to evaluate the microbiological parameters, the enzymatic chromogenic system was used. In 100% of the analyzed samples, there was an absence of floating materials, foams, oils, greases, substances that cause taste and smell, and substances that form objectionable deposits; the amount of dissolved oxygen found was ≥ 6 mg/L O₂; pH equal to 6.0; turbidity between 5.3 and 5.5 UNT; and conductivity between 85.1 and 90.8 μ s/cm. In the microbiological analysis 100% of the samples were within the recommended standard with up to 200 thermotolerant coliforms per 100 mL. It is concluded that the analyzed water presents itself with good physical-chemical quality and within the expected microbiological standard, being able to be used in the irrigation of the community gardens.

KEYWORDS: Water. Irrigation. Physicochemical Analyses. Microbiological Analyses.

1 | INTRODUÇÃO

A importância da água não está relacionada apenas às suas funções na natureza, mas ao papel que exerce na saúde, economia e na qualidade de vida humana (ANDRADE et al., 2016).

A maioria dos produtores rurais brasileiros habita e desenvolve atividades econômicas em pequenas e médias propriedades em toda extensão do território nacional. Essas propriedades utilizam mão de obra familiar e, quase sempre, são desprovidas de recursos tecnológicos (máquinas agrícolas e insumos agrícolas), bem como de suporte técnico de profissionais especializados no controle de produção.

Na região metropolitana da grande São Luís/MA, que agrupa os municípios e Raposa, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e São Luís, existem comunidades que sobrevivem exclusivamente da agricultura feita em pequenas propriedades, entre elas, destaca-se a comunidade de IguaiBa, localizada no município de Paço do Lumiar. Na localidade são cultivadas diversas hortaliças as quais são usadas para o consumo familiar e também comercializadas nas feiras do produtor rural.

Segundo Takayanagui *et al.* (2000), o consumo de verduras cruas desempenha importante papel na transmissão de várias doenças infecciosas pela frequente prática de irrigação de hortas com água contaminada. A qualidade da água para irrigação pode ser avaliada sob os aspectos físicos, químicos e biológicos. Em todos os casos, a água deve

apresentar limites de qualidade para fins de uso para irrigação.

A resolução CONAMA N° 357/2005 classifica as águas em doces, salobras e salinas. No Art. 4° as águas doces são separadas em cinco classes, segundo seus usos preponderantes, sendo as águas destinadas à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, classificadas como água doce e o estabelecimento do nível de qualidade destas enquadrado na classe I. Essa resolução denota limites e/ou condições físico-químicas e padrões microbiológicas como parâmetros de qualidade para o uso dessa água em irrigação de hortas produtoras de verduras.

São considerados parâmetros físico-químicos, materiais flutuantes espuma inclusive não natural, substâncias que comuniquem gosto ou odor, substâncias que formem depósitos objetáveis, corantes artificiais, óleos e graxas devem estar virtualmente ausentes, caracterizando assim uma água incolor, indolor e sem sabor. Oxigênio dissolvido (OD), responsável por oxidar materiais orgânicos, em quantidade superior a 6 mg/L de O₂. Turbidez, cujo valor elevado pode indicar problemas de erosão, na faixa de até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT). Condutividade elétrica, que mostra a presença de íons, sendo inferior a 500 µS/cm. pH (potencial hidrogeniônico) na faixa de 6 a 9 (CONAMA, 2005).

A mesma resolução estabelece, ainda, que o padrão microbiológico das referidas águas não deverá exceder um limite de 200 coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano.

A água de irrigação é o maior fator de influência na quantidade de doenças em uma lavoura, devido à maioria dos horticultores irrigarem suas plantações de forma inadequada e também não possuírem orientações sobre as suas características físico-químicas e microbiológicas (VIEIRA *et al.*, 2012).

Apesar do risco de transmissão de uma série de doenças ao homem, águas contaminadas têm sido utilizadas indiscriminadamente na irrigação de hortifruticultura. Como consequência, tem-se constatado com relativa frequência a ocorrência de micro-organismos patogênicos, como *Escherichia coli enteropatogênica*, *Salmonelas* e parasitas intestinais, em hortaliças e frutos oferecidos à população.

Diante do relatado, objetivou-se avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada na irrigação de hortas produtoras de verduras na comunidade de Iguaíba, Paço do Lumiar – MA, e assim demonstrar para os pequenos agricultores e/ou produtores a importância do controle da qualidade da água usada para irrigação de suas hortas, como prevenção da contaminação do produto final.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

O estudo tem um desenho descritivo com uma abordagem qualitativa e quantitativa, onde foi amostrado o poço artesiano de origem da água utilizada para irrigação das hortas cultivadas pela comunidade de Iguaíba.

2.2 Amostragem

As amostras de água foram coletadas semanalmente, durante os meses de abril, maio, junho, julho e agosto do ano de 2016, perfazendo um total de 16 amostras. Para tanto utilizou-se frascos de vidro, de tampa rosqueável, esterilizados, com capacidade de 500 mL. As coletas foram realizadas, de forma asséptica, através da mangueira ligada a bomba instalada no poço artesiano.

Após coletadas as amostras foram etiquetadas para devida identificação, acondicionadas e transportadas em caixa térmica até a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), onde foram separadas e levadas aos Laboratórios de Físico-química e de Microbiologia de Alimentos e Água, para devidas análises.

2.3 Caracterizações Físico-Químicas

As amostras foram caracterizadas quanto aos limites de qualidade para fins de uso para irrigação, conforme metodologia adotada pelo Ministério da Saúde e pelo Instituto Adolfo Lutz, avaliando-se os seguintes parâmetros:

- **Gosto e Odor:** Verificou-se o gosto das águas amostradas através do paladar e o odor pelo olfato, conforme recomendação do Ministério da Saúde;
- **pH:** O pH das amostras foi determinado por leitura direta no pHmetro de bancada da marca Quimis, previamente calibrado com soluções tampão, recomendadas pelo Instituto Adolfo Lutz.;
- **Turbidez:** Para a determinação da turbidez das amostras, utilizou-se um aparelho turbidímetro, modelo Digital TU430 AKSO, que se baseia no princípio nefelométrico, com curva calibrada pré-programada de turbidez na faixa de 0 a 1000 NTU (Nephelometric Turbidity Units);
- **Cor aparente:** A cor aparente das amostras das águas analisadas foi obtida por meio de um aparelho “AquaColor” da marca PoliControl, que mostra o resultado em uC (unidades de cor), o mesmo que mg.L⁻¹ Pt-Co (platina-cobalto), ou uH (unidades Hazen);
- **Condutividade elétrica:** A condutividade elétrica das águas amostradas, foi determinada por um aparelho condutivímetro de bancada salinômetro AT 225 com eletrodo de vidro e platina.

2.4 Caracterizações Microbiológicas

Realizou-se análises para determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*), utilizando-se o sistema cromogênico enzimático (Colilert, IDEXX, USA), com os substratos ONPG (O nitrofenil- Beta -D-galactopiranosídeo) e MUG (4-metil-umbeliferil- Beta -D glucoronídeo), distribuídos em cartelas Quanti-Tray seladas e incubadas em estufa a 35 +0,5°C, por 24 horas.

A confirmação da presença de coliformes totais deu-se pela alteração de cor da amostra de água de incolor para amarela. Enquanto a confirmação de *E. coli*, pela emissão da fluorescência azul da amostra quando exposta à luz ultravioleta de comprimento de onda de 365 nm (IDEXX Laboratories Inc.). Para interpretação do resultado utilizou-se a tabela de conversão própria do método, sendo os resultados expressos em NMP/100 mL da amostra.

2.5 Análise dos dados

Os resultados das análises físico-químicas e da quantificação de coliformes totais e *E. coli* foram confrontados com os padrões estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 2005 (BRASIL, 2005), que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água. Utilizou-se análise estatística descritiva por meio de distribuições absoluta e relativa para expressar os dados obtidos nesse estudo.

2.6 Palestra de orientação para comunidade

Ao término das análises realizou-se reunião com a comunidade para informar os resultados do estudo, assim como foram ministradas palestras sobre manejo e uso adequado das águas utilizadas para irrigação das hortas, e sobre boas práticas de fabricação no campo e alimento seguro.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 contém o resultado das análises realizadas para determinação de materiais flutuantes, inclusive espuma não natural; óleos e graxas; gosto; odor; substâncias que formam depósitos objetáveis; oxigênio dissolvido; pH; turbidez e condutividade elétrica.

Análises Realizadas	PADRÃO CONAMA	MESES			
		Abril	Maiο	Junho	Julho
Materiais flutuantes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Óleos e graxas	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Gosto	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Odor	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Substâncias que formam depósitos objetáveis	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
OD	≤ 6,0 mg/L O₂	6,4	6,8	8,1	6,8
pH	6,0 ≤ pH ≤ 9,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Turbidez	≤ 40 UNT	5,3	5,5	3,2	5,9
Condutividade	< 500 µs/cm	85,1	88,5	86,4	90,8

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas realizadas nas águas utilizadas na irrigação das hortas da comunidade Iguaíba, Paço do Lumiar, 2016.

Os resultados apresentados denotam a ausência nas águas analisadas de materiais flutuantes, espumas, óleos e graxas, substâncias que provocam gosto e odor e substâncias que formam depósitos objetáveis, realçando que a mesma não está poluída. Assim, para esses parâmetros, as águas analisadas demonstram perfeita qualidade para uso em irrigação, conforme Legislação vigente.

A determinação Oxigênio Dissolvido proporciona informações sobre as reações bioquímicas e biológicas que ocorrem na água, além de indicar a capacidade dos corpos de água em promover a sua autodepuração. A Legislação em vigor estabelece para o oxigênio dissolvido que o valor não deve ser inferior a 6 mg/L O₂ para águas de classe 1.

Obteve-se em todas as análises valores compatíveis com a Legislação, sendo superiores a 6 mg/L O₂. Os resultados variaram-se de 6,4 mg/L O₂ a 8,1 mg/L O₂, provando não haver espaço para o desenvolvimento de espécies anaeróbicas. Caracterizando que a mesma não está poluída por materiais orgânicos biodegradáveis e, portanto, apta para uso em irrigação. As águas que apresentam altas concentrações de OD são consideradas não poluídas, pois indicam baixos níveis de decomposição (KONG; HONG, 2014).

Em relação ao pH, de acordo com a literatura, este pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes e complexas de se interpretar, devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. A Resolução CONAMA nº 357/05, define para água doce classe 1, para irrigação de solo, um pH variando de 6 a 9, o qual neste intervalo, influi positivamente na população microbiana do solo, não alterando os equilíbrios existente no mesmo e protegendo assim, o sistema radicular das plantas. As análises realizadas neste trabalho apresentaram pH = 6,0. Portanto, dentro do intervalo permitido pela legislação vigente, o que caracteriza para esse parâmetro, uma boa água para irrigação.

Os resultados obtidos nas análises de turbidez encontram-se dentro dos padrões

determinados pela CONAMA N° 357/05 de menor ou igual a 40 UNT. Os pequenos valores encontrados nos resultados das análises das águas mostram que as mesmas não apresentam presença de materiais em suspensão de origem orgânica ou inorgânica, o que pode causar danos às hortaliças. Assim, para esse parâmetro, a água utilizada na irrigação das hortas da comunidade do Iguaíba, demonstra excelente qualidade.

Uma parte importante de uma análise de água para irrigação, é a medida da condutividade elétrica, que diz respeito a salinização (presença de sais na água) e a sodicidade (alta concentração de sódio na água), que levam a formação de crostas e elevam o pH do meio prejudicando o cultivo das hortaliças. Neste trabalho, os baixos valores obtidos como resultados na referida análise, e apresentados na tabela 1, comprovam os resultados de pH apresentados, e reafirmam a qualidade da água utilizada na irrigação das hortas da comunidade do Iguaíba – Paço do Lumiar.

Lima e colaboradores (2014) ao analisarem a água de poços artesianos de quatro hortas comunitárias localizadas nas regiões norte, sul, leste e sudeste da cidade de Teresina-PI encontraram a altos níveis de condutividade, variando de 448 a 496 μ S. Altos níveis de condutividade podem afetar na produtividade das hortaliças, valores acima de 100 μ S podem indicar ambiente impactado e causar corrosão nas tubulações (OLIVEIRA, 2009).

A tabela 2 contém o resultado das análises realizadas para determinação do Número Mais Provável de coliformes totais e *Escherichia coli*, os quais foram avaliados conforme parâmetro descrito na legislação vigente.

N° da coleta	Data de coleta	NMP Coliformes Totais	NMP Escherichia Coli.
01	18 de abril	13,40	<1,00
02	25 de abril	4,10	<1,00
03	28 de abril	<1,00	<1,00
04	02 de maio	90,40	<1,00
05	09 de maio	184,20	<1,00
06	16 de maio	2,00	<1,00
07	24 de maio	2,00	<1,00
08	31 de maio	2,00	1,00
09	06 de junho	58,10	4,10
10	08 de junho	123,60	42,60
11	13 de junho	<1,00	<1,00
12	20 de junho	110,60	1,00
13	11 de julho	14,50	2,00
14	13 de julho	54,80	5,20
15	18 de julho	2,00	<1,00
16	3 de agosto	2,00	<1,00

Tabela 2. Número Mais Provável de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostra de água utilizada para irrigação das hortas cultivadas pela comunidade de Iguaíba, Paço do Lumiar-MA, 2016.

A resolução do CONAMA N° 357/2005 estabelece que o padrão microbiológico das águas de irrigação não deverá exceder um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano.

Os resultados mostram que 100% (n=16) das amostras analisadas ficaram dentro do padrão recomendado para coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*). Destes 62,5% (n=10) resultaram <1,00 e somente uma amostra (6,26%) alcançou o resultado de 42,60. A presença de bactérias do grupo coliformes em águas pode ser um indicativo que esta recebeu material fecal ou esgotos. Jensen e colaboradores (2015) relataram que a utilização de águas contaminadas associada a falta de padrão sanitário em decorrência do manuseio, transporte e pós-colheita das hortaliças, tem sido porta de entrada de *E. coli* na cadeia alimentar através do consumo das hortaliças cruas, como por exemplo a alface.

Vale registrar que dos resultados obtidos para coliformes totais, em 3 amostras (18,75%) distaram da média, sendo superior a 100NMP/100mL. Nesses três dias ocorreram chuvas intensas, fato que provavelmente influenciou no resultado final.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nas análises realizadas nas amostras da água utilizada em irrigação das hortas produtoras de verduras, da comunidade de Iguaíba, Paço do Lumiar-MA, conclui-se que:

- As águas analisadas apresentaram-se dentro dos padrões físico-químicos e microbiológicos esperado, podendo ser utilizadas na irrigação de hortaliças, de acordo com os parâmetros CONANA;
- Os resultados gerais obtidos nas análises apresentam águas isentas de poluentes o que pode gerar, um produto final das hortaliças cultivadas isento de contaminação.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pelo apoio e pelo espaço físico liberado, Laboratórios de Físico-Química e de Microbiologia de Alimentos e Água, para análises das amostras.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 05 de setembro de 2015.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. **Manual prático de análise de água**. Ministério da Saúde. Brasília – DF. 2006.

JENSEN, D. A.; FRIEDRICH, L. M.; HARRIS, L. J.; DANYLUK, M. D.; SCHAFFNER, D. W. Cross contamination of Escherichia coli O157:H7 between lettuce and wash water during home-scale washing. **Food Microbiology**, v. 46, p. 428-433, 2015.

KONG, P.; HONG, C. Oxygen stress reduces zoospore survival of Phytophthora species in a simulated aquatic system. **BMC Microbiology**, v. 14, p. 124, 2014.

LIMA, N. A.; FERREIRA, L. C. R. P.; MONTEIRO, C. A. B.; MURATORI C. S.; KLEIN JUNIOR, M. H. **Qualidade da água de irrigação das hortas comunitárias em Teresina, PI**. In: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Minas Gerais. **Anais...** Belo Horizonte: IBEAS, 2014.

OLIVEIRA, A. S.; ALMEIDA, A. G.; SGRIGNOLLI, L. A.; OTOBONI, A. M. M. B.; MARINELLI, P. S. **Levantamento físico-químico e higiênico- sanitário de águas de irrigação do cultivo de hortaliças na cidade de Marília/SP**, 2009.

TAKAYANAQUI, O. M., et al. **Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto**, SP. 2000.

VIEIRA, Keylla Patrícia Guimarães *et al.* **Avaliação Físico-química e Microbiológica da água utilizada em hortas comunitárias**. Teresina, PI. 2012.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE ÁGUAS DE COCO PROCESSADAS COMERCIALIZADAS EM IMPERATRIZ – MA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 29/12/2020

Sabrina Cynthia de Araújo Ramalho

Universidade Federal do Maranhão
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA
<http://lattes.cnpq.br/8039762618476926>

Yanne Bruna da Silva Pereira

Universidade Federal do Maranhão
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA
<http://lattes.cnpq.br/1350508258286379>

Natacya Fontes Dantas

Universidade Federal do Maranhão
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA
<http://lattes.cnpq.br/6787610928380500>

Ana Lúcia Fernandes Pereira

Universidade Federal do Maranhão
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA
<http://lattes.cnpq.br/7841826430721579>

RESUMO: A água de coco é amplamente consumida no Brasil devido ao seu aroma e sabor agradáveis, além de possuir baixo valor calórico e considerável valor nutricional. A fim de possibilitar sua comercialização em regiões distantes do local de coleta da matéria-prima, aplicam-se métodos de conservação, como a adição de aditivos e o tratamento térmico. No

entanto, a aplicação destes pode resultar em alterações na qualidade sensorial do produto. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a aceitação e a preferência sensorial de três marcas de água de coco industrializadas. Para isso, as três marcas comerciais de água de coco (A, B e C) foram avaliadas usando escala hedônica para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. A escala do ideal foi utilizada para avaliar os termos sabor água de coco e doçura. A preferência dos julgadores frente às diferentes amostras foi avaliada por meio do teste de ordenação. A marca A teve os maiores escores hedônicos em todos os atributos (96,67%; 86,66%, 85,00% e 90,00% para os atributos aparência, sabor, aroma e textura, respectivamente), enquanto a marca C teve os menores escores. Com relação a escala do ideal, para sabor água de coco e doçura, a marca A mostrou maiores percentuais na região do ideal, seguida da marca B e, por último, a marca C. O teste de ordenação mostrou que há diferença sensorial significativa entre as três marcas, sendo a A, a mais preferida, seguida da B e da C, a menos preferida.

PALAVRAS-CHAVE: *Cocos nucifera* L., conservação de alimentos, escala hedônica.

SENSORY EVALUATION OF PROCESSED COCONUT WATERS COMMERCIALIZED IN IMPERATRIZ - MA

ABSTRACT: Coconut water is widely consumed in Brazil due to its pleasant aroma and flavor. Moreover, coconut water has low caloric value and high nutritional value. In order to enable its commercialization in regions far from the raw

material, conservation methods are used, such as the additives addition and heat treatment. However, the application of these can result in changes in the sensory quality of the product. Thus, the aim of this study was to assess the acceptance and preference sensory of three industrialized coconut water brands. For this, the three commercial brands of coconut water (A, B and C) were evaluated using hedonic scale for the attributes appearance, aroma, flavor, texture and overall liking. The just-about-right scale was used to evaluate the terms coconut water flavor and sweetness. The judges' preference for the samples was assessed using the ordination test. Brand A had the highest hedonic scores in all attributes (96.67%; 86.66%, 85.00% and 90.00% for the attributes appearance, flavor, aroma and texture, respectively), while brand C had the lowest scores. For the just-about-right scale, coconut water flavor and sweetness, of brand A showed higher percentages in the just-about-right region, followed by brand B and, finally, brand C. The ordination test showed that there is a significant sensory difference between the three brands, with A being the most preferred, followed by B and C being the least preferred.

KEYWORDS: *Cocos nucifera* L., Food preservation, Hedonic scale.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é quinto produtor mundial de coco (*Cocos nucifera*) com apenas 1,7% da área cultivada e 3,8% da produção mundial, entretanto possui a mais elevada produtividade. No Brasil, a região Nordeste é a maior produtora, com 82,9% da área e 74,0% da produção nacional. Os cultivos de coqueiro destinam-se à produção de coco seco *in natura*, coco ralado, leite de coco, óleo de coco e outros, derivados do coco seco; e água de coco, a partir do coco verde (BRAINER, 2018).

A água de coco é um produto natural que vem ganhando espaço no mercado como uma bebida de vasto potencial comercial, pois possui baixo teor calórico, considerável valor nutricional e apresenta aroma e sabor suaves e agradáveis. Além disso, é utilizada na cultura popular como substituto da água na reposição de eletrólitos nos casos de desidratação (LIMA et al., 2015).

Segundo a Instrução Normativa Nº 27, de 22 de julho de 2009, a água de coco é a bebida não diluída, não fermentada, obtida da parte líquida do fruto do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), por meio de processo tecnológico adequado e pode ser classificada em água de coco resfriada, pasteurizada, congelada, esterilizada, concentrada, desidratada e reconstituída (BRASIL, 2009).

A água de coco é fonte de sais minerais e açúcares, que a torna uma bebida isotônica natural. Apesar de estéril, enquanto no interior do fruto, sua composição, rica em nutrientes, propicia o desenvolvimento microbiano gerando problemas em sua conservação logo após abertura do fruto. Outro aspecto a considerar refere-se à atividade enzimática naturalmente presente no líquido. Estas enzimas possuem finalidades específicas e vitais para o fruto *in vivo*, mas, em contato com o ar atmosférico, desencadeiam reações indesejáveis, principalmente no que diz respeito a alterações de coloração (ROSA; ABREU, 2000).

O mercado atual dessa bebida é bastante amplo e o aumento da escala produtiva do produto envasado passou a ser uma tendência natural, estimulando o desenvolvimento de processos que permitam aumentar sua vida útil com custos e exigências compatíveis com o mercado consumidor. Nesse contexto, para industrialização e comercialização, existem, basicamente, dois métodos de conservação de água de coco verde envasada e refrigerada. A diferença básica entre os dois está na aplicação de tratamentos auxiliares (formulação e pasteurização), consistindo em métodos que não apenas aumentam a vida útil, mas permitem maior flexibilidade na comercialização do produto, uma vez que, *in natura*, a água de coco tem vida de prateleira de cerca de três dias. OS tratamentos auxiliares aumentam sua validade para até seis meses (FROEHLICH, 2015).

A pasteurização deverá ser conduzida de forma a garantir a estabilidade microbiológica do produto, aumentando sua vida útil e a segurança alimentar. No entanto, esse processo está ligado a alterações nos atributos de sabor e aroma, características relacionadas à rancificação do coco. Portanto, se faz necessária a avaliação sensorial da água de coco industrializada e comercializada de forma a garantir a qualidade do produto para o consumidor (AMARAL et al., 2012).

Com base no exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a aceitação e a preferência sensorial de três marcas de água de coco industrializadas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foram utilizadas três marcas de água de coco (A, B e C) obtidas no comércio da cidade de Imperatriz – MA.

Participaram da avaliação sensorial 60 julgadores não treinados, de ambos os sexos, a maioria com idade entre 18 e 25 anos e escolaridade em ensino superior incompleto.

Os testes sensoriais de aceitabilidade foram realizados em cabines individuais com incidência de luz branca, sob condições controladas. As amostras foram servidas, a aproximadamente 7 °C, em copos descartáveis codificadas com três dígitos aleatórios, de forma monádica e sequencial, seguindo-se delineamento de blocos completos balanceados com relação à ordem de apresentação (MACFIE et al., 1989).

Avaliou-se a aceitação sensorial utilizando escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = não gostei; nem desgostei; 1 = desgostei muitíssimo), mediante os atributos: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global (PERYAM; PILGRIM, 1957). A aceitação também foi medida através da escala do ideal estruturada de 9 pontos (+4 = extremamente mais forte que o ideal; 0 = ideal; -4 = extremamente menos forte que o ideal) para os termos “sabor de água de coco” e “doçura” (STONE; SIDEL; SCHUTZ, 2004). A análise desses resultados foi realizada por meio de percentuais de frequência de cada categoria das escalas.

Para o teste de ordenação de preferência, foram apresentadas outras três amostras

diferentes de água de coco com a mesma codificação dos testes de aceitação aplicados anteriormente, acompanhadas por um copo com água e uma ficha, a qual solicitava que os julgadores degustassem as amostras ordenando-as em ordem decrescente de preferência. Os resultados foram avaliados estatisticamente por meio da tabela para o teste de ordenação de Christensen, que define o valor das diferenças críticas entre os totais de ordenação ao nível de 5% (DUTCOSKY, 2019).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o atributo aparência, observou-se que a amostra A apresentou maiores percentuais de frequência na região de aceitação (96,67%) da escala hedônica (categorias entre gostei ligeiramente e gostei muitíssimo 6-9). Essa maior frequência na região de aceitação foi seguida pela marca B (também de 96,67%). A marca C, por sua vez, teve maiores percentuais na região de rejeição (64,99%) (FIGURA 1). Portanto, as marcas A e B foram bem aceitas, e a C foi rejeitada pelos consumidores. Essa discrepância tão elevada da marca C em relação às demais, pode ser resultante da coloração amarronzada da bebida apresentada pela marca C.

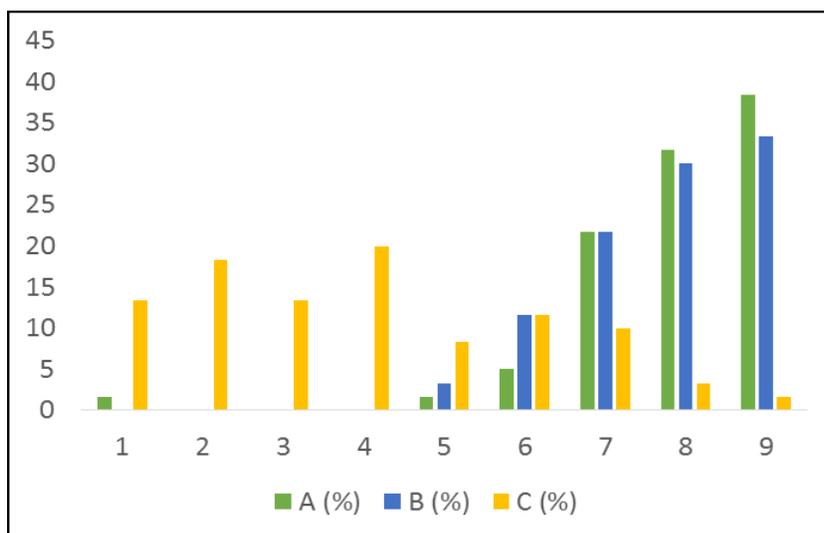


Figura 1. Percentuais de frequência do atributo aparência avaliados por escala hedônica de águas de coco processadas comercializadas em Imperatriz-MA.

Quanto ao sabor, observou-se resultados similares aos da aparência, tendo a marca A apresentado maiores percentuais de frequência na região de aceitação (86,66%) da escala hedônica. Essa maior frequência na região de aceitação foi seguida pela marca B (85,01%). A marca C, por sua vez, teve maiores percentuais na região de rejeição

(69,99%) (FIGURA 2). Portanto, as marcas A e B foram bem aceitas e a C foi rejeitada pelos consumidores.

Luvielmo et al. (2004) realizaram testes sensoriais em água de coco processadas, por técnicas diferentes: congelamento, pasteurização e através de microondas. Os estudos demonstraram que as amostras submetidas à pasteurização apresentaram odor e sabor alterado. Portanto, no presente estudo, essas características alteradas foram percebidas negativamente pelos consumidores para as amostras de água de coco da marca C.

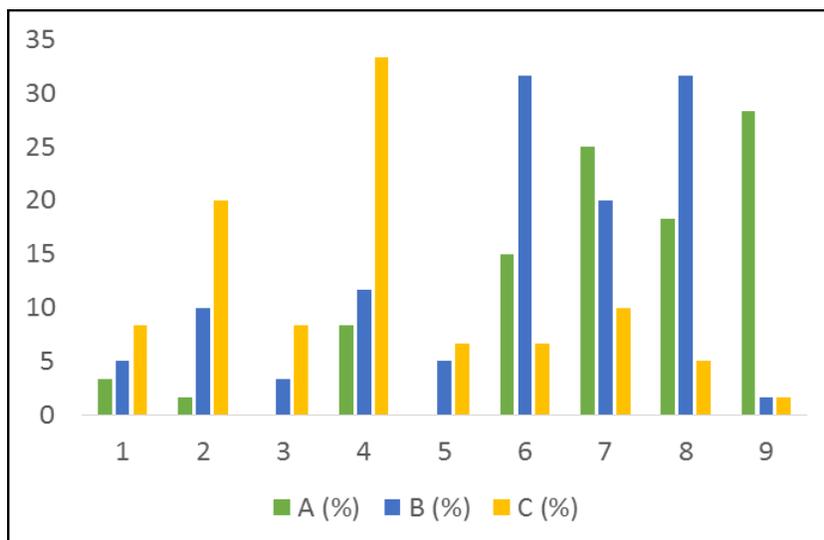


Figura 2. Percentuais de frequência do atributo sabor avaliado por escala hedônica de águas de coco processadas comercializadas em Imperatriz-MA.

No que se refere ao aroma, a marca A apresentou maiores percentuais de frequência na região de aceitação (85,00%) da escala hedônica. Essa maior frequência na região de aceitação foi seguida pela marca B (73,33%). A marca C, por sua vez, teve maiores percentuais na região de rejeição (37,66%) (FIGURA 3). Portanto, as marcas A e B foram bem aceitas, e a C repete o padrão de rejeição observado para atributos anteriores.

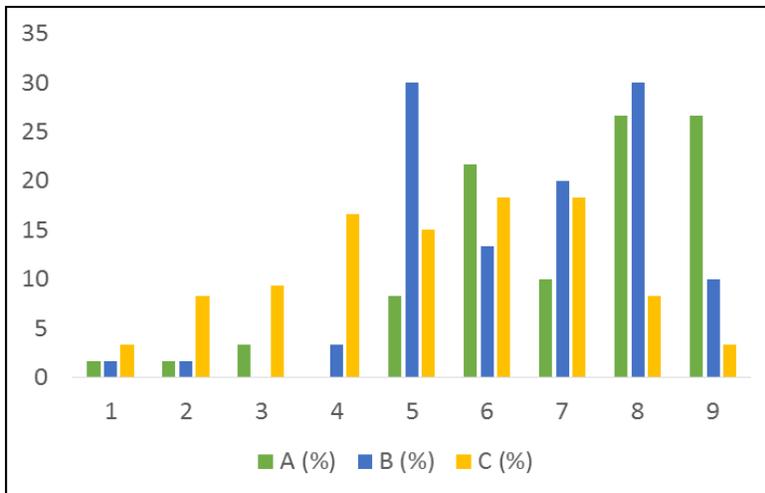


Figura 3. Percentuais de frequência do atributo aroma avaliado por escala hedônica de águas de coco processadas comercializadas em Imperatriz-MA.

Para o atributo textura, a marca A apresentou maiores percentuais de frequência na região de aceitação (90%) da escala hedônica. Essa maior frequência na região de aceitação foi seguida pela marca B (83,34%). A marca C, por sua vez teve maiores percentuais na região de rejeição (23,34%) (FIGURA 4). Portanto, as marcas A e B foram bem aceitas e a C foi rejeitada pelos consumidores devido, possivelmente, por sua textura ser ligeiramente mais viscosa que as demais.

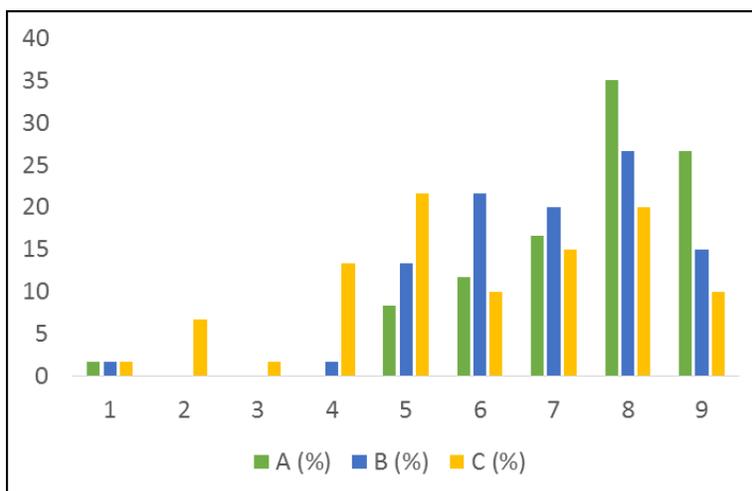


Figura 4. Percentuais de frequência do atributo textura avaliado por escala hedônica de águas de coco processadas comercializadas em Imperatriz-MA.

A impressão global representa a percepção geral dos julgadores em relação aos produtos avaliados. No presente estudo (FIGURA 5), esses resultados foram influenciados representaram os demais atributos avaliados tendo a marca “A” sido a mais aceita pelos julgadores, e “C” a mais rejeitada.

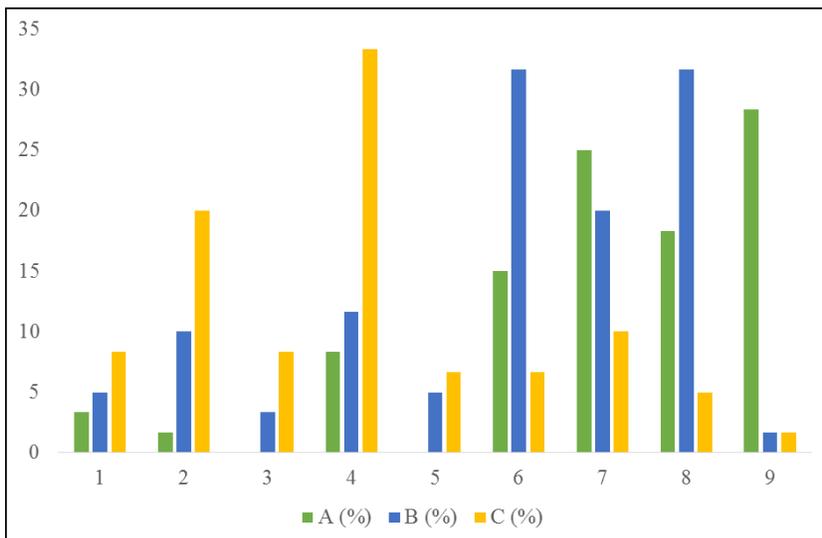


Figura 5. Percentuais de frequência do atributo impressão global avaliado por escala hedônica de águas de coco processadas comercializadas em Imperatriz-MA.

No que se refere ao termo sabor de água de coco, avaliado mediante escala do ideal, a marca A teve os maiores percentuais na região do ideal (51,67%). Para as marcas B e C os maiores percentuais foram na região abaixo do ideal (extremamente menos forte que o ideal e ligeiramente menos forte que o ideal -4 a -1) com valores de 51,66 e 63,34%, respectivamente (FIGURA 6). Dessa forma, a menor aceitação do sabor das marcas B e C quando comparadas a marca A observadas através da escala hedônica (FIGURA 2) pode está associada ao menor sabor de água de coco.

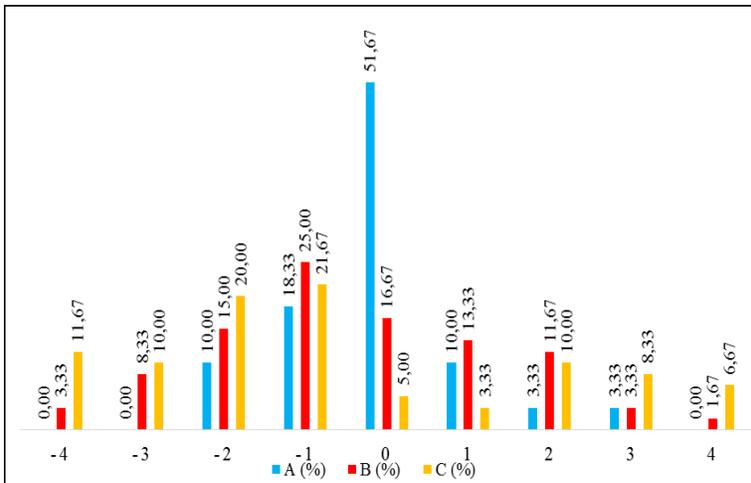


Figura 6. Percentuais de frequência do termo sabor de água de coco avaliado por escala do ideal de águas de coco processadas comercializadas em Imperatriz-MA.

Quanto ao termo sabor doçura, avaliado mediante escala do ideal, as marcas A e B tiveram os maiores percentuais na região do ideal (61,67 e 40,00%, respectivamente). A marca C, por sua vez, apresentou os maiores percentuais na região abaixo do ideal (40%) (FIGURA 7). Dessa forma, a menor aceitação da marca C pode também está associada a menor doçura.

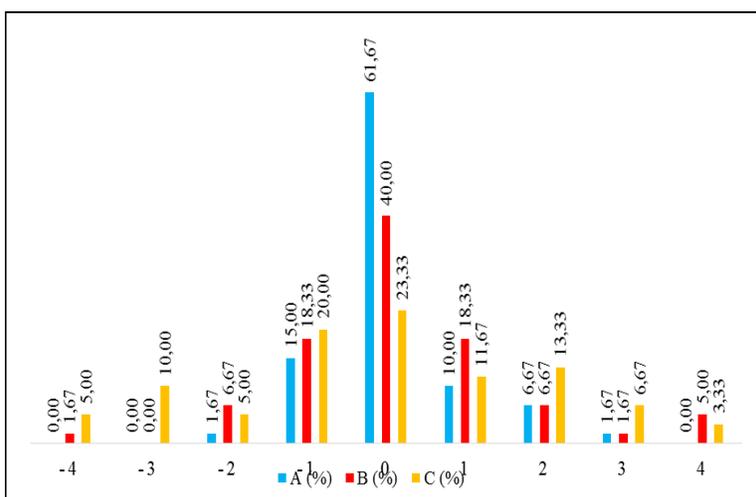


Figura 7. Percentuais de frequência do termo doçura avaliado por escala do ideal de águas de coco processadas comercializadas em Imperatriz-MA.

A Tabela 1 apresenta os resultados do módulo de diferença dos valores das ordens entre as marcas avaliadas.

	Módulos da diferença
IA – BI	44*
IA – CI	80*
IB – CI	36*

*Diferença crítica de $\alpha=0,05 = 34$.

Tabela 2. Avaliação sensorial de preferência de águas de coco processadas comercializadas em Imperatriz-MA.

Para ser estabelecida diferença significativa na preferência entre as marcas, de acordo com a Tabela de Christensen a 5%, o módulo da diferença deverá ser maior ou igual a 34. Assim, de acordo com os resultados, todas as marcas diferiram ($p<0,05$) entre si quanto a preferência.

O somatório dos valores obtidos pelo teste de ordenação-preferência para as marcas A, B e C foram de 78, 122 e 158, respectivamente. Levando em consideração que o teste de ordenação preferência foi realizado de forma decrescente (sendo 1 = mais preferida e 3 = menos preferida), conclui-se que a amostra A foi a preferida pelos avaliadores, seguida por B. C foi a menos preferida.

4 | CONCLUSÃO

De acordo com os dados da escala hedônica, a marca que teve maior aceitação foi a marca A, tendo a marca C sido rejeitada. Para a escala do ideal os maiores percentuais na região do ideal para os termos sabor de água de coco e doce foram para a marca, tendo a marca C os maiores percentuais na região abaixo do ideal.

Pelo teste de ordenação/preferência, a marca A foi a mais preferida para o consumo, seguida da marca C.

Portanto, a marca B foi a segunda mais bem aceita pelos consumidores, obtendo percentuais elevados na região de aceitação, mas não tão consideráveis quando relacionada aos da marca A. A marca C obteve percentuais altos na região de rejeição.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Denise Silva do et al. **Elaboração de água de coco congelada e avaliação das características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v.7, n.1, p. 177-181, jan./mar. 2012.

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. **Produção de coco: o Nordeste é destaque nacional**. Caderno Setorial ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano.3, n.61, dez. 2018. (Caderno Setorial, n.61).

BRASIL. Instrução Normativa nº 27, de 22 jul. 2009, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA**. Estabelece os procedimentos mínimos de controle higiênico-sanitário, padrões de identidade e características mínimas de qualidade gerais para a água de coco.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat; 2019.

FROELIC, Ângela. Água de Coco: Aspectos Nutricionais, Microbiológicos e de Conservação. Saúde e Pesquisa, Maringá, v. 8 n. 1, jan./abr. 2015.

LIMA, S. A. J. et al. **Análise Sensorial de água de coco anão verde processada e comercializada no sertão paraibano e cearense**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 10, p. 165-169, jan./mar. 2015.

LUVIELMO, M. M. et al. **Influência do processamento nas características sensoriais da água-de-coco**. B. CEPPA, Curitiba, v.22, n.2, p. 253-270, jul./dez. 2004.

MACFIE, H. J. et al. **Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests**. Journal Sensory Studies, v. 4, p. 129-148, 1989.

PERYAM, D.R.; PILGRIM, P.J. **Hedonic scale method for measuring food preferences**. Food Technology, v. 11, p. 9-14, 1957.

ROSA, M. de F.; ABREU, F. A. P. **Água de coco: métodos de conservação**. Fortaleza: Embrapa – CNPAT / SEBRAE/CE, 2000.

STONE, H.; SIDEL, J. L.; Y SCHUTZ, H. G. **Sensory Evaluation Practices**. 3 ed. Elsevier, Boston, 2004.

AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DE BOLOS ISENTOS DE GLÚTEN E LEITE ELABORADOS COM FARINHAS DE ARROZ E BERINJELA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 28/12/2020

Lucieli Baioco Rolim

Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui
Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Itaqui – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1897003407026944>

Leomar Hackbart da Silva

Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui
Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Itaqui – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7022564060631358>

Paula Fernanda Pinto da Costa

Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui
Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Itaqui – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5777314663131583>

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência da substituição parcial da farinha de arroz parboilizado (FAP) por farinha de berinjela (FB), nas características tecnológicas de formulações de bolos isentas de glúten e sem adição de leite. Foram elaboradas cinco formulações com substituição parcial da FAP por FB e adição de polvilho doce, nas seguintes proporções: F1 (85:0:15%); F2 (80:5:15%); F3 (75:10:15%); F4 (70:15:15%) e F5 (65:20:15%), respectivamente, mantendo-se constante a adição dos demais ingredientes. Avaliou-se a perda de peso após o forneamento (PPAF), o grau de umidade, a atividade de água (Aa), o volume específico (VE),

a dureza e os parâmetros de cor da crosta e do miolo dos bolos. Os resultados demonstraram que o aumento da adição de FB na formulação reduziu em 51% à PPAF, que variou entre 2,57 g a 3,89 g e os valores do VE, que variou entre 3,45 $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ a 3,75 $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$. No entanto, houve aumento nos teores de umidade, que variaram entre 10,47% a 12,36%, nos valores de Aa, que variaram entre 0,60 e 0,69 e nos valores de dureza, que variaram entre 8,63 N a 25,92 N, nas diferentes formulações. Além de intensificar a coloração amarelo-escuro da crosta e do miolo dos bolos, proporcional à adição de FB. A elaboração de bolos com substituição da FAP por até 5% de FB, resultou em características tecnológicas aceitáveis, não influenciando negativamente na PPAF, no VE, na textura e nos parâmetros de cor dos bolos, sendo uma alternativa para dietas isentas de glúten e leite.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum melongena*, livre de glúten, alimento sem leite, *muffins*, panificação.

TECHNOLOGICAL EVALUATION OF GLUTEN-FREE AND MILK-FREE CAKES PREPARED WITH RICE FLOUR AND EGGPLANT FLOUR

ABSTRACT: This study aims to evaluate the influence of the partial replacement of parboiled rice flour (PRF) by eggplant flour (EF) in the technological characteristics of gluten-free and milk-free cake formulations. We prepared five formulations, with the replacement of PRF by EF and the addition of tapioca flour in the respective proportions: F1 (85:0:15%); F2 (80:5:15%); F3 (75:10:15%); F4 (70:15:15%) and F5

(65:20:15%), while maintaining the constant addition of other ingredients. We assessed the weight loss after baking (WLAB), the moisture content, the water activity (WA), the specific volume (SV), the hardness, and the color parameters of the cakes' crusts and crumb. The results indicated that the increased amount of EF in the formulation reduced the WLAB by 51%, which ranged from 2.57 g to 3.89 g, and the SV values, ranging from 3.45 cm³.g⁻¹ to 3.75 cm³.g⁻¹. However, across the different formulations, there was an increase in the moisture content, WA, and hardness values, ranging from 10.47% to 12.36%, from 0.60 to 0.69, and from 8.63 N to 25.92 N, respectively. We also observed the intensification of the dark yellow color in the crusts and crumb of the cakes, which was proportional to the addition of EF. The preparation of cakes with the replacement of PRF by up to 5% of EF resulted in acceptable technological characteristics. It did not negatively influence the WLAB, the SV, the texture, or the color parameters, which confirms it is a great option for gluten-free and milk-free diets.

KEYWORDS: *Solanum melongena*, gluten-free, milk-free food, muffins, bakery.

INTRODUÇÃO

Os produtos de panificação são elaborados, principalmente, a partir da farinha de trigo, no entanto, é crescente a busca, desenvolvimento e inovação na indústria de alimentos pela utilização de matérias-primas isentas de glúten na produção de alimentos que apresentem boa aceitação pelos consumidores, principalmente entre os portadores da doença celíaca, alérgicos ao trigo e/ou com sensibilidade ao glúten não celíaca e, ultimamente, por consumidores que preferem suprimir da dieta produtos que contenham glúten na formulação. Estima-se que 1,4% da população mundial sofre de intolerância a determinados componentes presentes nos alimentos, tais como: intolerância as proteínas formadoras do glúten (SINGH et al., 2018; CAIO et al., 2019; XU et al., 2020).

A doença celíaca é uma alteração autoimune que afeta principalmente o trato gastrointestinal, é causada pela inflamação crônica da mucosa do intestino delgado, que pode causar a deformação das vilosidades do intestino, ou seja, resultando em má absorção intestinal, onde os sintomas aparecem durante a infância ou na vida adulta. Dentre as recomendações do tratamento está a modificação na dieta com a exclusão de produtos que contenham glúten e/ou trigo e derivados na sua formulação (ALMEIDA et al., 2016; RESENDE et al., 2017).

Em geral, os produtos isentos de glúten apresentam baixa qualidade tecnológica e sensorial, pois a formação da rede de glúten é fundamental para promover as características de volume e textura desejáveis em produtos de panificação. Além disso, a utilização de amidos e farinhas refinadas livres de glúten, com elevado teor de carboidratos e baixos teores de proteínas e fibras, podem favorecer o desenvolvimento de produtos com desequilíbrio nutricional (ALMEIDA et al., 2016; DANA et al., 2020; PAESANI, BRAVO-NÚÑEZ e GÓMEZ, 2021).

Além das restrições ao consumo do glúten, outra manifestação muito frequente nas

populações é a intolerância à lactose, que consiste em um conjunto de sintomas resultantes da ingestão deste carboidrato, como dores abdominais, diarreia e flatulência, atribuídos ao consumo de leite e derivados, cuja causa está relacionada à deficiência na digestão desse dissacarídeo (VÁZQUEZ et al., 2020).

A utilização de farinha de arroz parboilizado e farinha de berinjela pode ser uma alternativa viável para a obtenção de produtos com melhor valor nutricional, devido ao aporte de proteínas, fibras, vitaminas, sais minerais e alguns fitoquímicos, tais como as antocianinas, os flavonoides e as saponinas, os quais apresentam propriedades anticarcinogênicas, anti-inflamatórias e hipocolesterolêmica (SCOESATTO et al., 2017; CHEN et al., 2021).

Neste contexto objetivou-se avaliar a influência da substituição parcial da farinha de arroz parboilizado por farinha de berinjela, nas características tecnológicas de formulações de bolos isentas de glúten e sem adição de leite.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Os ingredientes utilizados na elaboração dos bolos foram: farinha de arroz parboilizado (FAP), obtida através da moagem do grão de arroz parboilizado, em moinho de facas tipo Willye (modelo R-TE-648, marca Tecnal, Piracicaba, SP. Brasil), até a obtenção de farinha com granulometria de 10 *mesh*. Além de farinha de berinjela (FB), polvilho doce (PD), açúcar refinado, óleo de soja, fermento químico, sal refinado e ovos, os quais foram adquiridos no comércio local.

Procedimento experimental

Foram elaboradas cinco formulações com substituição parcial da FAP por FB, nas seguintes proporções: F1 (85% FAP: 0%FB); F2 (80% FAP: 5% FB); F3 (75% FAP: 10% FB); F4 (70% FAP: 15% FB) e F5 (65% FAP: 20% FB), mantendo-se constante a adição de 15% de PD. Sendo os demais ingredientes calculados em relação à quantidade total do *blend* de FAP, FB e PD, na proporção de 63% de açúcar cristal, 40% de ovos, 30% de óleo de soja, 0,5% de sal e 3,7% de fermento químico. A massa foi obtida conforme metodologia descrita por Santos e Boêno (2016), dividida em porções de 50 g, colocada em formas de papel para *cupcakes*, assadas a 150°C, em forno elétrico, por 30 min, resfriadas à temperatura ambiente e acondicionadas em embalagens de polietileno.

Os bolos foram avaliados quanto a perda de peso após o forneamento (PPAF), obtida pela diferença, em gramas, entre o peso da massa crua e da massa assada.

O grau de umidade dos bolos foi determinado, em triplicata, por dessecação das fatias, em temperatura ambiente por 24 h, seguida de trituração e dessecação em estufa a

105±1°C, até peso constante, segundo o método 44-15A da AACC (2000). A atividade de água foi determinada utilizando-se o analisador de atividade de água por ponto de orvalho, com controle interno da temperatura da amostra, em 25±0,2°C, modelo Series 4TE, marca AquaLab (AQUALAB, 2019).

O volume específico foi determinado pelo deslocamento de semente de painço, de acordo com o método 72-10 da AACC (2000). A dureza dos bolos foi determinada utilizando-se Texturômetro TC3 - Texture Analyzer, modelo CT3-4500, marca Brokfield, nas seguintes condições: sonda cilíndrica P/36, teste normal, força: 4,5 g, deformação: 5,0 mm e velocidade: 0,5 mm/s, sendo os resultados expressos em N (Newton).

A cor instrumental da crosta e do miolo dos bolos foi avaliada pelo método de tri-estímulos do sistema CIELab, em espectrofotômetro, modelo CR 400, marca Konica Minolta, considerando os seguintes parâmetros de operação: ângulo de visão 10°, iluminante D65 e modo de calibração RSIN (reflectância especular incluída), determinando-se os valores de L* ou luminosidade (preto 0/branco 100), a* (verde -/vermelho +) e b* (azul - /amarelo +). Os valores de croma (C*) e do ângulo de tonalidade (hab) das amostras foram calculados, respectivamente, através das seguintes Equações (1a) e (1b) conforme descrito em MINOLTA (2007).

$$C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (1a)$$

$$hab = \text{Tan}^{-1} [b^* / a^*] \quad (1b)$$

Os ensaios foram conduzidos seguindo um delineamento inteiramente casualizado (DIC). A análise de dados foi realizada através da análise de variância (ANOVA), considerando um nível de significância de 5%. As respostas consideradas com efeito significativo ($p < 0,05$) foram avaliadas através de análise de regressão, sendo os modelos completos apresentados na forma de gráficos quando apresentaram coeficiente de regressão superior a 75%. Os dados foram tratados utilizando o software estatístico Action Stat (ESTATCAMP, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros tecnológicos, como grau de umidade, atividade de água, volume específico e textura dos bolos influenciam tanto nas propriedades industriais, interferindo na conservação, na padronização e na embalagem do produto, quanto na aceitabilidade dos bolos pelos consumidores (XU et al., 2020).

Os resultados das avaliações tecnológicas das formulações de bolos elaboradas com substituição parcial da FAP por FB estão apresentados na Figura 1. Observa-se que o aumento da adição de FB na formulação influenciou significativamente ($p < 0,05$) na redução da PPAF, cujo valores variaram entre 2,57 g a 3,89 g (Figura 1a) e no aumento do grau de

umidade, que variou entre 10,47% a 12,36%, nas diferentes formulações (Figura 1b).

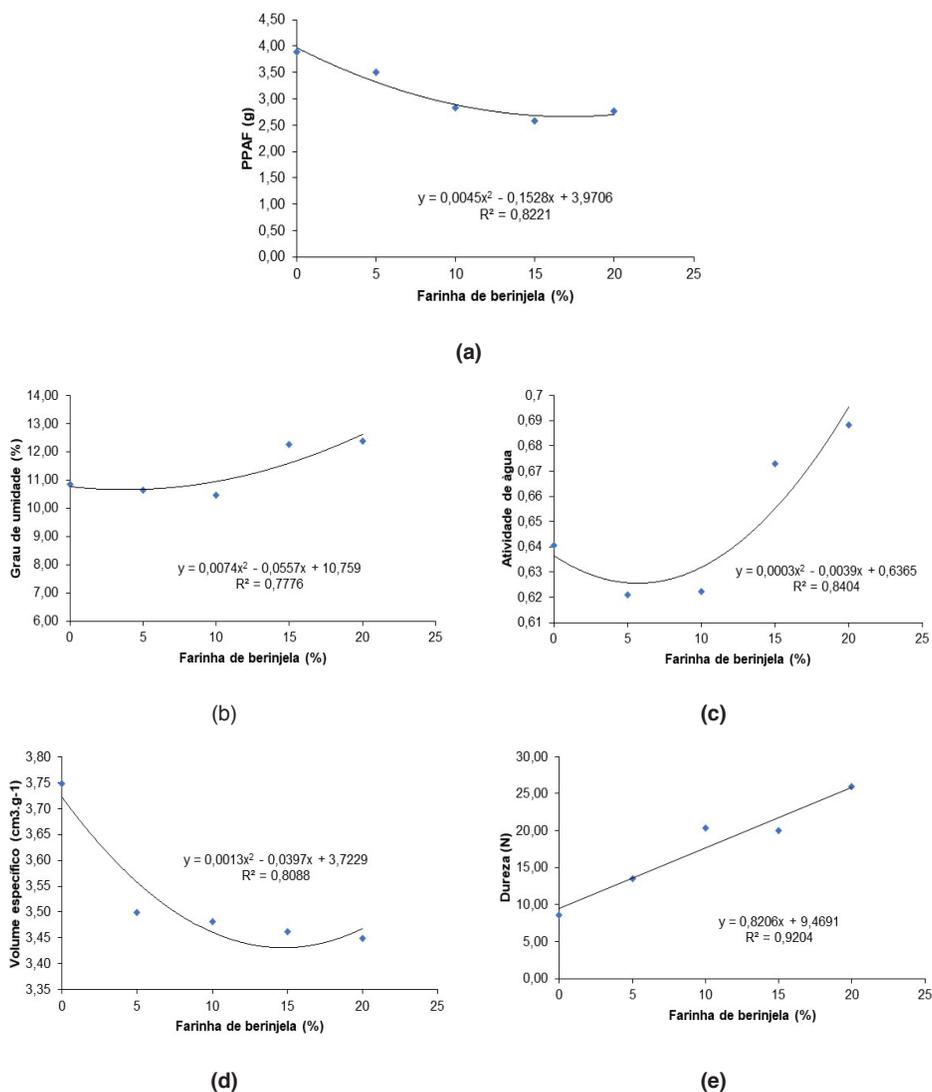


Figura 1 – Parâmetros tecnológicos dos bolos: (a) valores de perda peso (g) após o forneamento - PPAF, (b) grau de umidade (%), (c) valores de atividade de água, (d) valores de volume específico ($\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$) e (e) valores de dureza (N) de formulações de bolos elaboradas com substituição parcial da farinha de arroz por farinha de beringela.

Este comportamento pode estar relacionado com o incremento dos teores de fibras e proteínas presentes na FB, possibilitando maior retenção de umidade durante o assamento dos bolos e redução na PPAF (SANTOS e BOËNO, 2016; XU et al., 2020).

Além disso, com a adição acima de 10% de FB houve um aumento nos valores de Aa, que variaram entre 0,62 a 0,70. Nesta faixa de atividade água ocorre a inibição do crescimento de bactérias patogênicas e dificulta o crescimento de bolores e leveduras (FENNEMA, 2000; ABELLANA, SANCHIS e RAMOS, 2001).

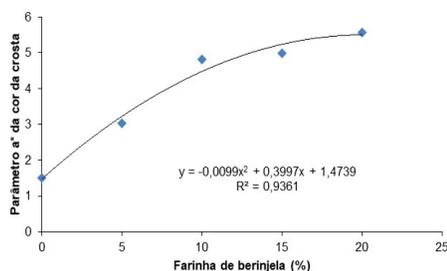
O incremento de FB na formulação promoveu a redução no VE, o qual variou entre 3,45 cm³.g⁻¹ a 3,75 cm³.g⁻¹ (Figura 1d) e aumentou os valores de dureza dos bolos, que passou de 8,63 N para 25,92 N (Figura 1e). A redução do VE dos bolos pode estar relacionada com a presença de fibras na FB, as quais podem ter colapsado as bolhas de gás de dióxido de carbono durante o cozimento favorecendo à redução do volume e conseqüentemente o aumento na dureza dos bolos (PALACIO, ETCHEVERRÍA e MANRIQUE, 2018).

Grasso, Lui e Methven (2020) observaram um aumento de 10% nos valores de firmeza em formulações de bolos enriquecidos com 15 e 30% de farinha de semente de girassol desengordurada e atribuíram este resultado ao aumento dos teores de fibras na formulação.

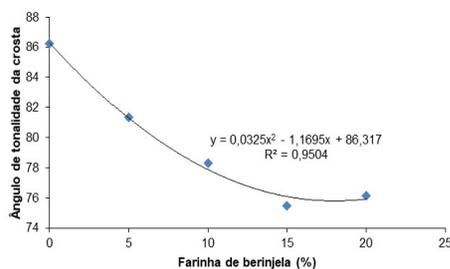
A coloração dos produtos de panificação é influenciada pela cor dos ingredientes utilizados na formulação e pelas condições do assamento, pois pode ocorrer a formação de pigmentos devido as reações de escurecimento não enzimático e o processo de caramelização dos açúcares, desta forma é um atributo importante, que pode influenciar na decisão de compra do produto (MIRAB et al., 2020; PAESANI, BRAVO-NÚÑEZ e GÓMEZ, 2021).

Os valores dos parâmetros de cor da crosta dos bolos apresentaram variações, após o forneamento, porém não houve efeito significativo em relação aos valores de luminosidade (L*) que variou entre 51,47 a 54,48, do parâmetro b*, que variou entre 19,96 a 23,48 e do croma (C*), que variou entre 19,99 a 23,26, nas diferentes formulações. Os modelos de regressão para os parâmetros de cor da crosta dos bolos (L*, b* e C*) não foram significativos (p<0,05) dentro das condições estudadas. Os coeficientes de regressão (R²) foram de 10%, 46,8% e 27,88%, respectivamente, indicando falta de ajuste dos modelos aos dados, não sendo possível apresentá-los.

No entanto, ocorreram variações significativas (p<0,05) nos valores do parâmetro a* da cor e do ângulo de tonalidade (hab) da cor da crosta dos bolos, nas diferentes formulações (Figura 2). Observa-se nas Figuras 2(a) e 2(b) que o aumento da adição de FB, promoveu aumento dos valores de a* da cor, que variou entre 1,51 a 5,57, intensificando a coloração avermelhada da crosta dos bolos e reduzindo os valores do ângulo de tonalidade, que variaram entre 76,16 a 86,22 conferindo uma coloração amarela escura a crosta dos bolos.



(a)

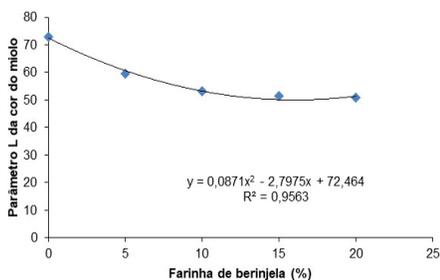


(b)

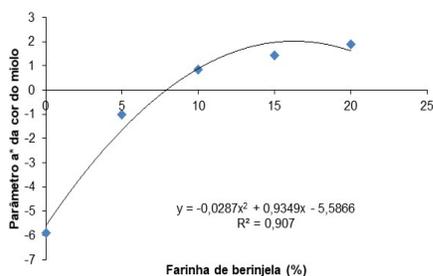
Figura 2 – Parâmetros de cor da crosta dos bolos: (a) parâmetro a* da cor e (b) ângulo de tonalidade, de formulações de bolos elaboradas com substituição parcial da farinha de arroz por farinha de berinjela.

Estas alterações podem ser atribuídas a maior incorporação de aminoácidos, que reagem com os açúcares redutores, desenvolvendo as melanoidinas, resultantes da reação de *Maillard*, que conferem coloração marrom escura aos bolos, como reportado por Shevkani e Singh (2014), que avaliaram os parâmetros de cor da crosta de bolos elaborados com isolados proteicos de feijão, de ervilha e de amaranto.

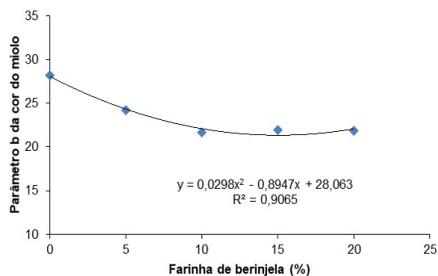
Em relação aos valores dos parâmetros de cor do miolo dos bolos elaborados com substituição parcial da FAP por FB. Observa-se nas Figuras 3a a 3e, que o aumento da adição de FB influenciou na cor do miolo dos bolos aumentando os valores do parâmetro a* da cor, que variou entre -5,89 a 1,90 e reduzindo a luminosidade, que variou entre 50,76 a 73,03, os valores do parâmetro b* da cor do miolo, que variou entre 21,80 a 28,20, os valores do croma (C*), que variou entre 21,91 a 28,87 e os valores do ângulo de tonalidade (hab), que variou entre 85,02 a 102,78, conferindo uma tonalidade amarelo-escuro ao miolo dos bolos, mais intensa que a obtida na formulação controle.



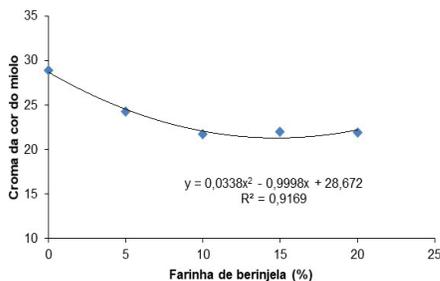
(a)



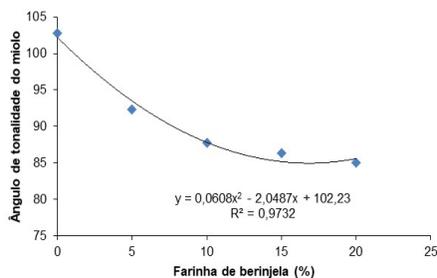
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 3 – Parâmetros de cor do miolo dos bolos: (a) luminosidade (L), (b) parâmetro a* da cor, (c) parâmetro b* da cor, (d) valores de croma (C*) e (e) ângulo de tonalidade, de formulações de bolos elaboradas com substituição parcial da farinha de arroz por farinha de berinjela.

Os modelos de regressão para os parâmetros de cor do miolo dos bolos (L*, a*, b*, C* e hab) foram significativos ($p < 0,05$) dentro das condições estudadas. Os coeficientes de regressão (R^2) foram de 95,63%, 90,70%, 90,65%, 91,69% e 97,32%, respectivamente, indicando um bom ajuste do modelo aos dados, garantindo a validade das predições efetuadas. Os modelos completos de 2ª ordem estão apresentados nas Figuras 3a, 3b, 3c, 3d e 3e.

A alteração na coloração dos bolos ocorreu provavelmente devido à coloração da FB, que apresenta cor castanho claro, enquanto a FAP tende a coloração amarelo

claro e o PD a coloração branca, e pela ocorrência de reações de escurecimento não-enzimático (reação de *Maillard*) e de caramelização dos açúcares desenvolvidas durante o forneamento, intensificando a coloração amarelo escura da crosta e do miolo dos bolos (SHIBAO; BASTOS, 2011; XU, et al, 2020).

Moraes et al (2017) que desenvolveram formulações de bolos livres de glúten com substituição parcial da farinha de arroz por farelo de arroz e fécula de mandioca, observaram que a adição de farelo de arroz intensificou a coloração amarela escura da crosta e do miolo de bolos isentos de glúten. Essa influência na cor foi atribuída a coloração do farelo de arroz, que apresenta pigmentos como β -caroteno, luteína e zeaxantina, os quais conferem coloração amarela escura aos produtos.

CONCLUSÃO

A adição crescente de farinha de berinjela (FB) na formulação de bolos à base de farinha de arroz parboilizado influenciou em reduções na perda de peso após o forneamento e no volume específico. No entanto, houve um aumento nos teores de umidade, nos valores de Aa e nos valores de dureza nas diferentes formulações. Além de intensificar a coloração amarelo-escuro da crosta e do miolo dos bolos, proporcional à adição de FB.

A elaboração de bolos com substituição parcial da farinha de arroz por até 5% de farinha de berinjela, resultou em características tecnológicas aceitáveis, não influenciando negativamente na perda de peso após o forneamento, no volume, na dureza e nos parâmetros de cor dos bolos, sendo uma alternativa para dietas isentas de glúten e leite.

AGRADECIMENTOS

À PROPPI - Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, e ao Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Grãos e Produtos Amiláceos da UNIPAMPA – Campus Itaquí, pelo apoio na aquisição de equipamentos utilizados no projeto.

REFERÊNCIAS

AACC- American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods**. 10 ed. Saint Paul. 2000.

ABELLANA, M.; SANCHIS, V.; RAMOS, A. J. Effect of water activity and temperature on growth of three *Penicillium* species and *Aspergillus flavus* on a sponge cake analogue. **International journal of food microbiology**, v. 71, n. 2-3, p. 151-157, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00596-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00596-7)

ALMEIDA, F. B. et al. Adaptação nutricional diante da doença celíaca desencadeada pela intolerância ao glúten. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, v. 6, n. 1, p. 01-04, 2016. <https://doi.org/10.18378/rebes.v6i1.3858>

AQUALAB. **Aqualab series 4te - atividade de água por ponto de orvalho: Overwiv**. Decagon Devices. São José dos Campos (SP), 2019.

CAIO, G. et al. Celiac disease: a comprehensive current review. **BMC Medicine**, v. 17, n. 1, p. 1-20, 2019. <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1380-z>

CHEN, F. et al. Five new steroidal saponins from the seeds of *Solanum melongena* L. **Phytochemistry Letters**, v. 41, p. 21-26, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2020.10.008>

DANA, Z. Y. et al. Factors associated with non adherence to a gluten free diet in adult with celiac disease: A survey assessed by BIAGI score. **Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology**, v. 44, n.5, p.762-767, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.clinre.2019.12.014>

ESTATCAMP. Software Action. Estatcamp- Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos - SP, Brasil. 2014. Acesso em 02/03/2020, em <http://www.portalaction.com.br/>.

FENNEMA, O. **Química de los alimentos**. 2Ed. Editorial Acribia SA Zaragoza, España, 2000.

GRASSO, S.; LIU, S.; METHVEN, L. Quality of muffins enriched with upcycled defatted sunflower seed flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 119, p. 108893, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108893>

MINOLTA CORPORATION. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Minolta, 2007.

MIRAB, B. et al. Production of low glycemic potential sponge cake by pomegranate peel extract (PPE) as natural enriched polyphenol extract: Textural, color and consumer acceptability. **LWT - Food Science and Technology**, v. 134, p. 109973, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109973>

MORAES, E. M. et al. Efeito do farelo de arroz e fécula de mandioca nas características tecnológicas de bolos livres de glúten. In: LEITE, D. B. G. e FRASSON, A. C. **Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos -3**. Curitiba (PR): Atena, 2017. P 86 – 101. <https://doi.org/10.22533/at.ed.032202>

PALACIO, M.I., ETCHEVERRÍA, A.I. e MANRIQUE, G.D. Development of gluten-free muffins utilizing squash seed dietary fiber. **Journal of food science and technology**, v. 55, p. 2955–2962, 2018. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3213-z>

PAESANI, C.; BRAVO-NÚÑEZ, A.; GÓMEZ, M. Effect of stabilized wholegrain maize flours on the quality characteristics of gluten-free layer cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 135, p. 109959, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109959>

RESENDE, P. V. G. et al. Doenças relacionadas ao glúten. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 27, n. 3, p. S51-S58, 2017. <https://doi.org/10.5935/2238-3182.20170030>

SANTOS, J. R.; BOËNO, J. A. Muffins isentos de glúten e lactose desenvolvidos com resíduo de polpa de graviola. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 3, n. 3, p. 42-51, 2016. <https://doi.org/10.32404/rean.v3i3.1207>

SCORSATTO, M. et al. Avaliação de Compostos Bioativos, Composição Físico-Química e Atividade Antioxidante In Vitro da Farinha de Berinjela. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 30, n. 3, p. 235-242, 2017. <http://doi.org/10.5935/2359-4802.20170046>

SHEVKANI, K.; SINGH, N. Influence of kidney bean, field pea and amaranth protein isolates on the characteristics of starch-based gluten-free muffins. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 49, n. 10, p. 2237-2244, 2014. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12537>

SHIBAO, J; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de *Maillard* em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, v.24 n.6, p. 895-904, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732011000600010>.

SINGH, P. et al. Global prevalence of celiac disease: systematic review and meta-analysis. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 16, n. 6, p. 823-836. e2, 2018. <https://doi: 10.1016/j.cgh.2017.06.037>

VÁZQUEZ S.E.M. et al. The importance of lactose intolerance in individuals with gastrointestinal symptoms. **Revista de Gastroenterología de México**, v. 85, n. 3, p. 321-331, 2020. <https://doi: 10.1016/j.rgmxe.2020.03.002>

XU, J. et al. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 103, p. 200-213, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.017>

BISCOITOS SEM GLÚTEN PRODUZIDOS COM FARINHA DE MANDIOCA E SABORIZADOS COM FARINHA DE BETERRABA

Data de aceite: 01/02/2021

Thamires Queiroga dos Santos

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e tecnologia Agroalimentar
Pombal- Paraíba

Teresa Tainá Florentino Lacerda

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e tecnologia Agroalimentar
Pombal- Paraíba

Ayla Dayane Ferreira de Sá

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e tecnologia Agroalimentar
Pombal- Paraíba

Geraldavane Lacerda Lopes

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e tecnologia Agroalimentar
Pombal- Paraíba

Carla da Silva Alves

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e tecnologia Agroalimentar
Pombal- Paraíba

Hozana Maria Figueiredo Silva

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciências e tecnologia Agroalimentar
Pombal- Paraíba

RESUMO: Biscoito foi o termo usado para descrever o pão duro, cozido, que se podia guardar sem estragar. Embora não constituam um alimento básico como o pão, são aceitos e consumidos por pessoas de todas as idades. Objetivou-se nesse trabalho, desenvolver um biscoito sem glúten com farinha de mandioca saborizado com farinha de beterraba. Visando que a doença celíaca é uma intolerância a ingestão do glúten, em indivíduos geneticamente predispostos. Uma alternativa na produção de biscoitos sem glúten é a substituição da farinha de trigo por farinhas sem glúten, como a farinha de mandioca. A beterraba possui uma elevada quantidade de fibras e carboidratos, e uma quantidade mínima de gorduras. Os biscoitos foram desenvolvidos de modo que ocorreu a substituição da farinha de trigo, pela de mandioca e aromatizado com a farinha de beterraba para que as cores no sentido sensorial dos biscoitos, fossem mais atraentes e aumentassem o seu valor nutricional. De modo geral os biscoitos sem glúten saborizados com beterraba agradaram ao público estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Aceitabilidade, Tecnologia, Beterraba.

ABSTRACT: Biscuit was the term used to describe hard, baked bread that could be stored without spoiling. Although they are not a staple food like bread, they are accepted and consumed by people of all ages. The objective of this work was to develop a gluten-free biscuit with manioc flour flavored with beet flour. Aiming that celiac disease is an intolerance to gluten intake, in genetically predisposed individuals. An

alternative in the production of gluten-free biscuits is the replacement of wheat flour with gluten-free flours, such as manioc flour. Beets have a high amount of fiber and carbohydrates, and a minimum amount of fats. The biscuits were developed in such a way that wheat flour was substituted by cassava flour and flavored with beet flour so that the colors in the sensory sense of the cookies would be more attractive and increase their nutritional value. In general, the gluten-free cookies flavored with beets pleased the public studied.

KEYWORDS: Acceptability, Technology, Beet.

1 | INTRODUÇÃO

Biscoito foi o termo usado para descrever o pão duro, cozido, que se podia guardar sem estragar. É de origem francesa, e significa duas vezes cozido (ABIMAPI, 2018). A doença celíaca é uma intolerância à ingestão do glúten, em indivíduos geneticamente predispostos. Uma alternativa na produção de biscoitos sem glúten é a substituição da farinha de trigo por farinhas sem glúten, como a farinha de mandioca. Caracteriza-se num alimento de alto valor energético, possui teor elevado de amido, contém fibras e alguns minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro. As farinhas apresentam teores baixos a moderados de fibras, contudo, devido ao seu amplo consumo, contribui como importante fornecedor de fibras na alimentação.

A beterraba possui uma elevada quantidade de fibras e carboidratos, e uma quantidade mínima de gorduras. A utilização da farinha de beterraba na elaboração de biscoitos aumenta os nutrientes e torna-os visualmente mais atrativos.

Os biscoitos sendo alimentos de grande praticidade no dia a dia, objetivou-se, nesse trabalho desenvolver biscoitos sem glúten com farinha de mandioca e saborizados com farinha de beterraba. Produzir um biscoito sem glúten e avaliar sensorialmente, de modo que eles apresentem características sensoriais que atraiam o público infantil, e que possam ter a possibilidade de ir ao mercado consumidor para pessoas celíacas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Elaboração da farinha de beterraba e dos biscoitos

A elaboração da farinha de beterraba ocorreu no laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Campina Grande - CCTA – Pombal. Todo o processo de sanitização foi realizado, assim como a secagem das matérias primas, o processo de trituração e o acondicionamento da farinha. Os ingredientes utilizados para ambos os biscoitos foram: farinha de mandioca, farinha de beterraba, açúcar demerara, margarina, ovo e sal. Em seguida, foi aplicado o método cremoso, utilizado para massas que contém uma alta porcentagem de gordura, para a mistura e homogeneização da massa utilizou-se uma batadeira. Os biscoitos **A** diferem dos biscoitos **B** por terem uma maior quantidade de açúcar demerara para ocorrer uma caramelização durante o aquecimento

no forno. O forneamento para ambos os produtos ocorreu a 190 °C por 20 minutos. As formulações dos biscoitos produzidos estão descritas na Tabela 1.

INGREDIENTES (g)	BISCOITO A	BISCOITO B
Farinha de mandioca	250	250
Farinha de beterraba	25	25
Açúcar demerara	185	165
Margarina	140	140
Ovo	42	42
Sal	2,8	2,8
Raspas de tangerina	3,5	3,5

Tabela 1 – Formulações dos biscoitos produzidos.

2.2 Avaliação sensorial

Após realizar análises microbiológicas e testar a segurança alimentar com os padrões da RDC nº 12, que determina os padrões microbiológicos para alimentos (bolachas e biscoitos, sem recheio, com ou sem cobertura, incluindo pão de mel, cookies e similares), sendo os seguintes micro-organismos investigados: Estafilococos coagulase positiva/g, Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp./25 g. (BRASIL, 2001).

O teste de aceitação dos biscoitos foi realizado nas Escolas Municipais Jose Jeronimo Neto e Candido de Assis Queiroga, ambas do município de Pombal-PB, com 70 provadores, sendo crianças com idade entre 7 e 10 anos. Aplicou-se escala hedônica facial, onde figuras expressam a aceitabilidade em lugar de termos descritivos, para cada face é dado um valor, estes variaram de 1 (detestei) a 5 (adorei) (PALERMO, 2015). Quanto a Aceitabilidade, foi levada em consideração a frequência das notas, sendo consideradas bem aceitas as amostras com percentual de aceitação superior a 70 % (MEILGAARD et al., 2007). Os responsáveis das crianças receberam previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com todas as informações necessárias acerca do produto. A Figura 1 apresenta o painel sensorial facial aplicado com os julgadores não treinados.

TESTE DE ACEITAÇÃO DE BISCOITO SABORIZADO E AROMATIZADO NATURALMENTE

NOME: _____

IDADE: _____

MARQUE A CARINHA QUE MAIS REPRESENTA O QUE VOCÊ ACHOU DO _____



DETESTEI

1



NÃO GOSTEI

2



INDIFERENTE

3



GOSTEI

4



ADOREI

5

DIGA O QUE VOCÊ **MAIS GOSTOU** NO BISCOITO: _____

DIGA O QUE VOCÊ **MENOS GOSTOU** NO BISCOITO: _____

Figura 1 – Painel sensorial.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O aspecto visual dos biscoitos elaborados é apresentado na Figura 2. A adição da farinha de beterraba forneceu uma coloração avermelhada aos biscoitos elaborados, resultado dos pigmentos encontrados na farinha da hortaliça.



Figura 2 – Biscoitos A e B respectivamente após forneamento.

Os resultados da avaliação sensorial dos biscoitos sem glúten produzidos com farinha de beterraba são ilustrados na Figura 3. Os resultados obtidos foram satisfatórios, para ambas as amostras, o biscoito **A** (coberto com açúcar) não recebeu nenhuma nota negativa 1 ou 2, detestei e não gostei respectivamente. Para o biscoito **B** 4,33 % dos julgadores não gostaram do produto e 8,35 % do público expressaram-se indiferente ao biscoito. Ao comparar os dois, o biscoito **A** (apresentava maior quantidade de açúcar) foi o que obteve os melhores índices de aceitabilidade 70 % e 26, 65 %, adorei e gostei respectivamente. Para que um produto seja considerado aceito em termos de suas propriedades sensoriais,

é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade de no mínimo 70 % (PEUCKERT *et al.*, 2010).

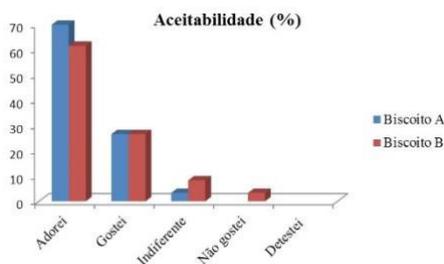


Figura 3 – Aceitabilidade dos biscoitos sem glúten.

Os provadores relataram o que mais e menos gostaram de cada biscoito, 43,33 % disseram que mais gostaram do sabor do Biscoito A (maior quantidade de açúcar) e 3,33 % escreveram que menos gostaram da aparência do Biscoito B. De modo geral os biscoitos sem glúten saborizados com beterraba agradaram ao público infantil.

4 | CONCLUSÕES

No trabalho proposto a farinha de beterraba apresentou bons rendimentos, tornando viável sua produção para adicionar a produtos alimentícios. Quanto aos biscoitos sem glúten produzidos e saborizados com a farinha de beterraba, ambos obtiveram excelentes índices de aceitabilidade, podendo ser considerados produtos promissores para os portadores da doença celíaca, e para o público infantil que possui resistência no consumo de hortaliças.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados - ABIMAPI. Para todos os gostos. Disponível em: < <https://www.abimapi.com.br/noticias-detalle>.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. *Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da união, Brasília–DF, 2001.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. *Sensory evaluation techniques*. 4.ed. London: CRC Press, 2007.
- PALERMO, J. R. *Análise sensorial: fundamentos e métodos*. São Paulo: Atheneu, 2015.
- PEUCKERT, Y. P. *et al.* Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dúbia*). *Alimentos e Nutrição*, Araraquara. v.21, n.1, p. 147-15, 2010

CAPÍTULO 11

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FRAÇÃO INORGÂNICA DA MUCILAGEM DE TÁRO

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 30/11/2020

Luan Alberto Andrade

Universidade Federal de Lavras, Departamento
de Química
Lavras – MG
<http://lattes.cnpq.br/0894842795834740>

Cleiton Antônio Nunes

Universidade Federal de Lavras, Departamento
de Ciência dos Alimentos
Lavras – MG
<http://lattes.cnpq.br/4872364161265799>

Joelma Pereira

Universidade Federal de Lavras, Departamento
de Ciência dos Alimentos
Lavras – MG
<http://lattes.cnpq.br/8741012917016773>

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi analisar a fração inorgânica da mucilagem extraída a frio de taro, considerada purificada, e suas características físicas para justificar possível aplicação na indústria de alimentos. A mucilagem foi extraída do rizoma de taro após sua trituração, filtração, centrifugação a frio (4 °C) e precipitação com etanol. A mucilagem extraída foi seca em estufa a vácuo e caracterizada quanto aos teores de macro e microminerais, difratometria de raios X e análises térmicas. O micromineral ferro apresentou elevado teor (318,5 mg kg⁻¹) na mucilagem de taro. Ela possui estrutura semicristalina e estabilidade térmica próxima de

200 °C. De acordo com as análises realizadas a mucilagem purificada pode ser utilizada como farinha enriquecedora de minerais e não altera a sua estrutura química até 200 °C.

PALAVRAS-CHAVE: Análises térmicas; *Colocasia esculenta*; Mineral ferro.

PHYSICAL CHARACTERISTICS AND INORGANIC FRACTION OF TARO MUCILAGE

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze the inorganic fraction of the cold extracted taro mucilage, considered purified, and its physical characteristics to justify possible application in the food industry. Mucilage was extracted from the taro rhizome after crushing, filtration, cold centrifugation (4 °C) and precipitation with ethanol. Extracted mucilage was dried in a vacuum oven and characterized in terms of macro and micro mineral content, X-ray diffraction and thermal analysis. Micromineral iron showed a high content (318.5 mg kg⁻¹) in taro mucilage. It has a semi-crystalline structure and thermal stability close to 200 °C. According to the analyzes carried out, purified mucilage can be used as mineral enriching flour and does not change its chemical structure until 200 °C.

KEYWORDS: Thermal analysis; *Colocasia esculenta*; Mineral iron.

1 | INTRODUÇÃO

O taro (*Colocasia esculenta*) é um importante alimento para milhões de pessoas, sendo cultivado exclusivamente nas regiões

tropicais e subtropicais do mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, raramente em grandes plantações (Huang *et al.*, 2007). Os rizomas dessa hortalíça possuem até, aproximadamente, 10 g 100g⁻¹ de mucilagem dependendo da forma de extração (Andrade *et al.*, 2015; Andrade *et al.*, 2020).

A mucilagem de taro desempenha papel de interesse na indústria de alimentos devido às suas propriedades como espessante, estabilizante, emulsificante e substituto de gordura em pães de forma (Nagata *et al.*, 2014; Tavares *et al.*, 2011). Porém, para melhor ação desse aditivo natural, é interessante padronizar uma técnica de extração em que não haja impurezas que interfiram nas suas propriedades. A técnica de extração que não apresenta impurezas no produto final (mucilagem purificada) é relatada por Andrade *et al.* (2020), aqui chamada de mucilagem extraída a frio, em que consiste por trituração do rizoma, filtração em tecido de poliéster, centrifugação a frio (4 °C) para retirada do amido, precipitação com etanol e secagem em estufa a vácuo. A mucilagem purificada de taro possui 47,38% de proteína, 38,96% de fração glicídica, 13,34% de cinzas e apenas 0,29% de extrato etéreo (Andrade *et al.*, 2020).

Um entendimento sobre as propriedades físicas e químicas da mucilagem purificada de taro é essencial para a exploração do potencial como aditivo ou ingrediente em alimentos. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi conhecer os minerais presentes na mucilagem de taro e suas características térmicas e estruturais para justificar possível aplicação na indústria de alimentos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Após aquisição dos rizomas de taro (*Colocasia esculenta*) no comércio varejista de hortifrutigranjeiros, da cidade de Lavras - MG, eles foram lavados em água corrente, descascados e, novamente, lavados em água corrente. Posteriormente, foram utilizados para a extração da mucilagem.

Parte da metodologia utilizada por Yeh *et al.* (2009) foi seguida, porém, com algumas modificações conforme Andrade *et al.* (2020). Os rizomas de taro, após serem descascados e picados, foram embebidos em água destilada na quantidade de três vezes o seu volume. Após trituração em liquidificador industrial (Lucre, Catanduva, Brasil) em velocidade máxima durante dois minutos, a mistura foi filtrada em tecido de poliéster (40 cm x 40 cm). O resíduo proveniente da filtração foi misturado com água destilada na quantidade de três vezes o seu volume. Homogeneizou-se e filtrou-se novamente. Os filtrados foram reunidos e centrifugados a 10.000 g, à temperatura de 4 °C, durante 20 minutos. O sobrenadante proveniente da centrifugação foi utilizado para o isolamento da mucilagem.

Ao sobrenadante foi adicionado três vezes o seu volume de álcool etílico 99,5%, para precipitar a mucilagem. Em seguida, a mistura foi centrifugada a 10.000 g, por 10 minutos. Após centrifugação, o precipitado foi seco em estufa a vácuo (SOLAB SL

104/40, Piracicaba, Brasil), a 40 °C, durante 24 horas. O material obtido foi macerado, homogeneizado e mantido em dessecador com sílica até a realização das análises.

Os minerais cálcio, magnésio, manganês, cobre, zinco e ferro foram determinados por espectrometria de absorção atômica; fósforo, enxofre e boro, por espectrofotometria e potássio, por fotometria de chama, de acordo com as técnicas descritas por Malavolta et al. (1997). O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ da matéria seca, para os macrominerais e em mg kg⁻¹, para os microminerais.

A mucilagem extraída a frio foi analisada por difratometria de raios X, método do pó, utilizando-se um aparelho PANalytical, modelo Xpert Pro., com variação angular de 4° a 70° 2θ, radiação de CoKα e velocidade de varredura de 5° min⁻¹.

As análises termogravimétrica e térmica diferencial (TGA e DTA) foram realizadas em analisador termogravimétrico (modelo DTG – 60H Shimadzu Corp., Sartorius AG Germany), na faixa de 30 °C a 600 °C, com varredura de 10 °C min⁻¹ em atmosfera de N₂ (gás nitrogênio) com fluxo de 50 mL min⁻¹.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores de macro e microminerais analisados na mucilagem purificada de taro.

Macrominerais	g 100 g ⁻¹
P	2,05
K	3,83
Ca	0,70
Mg	0,60
S	0,50
Microminerais	mg kg ⁻¹
B	1,40
Cu	23,50
Mn	234,80
Zn	186,60
Fe	318,50

Tabela 1 - Macro e microminerais presentes na mucilagem de taro extraída a frio

O conteúdo de minerais é considerado um importante atributo de qualidade dos alimentos, porque o alimento que contém valores consideráveis de minerais é considerado um alimento “bom” (Miamoto et al., 2018). O macromineral K se destacou para a mucilagem como ocorreu nos trabalhos de Tavares et al. (2011) e Nagata *et al.* (2014). Para os

microminerais, os destaques foram para Mn, Zn e Fe. No trabalho de Miamoto *et al.* (2018) o principal micromineral presente na mucilagem foi o Fe.

Com o objetivo de diminuir a incidência de anemias em crianças e mulheres grávidas os produtos de panificação com adição de farinhas com conteúdo razoável de ferro se tornam significativos (Miamoto *et al.*, 2018), sendo a mucilagem de taro extraída a frio uma boa opção para essa necessidade.

O interessante de utilizar a mucilagem extraída a frio (purificada) como farinha enriquecedora de minerais em relação à farinha do rizoma de taro é pelo fato do teor de ferro aumentar aproximadamente 15 vezes da farinha do rizoma de taro, conforme comparado com o trabalho de Miamoto *et al.* (2018).

O padrão de difração de raios X da mucilagem estudada está apresentado na Figura 1. Essa técnica fornece informações sobre a estrutura do material, em que o difratograma pode apresentar perfil amorfo, semicristalino ou cristalino. Na faixa de $4^\circ < 2\theta < 70^\circ$, a mucilagem avaliada apresenta padrão característico de estado semicristalino. Acreditava-se que apenas a mucilagem bruta de taro, isto é, aquela mucilagem que possui amido como impureza, possuiria estrutura semicristalina, devido ao fato do amido possuir parte da sua estrutura cristalina. A cristalinidade da mucilagem purificada pode ser devido à presença de polímeros de carboidrato, pois de acordo com Andrade *et al.* (2020) ela é formada por arabinogalactanas. Porém, é interessante realizar outras análises na mucilagem de taro extraída a frio para elucidar a sua estrutura e justificar a sua semicristalinidade.

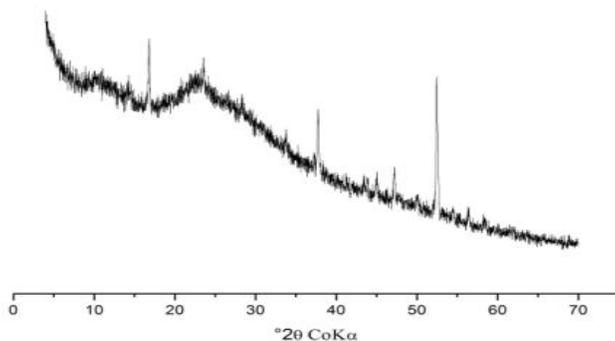


Figura 1 - Difratograma de raios X da mucilagem purificada de taro.

A análise termogravimétrica é um método simples e preciso para estudar o padrão de decomposição e a estabilidade térmica dos polímeros (Sigh e Bothara, 2014). As curvas de TGA (análise termogravimétrica) e de DTA (análise térmica diferencial) da mucilagem extraída a frio de taro podem ser observadas na Figura 2.

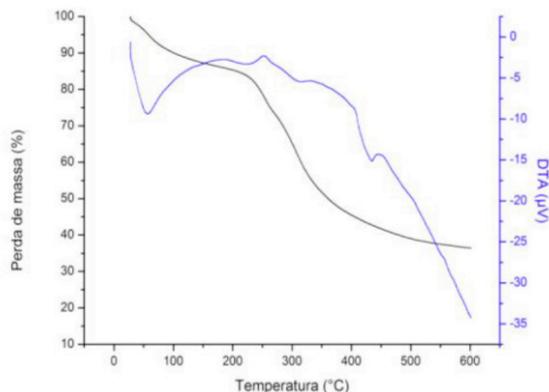


Figura 2 - Curvas de TGA e DTA da mucilagem de taro extraída a frio.

Observa-se, na figura anterior, até 105 °C, uma primeira perda considerável de aproximadamente 12,0% de massa, que pode ser água e compostos voláteis (Tavares et al., 2011). Para Andrade et al. (2020) a mucilagem purificada de taro possui 12,7 % de umidade, sendo coerente com a análise de TGA no presente trabalho. A curva DTA mostra um pico endotérmico para essa primeira perda, que pode representar a volatilização da água.

A segunda perda de massa variou entre 220 °C a 405 °C com perda de 39% de massa. Essa segunda perda mostra a despolimerização do hidrocoloide extraído com pico exotérmico, isto é, para a despolimerização e a desorganização da estrutura do hidrocoloide há uma liberação de energia. Posteriormente, a mucilagem perdeu massa até 600 °C, com massa final de 36%, que pode representar principalmente os minerais presentes.

4 | CONCLUSÕES

De acordo com as análises realizadas, a mucilagem purificada, isto é, extraída a frio, pode ser utilizada como farinha enriquecedora de minerais devido principalmente ao elevado teor do micromineral ferro. A mucilagem estudada possui estrutura semicristalina e estabilidade térmica próxima de 200 °C, mostrando que processamentos abaixo dessa temperatura não alteram a sua estrutura química.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. A.; DE OLIVEIRA SILVA, D. A.; NUNES, C. A.; PEREIRA, J. Experimental techniques for the extraction of taro mucilage with enhanced emulsifier properties using chemical characterization. **Food Chem.**, v. 327, Article 127095, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127095>
- ANDRADE, L. A.; NUNES, C. A.; PEREIRA, J. Relationship between the chemical components of taro rhizome mucilage and its emulsifying property. **Food Chem.**, v. 178, p. 331-338, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.094>
- HUANG, C.; CHEN, W.; WANG, C. Comparison of Taiwan paddy- and upland-cultivated taro (*Colocasia esculenta* L.) cultivars for nutritive values. **Food Chem.**, v. 102, p. 250-256, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.044>
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Editora Potafos, 1997. 319 p.
- MIAMOTO, J. B.M.; PEREIRA, J.; BERTOLUCCI, S. K.V. Obtaining and characterization of freeze-dried whole taro root (*Colocasia esculenta*), mucilage and residue as functional food. **Nutr. Brasil**, v. 17, p. 9-18, 2018. DOI: <https://doi.org/10.33233/nb.v17i1.716>
- NAGATA, C. L.P.; ANDRADE, L. A.; PEREIRA, J. Optimization of taro mucilage and fat levels in sliced breads. **J Food Sci. Tech. Mys.**, v. 52, p. 5890-5897, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1655-5>
- SINGH, S.; BOTHARA, S. B. Physico-chemical and structural characterization of mucilage isolated from seeds of *Diospyros melonoxylon Roxb*. **Braz. J. Pharm. Sci.**, v. 50, p. 713-725, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-82502014000400006>
- TAVARES, S. A.; PEREIRA, J.; GUERREIRO, M. C.; PIMENTA, C. J.; PEREIRA, L.; MISSAGIA, S.V. Caracterização físico-química da mucilagem de inhame liofilizada. **Cienc. Agrotec.**, v. 35, p. 973-979, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000500015>
- YEH, A. I.; CHAN, T.Y.; CHUANG, G. C. C. Effect of water content and mucilage on physico-chemical characteristics of yam (*Dioscorea alata* Purpurea) starch. **J. Food Eng.**, v. 95, p. 106-114, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.04.014>

CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE ALGINATO DE SÓDIO APLICADOS NA CONSERVAÇÃO DE MAÇÃS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 05/11/2020

Poliana Zava Ribeiro da Silva

Faculdade de Tecnologia de Sorocaba
Sorocaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/2108545599243414>

Vinícius André de Jesus Pires

Faculdade de Tecnologia de Sorocaba
Sorocaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/6141200164915310>

Paulo José Bálamo

Faculdade de Tecnologia de Sorocaba
Sorocaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/4601072042180652>

Maira de Lourdes Rezende Komatsu

Faculdade de Tecnologia de Sorocaba
Sorocaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/2299690498863346>

RESUMO: Estudos envolvendo biopolímeros têm se destacado cada vez mais e seu uso para o desenvolvimento de filmes aplicados como revestimento de frutas é um assunto relativamente novo e em ascensão. Trata-se de uma aplicação promissora, uma vez que tais filmes visam aumentar a durabilidade das frutas. Dentre os biopolímeros com potencial aplicabilidade para esse fim, destaca-se o alginato de sódio, um polímero natural obtido principalmente a partir das paredes celulares e espaços intracelulares de algas marinhas e amplamente utilizado na

indústria alimentícia. Este trabalho tem como objetivo verificar a eficiência do alginato de sódio aplicado em filmes de recobrimento de maçãs, visando o aumento da durabilidade das mesmas quando utilizado puro, com a adição de glicerol e de óleo essencial de alecrim. A metodologia utilizada inclui a verificação da perda de massa das maçãs tratadas e não tratadas e análise visual das mesmas. Foram realizadas análises de FTIR e TGA nos filmes obtidos com alginato de sódio, tanto puro quanto acrescido de glicerol ou óleo essencial de alecrim. Os resultados obtidos demonstraram a eficiência do alginato como revestimento das maçãs, sendo que as frutas revestidas com alginato puro apresentaram maior durabilidade e perderam uma quantidade menor de massa quando comparadas aos demais tratamentos. Tal resultado permitiu concluir que, dentre os três filmes estudados, esse foi o que se mostrou mais eficaz para aplicação em revestimentos comestíveis.

PALAVRAS-CHAVE: *Biopolímero, Alginato, Filmes comestíveis, Maçãs.*

CHARACTERIZATION OF SODIUM ALGINATE FILMS APPLIED IN APPLES CONSERVATION

ABSTRACT: Studies involving biopolymers have been increasingly prominent and its use for the development of films applied as fruit coating is a relatively new and growing subject. It is a promising application, since these films aim to increase the durability of fruits. Among the biopolymers with potential applicability for this purpose, sodium alginate stands out, a natural polymer obtained mainly from the cell walls and

intracellular spaces of seaweed and widely used in the food industry. This work aims to verify the efficiency of sodium alginate applied in apple coating films, aiming to increase its durability when used pure, with the addition of glycerol and rosemary essential oil. The methodology used includes the verification of the loss of mass of the treated and untreated apples and visual analysis of them. FTIR and TGA analyzes were performed on the films obtained with sodium alginate, both pure and added with glycerol or rosemary essential oil. The results obtained demonstrated the efficiency of alginate as a coating for apples, and fruits coated with pure alginate showed greater durability and lost a smaller amount of mass when compared to other treatments. This result allowed us to conclude that, among the three films studied, this was the one that proved most effective for application in edible coatings.

KEYWORDS: *Biopolymers, Alginate, Edible Films, Apples.*

1 | INTRODUÇÃO

As frutas *in natura* são perecíveis em virtude de sua composição química e da influência de fatores externos. O fato de possuírem uma grande quantidade de água faz com que se tornem um ambiente propício para a proliferação de microrganismos, sendo que a grande maioria das frutas começa a apresentar perdas imediatamente após sua colheita. Alguns estudos apontam que tais perdas são expressivas e que correspondem a aproximadamente 30% ou 40% das frutas colhidas, as quais são descartadas e não chegam ao consumidor final (COELHO *et al.*, 2015; LEMOS *et al.*, 2007).

A fim de minimizar tal desperdício, a comunidade científica vem estudando alguns métodos de conservação, os quais incluem a incorporação de aditivos antioxidantes, o revestimento com ozônio, ceras ou biofilmes poliméricos (COELHO *et al.*, 2015; NAIR *et al.*, 2020).

Os biofilmes são polímeros comestíveis que atuam como uma barreira semipermeável, otimizando a qualidade das frutas e, conseqüentemente, proporcionando maior durabilidade em relação àquelas que não recebem quaisquer revestimentos (NAIR *et al.*, 2020).

Uma forma de fazer com que o alimento apresente maior durabilidade é armazená-lo em temperaturas baixas, uma vez que os frutos exercem seu processo de respiração e transpiração mesmo após a colheita e, como não há mais uma fonte de nutrientes, eles devem manter-se com suas próprias reservas. Cada alimento possui uma temperatura específica de conservação, como por exemplo as maçãs, que são armazenadas em temperaturas baixas, na faixa compreendida entre 0 e 1°C (CANTILLANO, 2014).

Temperaturas elevadas fazem com que o fruto tenha seu processo de respiração acelerado, o que leva ao rápido esgotamento de nutrientes. Por outro lado, a temperatura baixa faz com que aconteça o retardo do processo de maturação, além de reduzir a atividade metabólica de microrganismos, bem como a perda de água (CANTILLANO, 2014).

A maçã é uma fruta conhecida, comercializada e consumida mundialmente, sendo produzida em todos os continentes, principalmente na Europa e na Ásia. No Brasil, os

principais Estados produtores são Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo. Ao longo das décadas a produção foi sendo aprimorada e obteve uma expansão significativa (BITTENCOURT *et al.*, 2011).

A produtividade das maçãs assume grande importância na cadeia agroalimentar do país, sendo que a produção está majoritariamente concentrada em grandes empresas (BITTENCOURT *et al.*, 2011). Como o consumo de maçã é muito grande em todo o mundo, cuidar do seu processo pós colheita até que chegue à mesa do consumidor é extremamente importante para que sejam reduzidos os desperdícios.

A quantidade de estudos publicados na literatura relacionados à aplicação de biofilmes utilizados como revestimentos de frutas tem aumentado nos últimos anos e destacam, dentre os diversos biopolímeros estudados para tal aplicação, um material extremamente promissor, denominado alginato de sódio. Este biopolímero pode ser obtido a partir da parede celular das algas marinhas ou produzido de forma extracelular por microrganismos (AVENDAÑO *et al.*, 2013). Além da capacidade de prolongar a vida útil dos produtos quando utilizado na forma de recobrimento, ao ser consumido auxilia na redução dos níveis de açúcar e colesterol no sangue (PARRA-HUERTAS, 2010 apud AVENDAÑO *et al.*, 2013).

Considerando-se as informações apresentadas, os objetivos desse trabalho consistem em avaliar a aplicabilidade do alginato como revestimento de maçãs, além de verificar seu efeito na redução da perda de água e aumento da durabilidade dessas frutas. Espera-se, com isso, um impacto relevante no consumo de embalagens, ou seja, uma redução da utilização de insumos plásticos utilizados com a finalidade de armazenar tais alimentos. Assim, acredita-se que os resultados obtidos neste trabalho apresentam potencial para contribuir com a redução do acúmulo de resíduos e, conseqüentemente, dos impactos ambientais causados pelo seu descarte inadequado.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Biopolímeros

Polímeros são macromoléculas compostas por muitas unidades de repetição. São divididos em três grandes classes: plásticos, borrachas e fibras (CANEVAROLO JR, 2006). Dentre os plásticos destacam-se os biopolímeros, materiais provenientes de fontes naturais renováveis e que podem ser obtidos a partir de plantas, algas marinhas e bactérias (FARIAS *et al.*, 2016). Outra característica muito importante associada aos biopolímeros é que estes apresentam ao menos um dos passos da degradação mediada por microrganismos de ocorrência natural, ou seja, são biodegradáveis (SORRENTINO *et al.*, 2007 apud RHIM *et al.*, 2013).

Dentre os biopolímeros comumente utilizados como revestimento comestível

de frutas destacam-se o ácido esteárico e ceras da classe dos lipídios; a gelatina e a ovoalbumina pertencentes à classe das proteínas, e os polissacarídeos, tais como a quitosana, os amidos e o alginato (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

2.2 Alginato

O alginato é um polissacarídeo amplamente aplicado na indústria, tanto na forma de hidrogel, quanto na forma de filmes. É um copolímero linear, extraído de algas marinhas e composto por ácidos β -D-manurônico e α -L-gulurônico, com ligações 1-4, cuja composição varia ao longo de sua estrutura devido a variações sequenciais e posicionais dos resíduos manurônicos (M) e gulurônicos (G), bem como ao grau de polimerização. Pode apresentar diferentes sequências de MG e blocos constituídos pelos mesmos (NAIR *et al.*, 2020; MÜLLER *et al.*, 2011), como ilustra a Fig. 1.

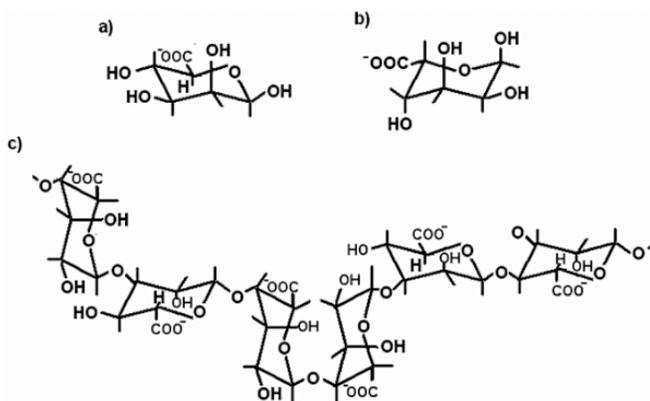


Figura 1: Estruturas: (a) ácido β -D-manurônico, (b) α -L-gulurônico e (c) alginato.

Fonte: ERTESVÁG e VALLA (1998).

Os alginatos são muito utilizados devido a sua capacidade de formar géis, característica dependente da proporção de ácido manurônico (M) e gulurônico (G) e do número de ligações cruzadas entre as cadeias. No polímero no qual a predominância é de M, os géis formados são suaves e elásticos, enquanto quando a predominância é de G, obtêm-se um gel firme e quebradiço (TEIXEIRA, 2011). Estes géis são formados na presença de cátions divalentes como Ca⁺⁺ ou Mg⁺⁺, além da presença dos ácidos M e G (SABRA *et al.*, 2001). As características do polímero influenciam significativamente seu comportamento reológico (MÜLLER *et al.*, 2011).

De acordo com Kester e Fennema (1986) apud Meneguel *et al.* (2008), revestimentos a base de compostos hidrofílicos não são barreiras efetivas à perda de massa. O revestimento, que tem alta umidade, funciona como um agente sacrificante,

ou seja, primeiramente o revestimento perde água para que depois o fruto comece a se desidratar. Este comportamento pode ser observado em virtude de um maior ressecamento da superfície das amostras. Efeito contrário foi observado nas amostras contendo o plastificante glicerol, o qual proporciona maior flexibilidade ao revestimento.

Este fato também foi comprovado por Fontes *et al.* (2008), os quais constataram que a perda de umidade ocorrida nas maçãs não alterou a concentração de sólidos solúveis totais, o que justifica que a umidade perdida relaciona-se ao próprio revestimento.

Alginatos constituem os biopolímeros mais utilizados como revestimentos comestíveis, uma vez que são agentes gelificantes que formam géis fortes devido a reação com cátions (PIZATO *et al.*, 2013). O alginato faz com que as frutas durem mais e, segundo Moldão-Martins *et al.* (2003), a aplicação do filme de revestimento pode fazer com que a durabilidade das frutas seja aumentada em aproximadamente 40 dias quando acondicionadas a 20°C.

Existem diversos métodos empregados para a aplicação de revestimentos de alginato em frutas. Alguns utilizam pincel, outros consistem na aplicação por spray, porém o mais eficiente é aquele no qual a fruta é mergulhada em uma solução do polímero, método que possibilita completa aderência do revestimento ao fruto que se deseja proteger. De acordo com Careli-Gomdin (2017), os revestimentos comestíveis normalmente são aplicados diretamente sobre o epicarpo dos frutos e secos naturalmente. Em virtude das vantagens mencionadas na literatura (ASSIS; BRITTO, 2014), neste trabalho optou-se por empregar o último método.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para a realização deste trabalho foram utilizadas 30 maçãs gala, as quais foram adquiridas em um supermercado da cidade de Sorocaba-SP. Para a obtenção dos filmes de recobrimento utilizou-se alginato de sódio ($\text{NaC}_6\text{H}_7\text{O}_6$) em pó comercial Protanal LF 20/40 fornecido pela FMC Biopolymer, cujas especificações fornecidas do fabricante são: massa molecular de 200.000 – 400.000 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, viscosidade 198 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ (1% m/v) solução aquosa – 20°C) e pH 6,7 (1% solução aquosa – 20°C), glicerol da marca Dinâmica e óleo essencial de alecrim da marca Quinarí.

3.2 Métodos

3.2.1 Higienização

A higienização foi realizada de acordo com protocolo proposto por Assis *et al.* (2009). As maçãs foram imersas em um recipiente de plástico contendo a solução cloro ativo 200

ppm por aproximadamente três minutos. Após, foram lavadas em água corrente e secas em temperatura ambiente.

3.2.2 *Obtenção e aplicação dos filmes*

Os revestimentos foram obtidos por meio da técnica proposta por Assis e Britto (2014). Foram analisados filmes de alginato de sódio puro, de alginato de sódio contendo óleo essencial de alecrim e de alginato de sódio contendo glicerol.

Para a formação dos filmes, utilizou-se solução de alginato de sódio (1% p/v) (T2), a qual foi preparada por meio da diluição do alginato de sódio em água destilada em temperatura ambiente, sob agitação mecânica por aproximadamente 1 hora. Após agitação, a solução foi aquecida a 70°C por 30 minutos e resfriada até 15°C. Esta etapa foi realizada para os 3 filmes, sendo que para os filmes contendo glicerol 0,5 % v/v (T3) e óleo essencial de alecrim 0,10% (T4), estes foram adicionados após o resfriamento e mantidos sob agitação até homogeneização completa (PIZATO *et al.*, 2013; GUERREIRO *et al.*, 2015).

As maçãs foram totalmente imersas e mantidas em cada solução durante 1 minuto. Após este procedimento foram secas naturalmente em temperatura ambiente por mais ou menos 2 horas e transferidas para seu local de armazenamento. Neste trabalho optou-se por avaliar duas temperaturas de armazenamento, simulando as diferentes temperaturas às quais as frutas podem ser expostas no ponto de venda (LEMOS *et al.*, 2007).

Os ensaios foram feitos em triplicata e os resultados obtidos foram comparados com uma amostra denominada controle (T1), a qual não recebeu qualquer revestimento (LEMOS *et al.*, 2007). As amostras foram mantidas em refrigerador a temperatura de $\pm 4^{\circ}\text{C}$ (revestimento B) (CANTILLANO, 2014) e em temperatura ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C}$ (revestimento A) (LEMOS *et al.*, 2007), simulando, respectivamente, armazenamento em refrigeradores e em prateleiras no ponto de venda. A fim de quantificar a perda de massa das maçãs e a influência dos filmes de revestimento, as maçãs tiveram suas massas determinadas periodicamente (PIZATO *et al.*, 2013).

As frutas, com e sem revestimento, foram analisadas durante 12 dias e sua perda de massa foi determinada após 1, 4, 6, 9 11 e 12 dias. Para melhor compreensão a Tabela 1 apresenta as diferentes condições de análise.

Recobrimento	25°C	4°C
Controle	T1A	T1B
Alginato 1%	T2A	T2B
Alginato 1% + 0,5% Glicerol	T3A	T3B
Alginato 1% + 0,1% óleo essencial de Alecrim	T4A	T4B

Tabela 1: Divisão das maçãs em grupos experimentais de acordo com o revestimento recebido e temperatura de armazenamento.

3.2.3 Caracterização dos filmes

Soluções de alginato de sódio puro; contendo óleo essencial de alecrim; e glicerol foram preparadas conforme descrito anteriormente e vertidas em placas de Petri para a formação de filmes destinados à caracterização por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e análise termogravimétrica (TGA).

O FTIR foi realizado em um espectrofotômetro da marca Perkin Elmer, modelo Spectrum 65, com módulo ATR, número de onda entre 400 a 4000 cm^{-1} e resolução de 4 cm^{-1} . Para verificação da estabilidade térmica do filme utilizou-se o TGA, que foi realizado em um equipamento da marca TA Instruments, modelo TGA 55. Aproximadamente 5 mg de cada amostra foi submetida ao ensaio em um intervalo de temperatura compreendido entre 25 e 500°C, taxa de aquecimento de 10°C/min e fluxo de nitrogênio de 100 mL/min (dividido entre forno e balança) (CORRÊA *et al.*, 2017; CELSO *et al.*, 2008).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de obtenção das soluções de alginato de sódio observou-se um cheiro característico da alga, de onde ele é extraído. Com a adição do glicerol não foi possível observar alterações no odor, porém ao adicionar óleo essencial de alecrim, o cheiro característico desse óleo predominou. Quando aplicados na superfície das maçãs, os odores característicos de cada amostra permaneceram somente até a secagem do filme. Não houve dificuldade na diluição do alginato de sódio em água e a homogeneidade foi mantida ao se adicionar o glicerol e o óleo essencial de alecrim.

Durante o processo de obtenção dos filmes observou-se diferença significativa no filme formado por alginato de sódio puro quando comparado com o filme de alginato de sódio contendo glicerol. Como o glicerol é comumente utilizado como plastificante (GARCIA *et al.*, 2016), este conferiu ao filme maior maleabilidade (Fig. 2A). Os filmes formados por alginato de sódio puro e alginato de sódio contendo óleo essencial de alecrim apresentaram

aparência semelhante, conforme ilustrado na Fig. 2B.

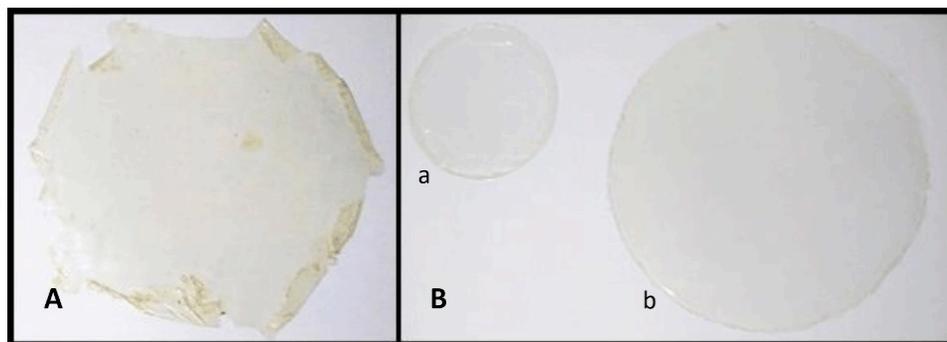


Figura 2: Filmes de alginato obtidos por casting . Em A: alginato com glicerol, em B: alginato puro (a) e alginato com óleo de alecrim (b).

A análise visual das frutas permitiu verificar que as amostras com diferentes tratamentos apresentaram diferença significativa no quesito brilho. Observou-se que as frutas com revestimento apresentaram maior brilho, sendo mais evidente nas frutas armazenadas no refrigerador, como pode ser visualizado na Fig. 3. As frutas com revestimentos T3B e T4B (não visualizadas nas imagens) apresentaram aspecto semelhante ao apresentado pelas frutas com revestimento T2B.



Legenda: Maçãs após 1 semana de armazenamento no refrigerador. Em T2B observa-se Maçãs com revestimento de alginato; Em T1B observa-se uma maçã sem revestimento.

Figura 3: Maçãs com revestimento de alginato 1% armazenadas em refrigerador (temperatura de $\pm 4^{\circ}\text{C}$).

Cabe ressaltar que os filmes formados sobre a superfície das frutas armazenadas no refrigerador apresentaram aspecto pegajoso. Com a condensação do ar o filme formado volta ao seu estado inicial, ou seja, liquefeito. Isso pode ser justificado pela ausência de reticulação do gel formado pelo alginato de sódio.

Os resultados obtidos por meio de análise visual sugerem que o método empregado não é indicado para frutos que sejam destinados ao armazenamento em refrigerador. Sugerem ainda que a temperatura do mesmo tenha impedido a adesão dos revestimentos nas frutas. Alguns trabalhos reportados na literatura, como os de Careli-Gomdin (2017) e De Corato *et al.* (2018), citam o uso de cloreto de cálcio como auxiliador da reticulação, o que os autores do presente trabalho sugerem para a realização de trabalhos futuros.

Análises de FTIR são extremamente importantes para que se possa observar as interações entre os diferentes constituintes do sistema e verificar mudanças na estrutura do polímero. Neste trabalho tal técnica foi utilizada com o intuito de analisar a diferença entre os diferentes tratamentos realizados e os resultados obtidos podem ser observados na Fig. 4.

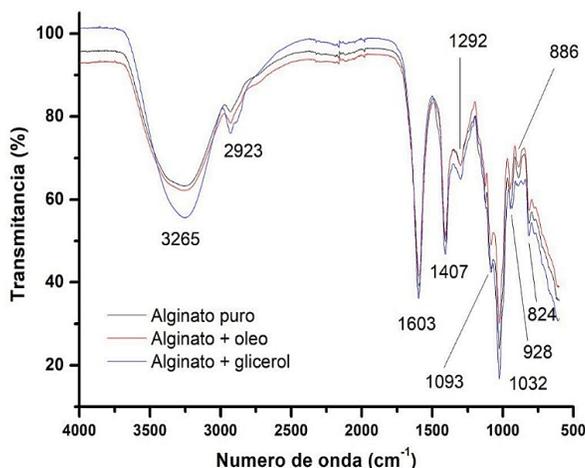


Figura 4: Espectros de FTIR para a amostras de alginato de sódio puro, com óleo essencial de alecrim e plastificado com glicerol.

Ao analisar a Fig. 4 pode-se observar que na região 3265 cm^{-1} houve a formação de uma banda larga, que pode ser explicada pela deformação axial dos grupos hidroxila (OH) presentes na cadeia polimérica (IWAKI, 2010). Nas amostras contendo glicerol esta banda ficou mais evidente, pois a estrutura do glicerol também apresenta grupos hidroxila (GOMES, 2016). Na região entre 1603 e 1407 cm^{-1} são apresentadas bandas provenientes das vibrações assimétricas e simétricas dos grupos carboxilatos (COO^-). As bandas em 1292 cm^{-1} são atribuídas à vibração dos grupamentos C-O, em 1093 cm^{-1} ao estiramento C-C,

1032 cm^{-1} ao estiramento de C-O-C dos anéis dos carboidratos presentes nas estruturas dos polímeros e nos grupamentos laterais (C-OH) e (C-H). A banda encontrada na região de 928 cm^{-1} é responsável pelo estiramento de C-O e C-C-H, em 886 cm^{-1} apresenta estiramento de C-C e em 824 cm^{-1} está associada ao C-C-O (IWAKI, 2010; GOMES, 2016; MACIEL, 2013; LAIA, 2015).

Os espectros de FTIR obtidos para as amostras de alginato contendo óleo essencial de alecrim e contendo glicerol (Fig. 4) não apresentaram, quando comparados aos apresentados pela amostra de alginato puro, o surgimento de novas bandas de vibração, assim como deslocamentos das bandas existentes. Isto evidencia que não houve interação entre as moléculas de óleo essencial de alecrim ou glicerol com a estrutura do alginato de sódio.

Os resultados obtidos por meio da análise de TGA podem ser observados na Fig. 5.

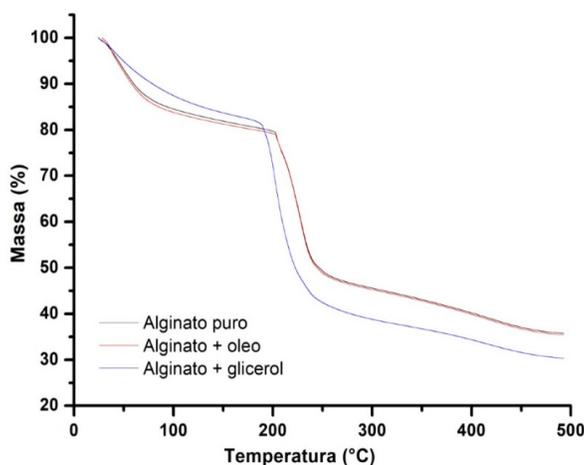


Figura 5: Curvas termogravimétricas das amostras de alginato puro, com glicerol e com óleo essencial de alecrim.

Observa-se que, inicialmente, o glicerol conferiu maior estabilidade térmica ao alginato de sódio, porém tal amostra apresenta perda de massa de em temperatura menor (aproximadamente 203°C) que a amostra de alginato de sódio puro.

O primeiro evento de degradação do alginato de sódio acontece no intervalo compreendido entre 70°C e 110°C e o segundo entre 120°C e 210°C. Ambos estão relacionados à perda de água internamente ligada à estrutura do alginato de sódio. Devido as ligações dos grupos OH em sua estrutura, a existência de ligações de hidrogênio com a água é favorecida e, conseqüentemente, há uma perda das características das amostras (MACIEL, 2013). Entre 170°C e 280°C há uma perda de mais de 50% da massa devido ao processo de degradação do alginato de sódio. Apesar da degradação começar em

aproximadamente 180°C, pode-se afirmar que os filmes são bastante estáveis (IWAKI, 2010).

Para a determinação da eficiência dos filmes utilizados como revestimento e seu efeito na conservação das maçãs, verificou-se a perda de massa das mesmas durante 12 dias após armazenamento em diferentes condições de temperatura. Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Dias	T1A (%)	T2A (%)	T3A (%)	T4A (%)
1°	0	0	0	0
4°	2,5	1,8	1,93	1,55
6°	3,32	2,15	2,37	2,17
9°	4,21	2,7	3,15	3,05
11°	4,86	3,21	3,66	3,45
12°	5,27	3,47	3,96	3,77

Legenda: Tratamentos: T1 - controle; T2 - alginato 1 %; T3 - alginato 1 %, glicerol 0,5 %; T4 - alginato 1%, óleo essencial de alecrim 0,10%.

Tabela 2: Perda de massa (%) de maçãs submetidas a diferentes revestimentos e armazenadas a $\pm 25^{\circ}\text{C}$ durante 12 dias.

Dias	T1B (%)	T2B (%)	T3B (%)	T4B (%)
1°	0	0	0	0
4°	0,64	0,41	0,49	0,33
6°	0,95	0,58	0,75	0,50
9°	1,3	0,75	0,96	0,62
11°	1,77	1,05	1,35	1,01
12°	1,95	1,34	1,49	1,09

Legenda: Tratamentos: T1 - controle; T2 - alginato 1 %; T3 - alginato 1 %, glicerol 0,5 %; T4 - alginato 1%, óleo essencial de alecrim 0,10%.

Tabela 3: Perda de massa (%) de maçãs submetidas a diferentes revestimentos e armazenadas em refrigerador (temperatura de $\pm 4^{\circ}\text{C}$) durante 12 dias.

Todas as amostras analisadas apresentaram perda de massa ao longo do tempo, porém a perda de massa apresentada pelas maçãs sem revestimento, em ambas as temperaturas de armazenamento, foi mais pronunciada. De acordo com Fontes *et al.* (2008), o filme formado pelo alginato de sódio pode evitar a perda de umidade causada pela transpiração das frutas durante seu armazenamento.

Pode-se verificar na Tabela 2 que, embora os valores de perda de massa obtidos sejam próximos, o revestimento com alginato puro mostrou-se mais eficiente para evitar a

perda de água e umidade, quando comparado com os outros revestimentos.

O óleo é utilizado como agente antimicrobiano, entretanto, nesse trabalho não foi possível analisar a sua influência no filme, uma vez que não foram realizados testes referentes ao crescimento de microrganismos (DE CORATO *et al.*, 2018). Todavia, observou-se que, com o passar dos dias, as maçãs recobertas com óleo essencial de alecrim armazenadas em temperatura ambiente começaram a escurecer. Como tal oxidação foi apresentada somente pelas maçãs contendo o óleo, acredita-se que tal reação tenha sido causada por ele.

Esperava-se maior adesão do filme à superfície das maçãs cujo revestimento foi acrescido de glicerol, uma vez que este agente apresenta características de plastificante. Entretanto, a perda de massa apresentada por tais frutas foi maior que a apresentada pelas maçãs revestidas com alginato puro.

Finalmente, cabe ressaltar que os valores de perda de massa obtidos neste trabalho assemelham-se aos obtidos por Pizato *et al.* (2013), os quais constataram que maçãs revestidas com alginato de sódio, ácido ascórbico, ácido cítrico e CaCl_2 apresentaram 5,84% de perda de massa ao final do período de 15 dias.

5 | CONCLUSÕES

O uso de recursos naturais pelo homem tem se intensificado ao longo dos anos e, com o transporte do campo até os grandes centros urbanos, é necessário que os alimentos façam grandes viagens até chegar à mesa do consumidor. Tal trajeto pode ocasionar perdas dos frutos, portanto, a fim de que tal desperdício seja minimizado, os estudos relacionados à aplicação de revestimentos poliméricos em frutas têm sido intensificados.

Neste trabalho constatou-se a eficiência do alginato puro como um potencial revestimento para frutas, uma vez que este proporcionou uma desaceleração na perda de água e conferiu melhora no aspecto visual das frutas.

Os autores sugerem, para trabalhos futuros, o estudo do processo de reticulação do alginato a fim de promover melhora na adesão do polímero às superfícies das frutas, bem como o estudo da ação antimicrobiana do alginato puro e com incorporação de óleo essencial.

REFERÊNCIAS

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. **Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações**, Brazilian Journal of Food Technology, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.019>

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D.; FARATO, L. A. **O Uso de Biopolímeros como Revestimentos Comestíveis Protetores Para Conservação de Frutas in natura e Minimamente Processadas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. v. 29, p. 23. 2009.

AVENDAÑO G. C. A.; LÓPEZ, A., M.; PALOU, E. **Propriedades del alginato y aplicaciones en alimento**. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. v. 7, n. 1, p. 86-96. 2013.

BITTENCOURT, C. C.; MATTEI, L. F.; SANT'ANNA, P. R.; LONGO, O. C.; BARONE, F. M. **A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e *packinghouse***. Revista de Administração Pública. v.45, n.4, p. 1199 - 1222. 2011. doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000400013>

CANEVAROLO JR, S. V. **Ciência dos Polímeros: Um Texto Básico para Tecnólogos e Engenheiros**. 2ªed. São Paulo: Artliber. p. 280. 2006.

CANTILLANO, F. **Resfriamento na conservação de frutas e hortaliças**. Sociedade Nacional de Agricultura. p.1. 2014.

CARELI-GOMDIN, Í. **Uso de revestimentos comestíveis ativos com nanofibrascelulosídicas de casca de arroz na pós-colheita de frutas**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, p. 145. 2017.

CELSE, F.; MAULER, R. S.; GOMES, A. S. **Estudo das propriedades térmicas de filmes poliméricos compostos de Speek, derivados do benzimidazol e ácido fosfotúngstico**. Polímeros. v.18, n. 2, p. 178-186. 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282008000200016>

COELHO, C. S.; SILVA, O. F.; CAMPOS, R. S.; BEZERRA, V. S.; CABRAL, L. M. C. **Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.19, n.4, p.369–375, 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p369-375>.

CORRÊA, L. T. dos R.; DE LAIA, A. G. S.; COSTA, H. de S. **Processamento e caracterização de hidrogéis a base de alginato e goma gelana visando aplicações em articulações**. In: 14º Congresso da Sociedade Latino Americana de Biomateriais, Órgãos Artificiais e Engenharia de Tecidos (SLABO). Anais da 5ª edição do Workshop de Biomateriais, Engenharia de Tecidos e Órgãos Artificiais (OIB). Maresias. p. 427-435. 2017.

DE CORATO, de U.; SALIMBENI, R.; DE PETRIS, A.; AVELLA, N.; PATRUNO, G. **Use of alginate for extending shelf life in a lyophilized yeast-based formulate in controlling green mould disease on citrus fruit under postharvest condition**. Food Packaging and Shelf Life. v. 15, p. 76-86. 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodpack.2017.11.006>

ERTESVAG, H., VALLA, S. **Biosynthesis and applications of alginates**. Polymer Degradation and Stability. v. 59, n. 1-3, p. 85–91. 1998. doi: [https://doi.org/10.1016/S0141-3910\(97\)00179-1](https://doi.org/10.1016/S0141-3910(97)00179-1)

FARIAS, S. S.; SIQUEIRA, S. M. C.; CRISTINO, J. H. S.; ROCHA, J; M. **Biopolímeros: uma alternativa para promoção do desenvolvimentot sustentável**. Revista Geonorte. v. 7, n. 26, p. 61-77. 2016.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. S. **Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.28, n.4, p.872-880, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400017>.

GARCIA, K. C. A.; COELHO, A. D.; SILVA, W. A. **Efeitos da adição do plastificante glicerol sobre as propriedades de filmes de amido de fruta-pão (*Artocarpus altilis*)**. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Anais do XX Simpósio Internacional de Alimentos da CIGR Sessão VI. Gramado. 2016.

GOMES, D. N. **Desenvolvimento e caracterização de filmes de alginato incorporados com extratos de anadenanthera colubrina (VELL.) Brenan visando o desenvolvimento de substituto temporário de pele.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 104. 2017.

GUERREIRO, A. C.; GAGO, C. M. L.; FALEIRO, M. L.; MIGUEL, M. G. C.; ANTUNES, M. D. C. **The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on Arbutus unedo L. fresh fruit storage.** Postharvest Biology and Technology. v. 100, p. 226–233. 2015. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.002>

IWAKI, Y. O. **Eletrólitos sólidos poliméricos a base de alginato de sódio.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo. São Carlos, p.90. 2010.

LAIA, A. G. S. **Estudo de filmes e hidrogéis a base de alginato e goma gelana visando aplicações na regeneração de discos intervertebrais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 113. 2015.

LEMOS, O. L.; REBOUÇAS T. N. H.; SÃO JOSÉ, A. R.; VILA, M. T.; SILVA, K. S. **Utilização de biofilme comestível na conversação na conservação de pimentão ‘Magali R’ em duas condições de armazenamento.** Bragantia, v. 66, n. 4, p. 693-699. 2007. doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400020>

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. **Revestimentos comestíveis em frutas.** Estudos Tecnológicos em Engenharia, v. 8, n. 1, p. 8-15. 2012. doi: 10.4013/ete.2012.81.02

MACIEL, A. N. **Influência do íon Ca²⁺ no desenvolvimento de micropartículas de alginato de sódio preparadas por gelatinização iônica.** Monografia (Licenciatura em Ciências Naturais) - Universidade de Brasília. Planaltina, p. 18. 2013.

MENEGHEL, R. F. A.; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F. **Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora preta (*Rubus ulmifolius*).** Semina: Ciências Agrárias. v. 29, n.3, p. 609-618. 2008.

MOLDÃO-MARTINS, M.; BEIRÃO-DA-COSTA, S. M.; BEIRÃO DA-COSTA, M. L. **The effects of edible coatings on postharvest quality of the “Bravo de Esmolfe” apple.** European Food Research and Technology. v. 217, n. 4, p. 325-328. 2003. doi: <https://doi.org/10.1007/s00217-003-0761-9>

MÜLLER, J. M.; DOS SANTOS R.L.; BRIGIDO, R. V. **Produção de alginato por microrganismos.** Polímeros: Ciência e Tecnologia. v.21, n.4305-310. 2011. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282011005000051>

NAIR, M.S; TOMAR, M.; PUNIA, S.; KUKULA-KOCH, W.; KUMAR, M. **Enhancing the functionality of chitosan- and alginate-based active edible coatings/films for the preservation of fruits and vegetables: A review,** International Journal of Biological Macromolecules v. 164, n. 1, p. 304-320. 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.083>

PIZATO, S.; CORTEZ-VEGA, W. R.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; BORGES, C. D. **Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs ‘Royal Gala’ minimamente processadas.** Semina: Ciências Agrárias.v. 34, n. 1, p. 253-264, 2013. doi: 10.5433/1679-0359.2013v34n1p253

RHIM, J. W.; PARK, H. M.; HA, C. S. **Bio-nanocomposites for food packaging applications**. Progress in Polymer Science. v. 38, p. 1629– 1652, 2013. doi: 10.1016/j.progpolymsci.2013.05.008

SABRA, W.; ZENG A. P.; DECKWER, W. D. **Bacterial alginate: physiology, product quality and process aspects**. Applied Microbiology and Biotechnology. v. 56, n. 3-4, p. 315–325. 2001. doi: 10.1007/s002530100699

TEIXEIRA, V. F. T. **Estudo da obtenção de biocatalisadores com matriz de alginato de cálcio visando a produção de biodiesel**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, p.88. 2011.

CAPÍTULO 13

DESCRIÇÃO SENSORIAL DE FORMULAÇÕES BOLO DE LARANJA SEM GLÚTEN UTILIZANDO FARINHAS DE ARROZ, SORGO E TEFF PELA TÉCNICA DE *PERFIL FLASH*

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 04/01/2021

Renata Hernandez Barros Fuchs

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)- Câmpus Campo Mourão. Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA)
Campo Mourão-PR
<https://orcid.org/0000-0003-1695-1209>

Geovana Teixeira de Castro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)- Câmpus Campo Mourão
Departamento Acadêmico de Alimentos e Engenharia Química (DAAEQ)
Campo Mourão – PR
<http://lattes.cnpq.br/9149466043313162>

Lucas de Souza Nespeca

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)- Câmpus Campo Mourão
Departamento Acadêmico de Alimentos e Engenharia Química (DAAEQ)
Campo Mourão - PR
<http://lattes.cnpq.br/8418215033044186>

Evandro Bona

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Campo Mourão. Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA)
Campo Mourão-PR
<https://orcid.org/0000-0001-8557-7527>

Adriana Aparecida Droval

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)- Câmpus Campo Mourão.
Departamento Acadêmico de Alimentos e Engenharia Química (DAAEQ)
Campo Mourão - PR
<https://orcid.org/0000-0002-4057-9489>

Leila Larisa Medeiros Marques

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)- Câmpus Campo Mourão.
Departamento Acadêmico de Alimentos e Engenharia Química (DAAEQ)
Campo Mourão - PR
<https://orcid.org/0000-0002-5024-0542>

RESUMO: Farinhas sem glúten não convencionais podem agregar valor nutritivo e é imprescindível conhecer como elas afetam o perfil sensorial dos alimentos. Objetivou-se descrever sensorialmente formulações de bolo sabor laranja, utilizando farinhas de arroz (FA), sorgo (FS) e teff (FT) pela técnica de *Perfil Flash*. Formulações de bolo foram elaboradas com FA (F1), FS (F2), FT (F3) e F4 (25% FA; 60% FS; 15% FT) – obtida através de otimização de misturas para maior aceitação. Leite, açúcar, óleo de soja, ovo, fécula de batata, polvilho doce, farinha de yacon, aroma, fermento químico e goma xantana foram utilizados em concentrações iguais. O *Perfil Flash* foi aplicado com 33 provadores, sendo os mesmos solicitados a ordená-las de acordo com a intensidade de cada atributo. Os resultados foram analisados por *ComDim*, com o uso do software MATLAB R2018b. Pode-se verificar que F2, F3 e F4 são caracterizados por cor marrom

e sabor amargo, sendo que há maior semelhança entre F3 e F4. F1 é caracterizada por ser mais claro e úmido, com odor e sabor de laranja mais intensos. Odor e sabor de cereais são atributos característicos de F3 e F4, enquanto F1 e F2 têm odor cítrico pronunciado e maior doçura. Os resultados sugerem maior preferência para as formulações com o menor teor de FT, sendo que o sabor de laranja fica mais pronunciado na formulação contendo FA. Amostras contendo FS também foram caracterizadas com atributos que sugerem maior preferência. Os atributos descritores das formulações relacionam-se à composição dos bolos. A FA, mais neutra em odor e sabor, permite que sejam percebidos atributos como odor e sabor de laranja, cor clara e doçura. Já a presença de FT nos bolos intensifica características como odor e sabor de cereais e gosto amargo, o que sugere seu acréscimo limitado aos produtos sem glúten.

PALAVRAS-CHAVE: *ComDim; Perfil Flash; Dimensões comuns; Doença celíaca.*

SENSORIAL DESCRIPTION OF ORANGE GLUTEN-FREE CAKE FORMULATIONS USING RICE, SORGHUM AND TEFF FLOURS BY FLASH PROFILE

ABSTRACT: Non-conventional gluten-free flours can add nutritional value and it is essential to know how they affect food sensory profile. This research aimed to describe orange-flavored cake formulations, using rice (FA), sorghum (FS), and teff (FT) flours using Flash Profile. Cake formulations were made with FA (F1), FS (F2), FT (F3) and F4 (25% FA; 60% FS; 15% FT) - obtained by optimizing the process for greater acceptance. Milk, sugar, soybean oil, egg, potato starch, cassava starch, yacon flour, aroma, baking poder, and xanthan gum were used in equal concentrations. The Flash Profile was applied with 33 assessors, who were asked to order the samples according to the intensity of each attribute. The results were analyzed by ComDim, using the MATLAB R2018b software. It can be seen that F2, F3, and F4 are characterized by brown color and bitter taste, with a greater similarity between F3 and F4. F1 is characterized by being lighter and moister, with a more intense orange odor and flavor. Odor and flavor of cereals are characteristic attributes of F3 and F4, while F1 and F2 have a pronounced citrus odor and greater sweetness. The results suggest a greater preference for formulations with the lowest FT content, with the orange flavor becoming more pronounced in the formulation containing FA. Samples containing FS were also characterized with attributes that suggest greater preference. The descriptive attributes of the formulations are related to the composition of the cakes. FA, more neutral in odor and taste, allows attributes such as orange odor and taste, light color, and sweetness to be noted. The presence of FT in cakes intensifies characteristics such as the odor and taste of cereals and bitter taste, which suggests its limited addition to gluten-free products.

KEYWORDS: ComDim; Flash profile; Common dimensions; Celiac disease.

1 | INTRODUÇÃO

A doença celíaca é uma condição autoimune que se manifesta com a ingestão de glúten e afeta o intestino delgado. Quando um indivíduo celíaco ingere esta proteína, o sistema imunológico reage prejudicando as células da parede do intestino delgado, provocando o atrofiamento das vilosidades intestinais e, conseqüentemente, a diminuição

da capacidade de absorção de nutrientes (LEBWOHL; SANDERS; GREEN, 2018).

O glúten é uma proteína encontrada em cereais como trigo, centeio e cevada, formada por duas frações protéicas denominadas gliadina e glutenina, e é responsável pela textura e elasticidade das massas (BALAKIREVA; ZAMYATNIN, 2016; DAY et al., 2006).

Segundo Jnawali, Kumar e Tanwar (2016), o único tratamento para a doença celíaca é a adesão permanente a uma dieta livre de glúten, assim, faz-se importante a substituição das farinhas à base de glúten nos produtos de panificação.

Por ter um baixo custo, a farinha de arroz é, provavelmente, a mais utilizada para substituir o trigo. Seu valor nutricional, entretanto, é muito baixo, sendo constituída quase que totalmente por amido (MANCEBO; RODRIGUEZ; GÓMEZ, 2016).

Para agregar valor nutricional aos produtos isentos de glúten pode-se considerar a adição de farinhas de teff, sorgo e yacon. O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), segundo McCann, Krause e Sanguansri (2015), é a quinta cultura mais importante do mundo, é fonte de compostos fenólicos antioxidantes e apresenta propriedades redutoras de colesterol. O teff (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter) é rico em aminoácidos e seu teor de minerais é mais alto que a maioria dos outros cereais, além de ser rico em fibras e vitamina B1 (ZHU, 2018). O yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. and Endl) é um tubérculo rico em frutooligossacarídeos, atuando como prebiótico no organismo, além de ser rico em compostos fenólicos e antioxidantes (CHOQUE DELGADO et al., 2013).

Além dos aspectos nutricionais, deve-se levar em consideração a qualidade sensorial dos produtos isentos de glúten. Segundo Rizzello, Montemurro e Gobbetti (2016), este mercado está, cada vez mais, estimulando a pesquisa e a produção de alimentos com qualidades sensoriais mais parecidas o possível com os convencionais.

O Perfil Flash é um método sensorial descritivo no qual os consumidores avaliam todas as amostras ao mesmo tempo, comparando-as, e usam suas próprias palavras para descrevê-las. Assim, se obtém uma melhor descrição do produto em relação aos outros métodos descritivos (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002; LIU et al., 2018).

A técnica *ComDim* (Common Dimension) ou Análise de Componentes Comuns e Pesos Específicos (CCSWA) foi desenvolvida com o intuito de resolver problemas relacionados a análises sensoriais. Em métodos sensoriais como o Perfil Flash, cada provador produz uma matriz de dados com o mesmo número de linhas (observações), mas diferentes números de colunas (termos descritivos). O *ComDim* permite analisar simultaneamente essas matrizes e agrupar informações comuns entre elas (JOUAN-RIMBAUD BOUVERESSE et al., 2011; VIELL et al., 2020).

O objetivo deste trabalho foi descrever sensorialmente formulações de bolo sabor de laranja isento de glúten utilizando o método de Perfil Flash.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

As farinhas de sorgo (Farovitta), teff (Giroil) e yacon (Quinta das Cerejeiras), e o aroma de laranja (Duas Rodas) foram adquiridos junto aos fornecedores. Os outros ingredientes foram obtidos no mercado local de Campo Mourão, Paraná.

2.2 Métodos

2.2.1 Preparação das formulações

Quatro formulações foram avaliadas (F1, F2, F3 e F4). As três primeiras formulações foram elaboradas com 100% de farinha de arroz, 100% de farinha de sorgo e 100% de farinha de teff, respectivamente.

A quarta formulação foi obtida por delineamento experimental prévio, no qual foram testadas nove formulações com diferentes teores das farinhas para obtenção de uma formulação otimizada que apresentasse a melhor resposta sensorial. Chegou-se, então, a uma proporção de 25% de farinha de arroz, 60% de farinha de sorgo e 15% de farinha de teff.

Em todas as formulações, as quantidades de leite (32,7%), açúcar (23,7%), óleo (10,6%), ovo (8,2%), fécula de batata (5,3%), polvilho doce (2,6%), yacon (1,6%), aroma de laranja (0,3%), bicarbonato de sódio (0,2%), fermento (0,2%), goma xantana (0,2%) e sal (0,1%) são fixas. A mistura de farinhas representa 14,22% da formulação e na tabela 1 estão apresentadas as porcentagens de cada farinha dentro desta mistura.

Ingrediente	F1	F2	F3	F4
Farinha de Arroz	100%	-	-	25%
Farinha de Sorgo	-	100%	-	60%
Farinha de Teff	-	-	100%	15%

Tabela 1. Porcentagem das farinhas em cada formulação

2.2.2 Análise microbiológica

Utilizando a técnica de número mais provável (NMP), todas as formulações de bolo foram analisadas em triplicata para a pesquisa de Coliformes a 45°C⁻¹ e *Salmonella* sp por 25g, de acordo com o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos (BRASIL, 2001).

2.2.3 Análise sensorial

A análise foi realizada em duas sessões, com uma equipe de 33 provadores não treinados. Na primeira sessão realizou-se o levantamento de atributos. Os provadores compararam as amostras e, notando as similaridades e diferenças entre estas, levantaram atributos com relação à cor, odor, sabor e textura. Assim, cada provador construiu uma ficha individual, contendo atributos descritores e suas respectivas definições. Na segunda sessão os provadores receberam novamente as amostras e as ordenaram em ordem crescente de intensidade com relação a cada atributo (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002).

A análise dos dados foi realizada no software MATLAB R2008b através da técnica *ComDim* ou Análise de Componentes Comuns e Pesos Específicos (CCSWA).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na análise *ComDim* foram necessárias três dimensões comuns que, somadas representam 99,64% da variância, sendo que as mais significativas são as dimensões 1 e 2 com 79% e 12%, respectivamente. Foram avaliadas as saliências, *scores* e *loadings* das tabelas.

Na Figura 1 estão descritas as saliências para cada dimensão comum. Na figura, nota-se que na dimensão comum 1, o provador 17 é o que tem maior saliência. Na dimensão 2 o provador com maior saliência é o 14 e, na dimensão 3, o provador 27. Deve-se ressaltar que, nem sempre o provador com maior saliência na dimensão é o que deu respostas mais significativas. Por isso, para definir o provador de maior importância em cada dimensão deve-se analisar os gráficos de *loading* de cada provador.

	CD1	CD2	CD3		CD1	CD2	CD3
P1	0.57831	0.16566	0.25602	P17	0.82511	0.035976	0.13892
P2	0.43279	0.30952	0.25769	P18	0.55277	0.2911	0.15614
P3	0.65694	0.071096	0.27196	P19	0.55655	0.079996	0.36345
P4	0.38175	0.40208	0.21617	P20	0.41357	0.24239	0.34404
P5	0.50706	0.17148	0.32145	P21	0.44917	0.26685	0.28399
P6	0.5058	0.22369	0.27052	P22	0.37583	0.31883	0.30535
P7	0.42119	0.38404	0.19478	P23	0.55992	0.22115	0.21893
P8	0.26903	0.46922	0.26174	P24	0.58632	0.30569	0.10799
P9	0.4007	0.39881	0.20049	P25	0.62543	0.16036	0.2142
P10	0.47232	0.19066	0.33703	P26	0.38984	0.12102	0.48914
P11	0.44586	0.35113	0.20301	P27	0.43223	0.0090823	0.55869
P12	0.72378	0.18011	0.096107	P28	0.62025	0.17118	0.20858
P13	0.46541	0.47338	0.061212	P29	0.69561	0.16782	0.13657
P14	0.35207	0.54015	0.10779	P30	0.40459	0.36288	0.23253
P15	0.72109	0.081199	0.19771	P31	0.35745	0.42616	0.21638
P16	0.60518	0.18759	0.20723	P32	0.7521	0.17072	0.07718
				P33	0.58834	0.0339	0.37775

Figura 1- Saliências de cada tabela (provador) na construção das dimensões comuns.

Nas figuras 2 e 3 estão os gráficos de *score* no espaço privado (para cada provador) nas dimensões 1 e 2. Nota-se que corroboram os resultados obtidos na tabela de saliências, destacando-se os provadores 17 e 14 nas dimensões 1 e 2, respectivamente.

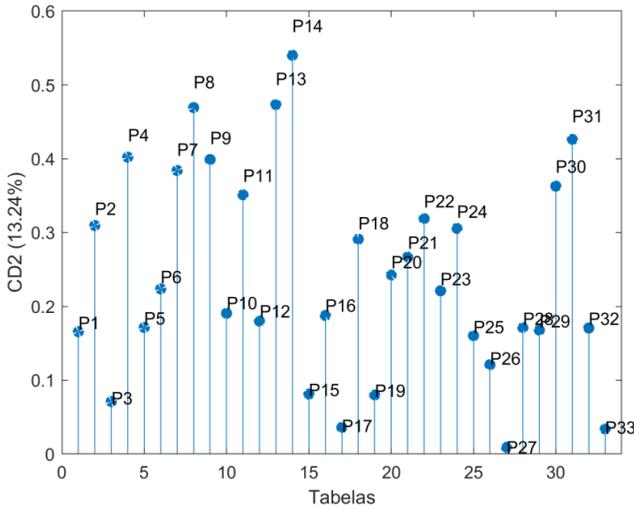


Figura 2- Gráfico de *score* no espaço privado na dimensão 1.

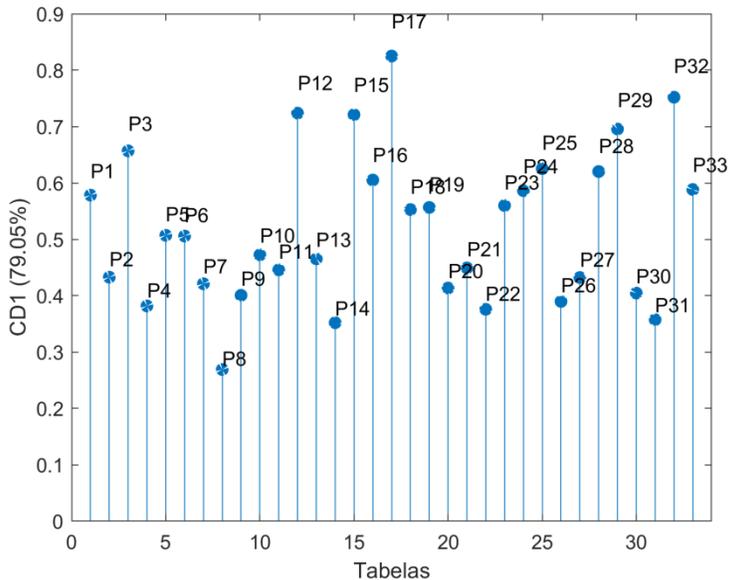


Figura 3- Gráfico de *score* no espaço privado na dimensão 2.

Na figura 4 pode-se observar o gráfico de *score* no espaço comum das dimensões 1 e 2. Nota-se que, para 92,29% dos provadores, as formulações F3 e F4 são semelhantes. Isso pode ser explicado pelo fato das formulações 3 e 4 levarem farinha de teff na sua composição, enquanto as formulações 1 e 2 são feitas apenas com farinha de arroz e farinha de sorgo, respectivamente.

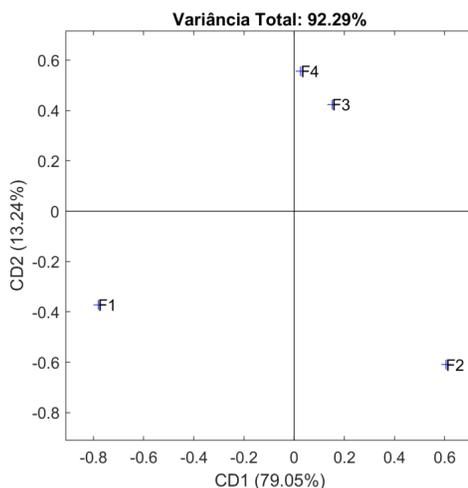
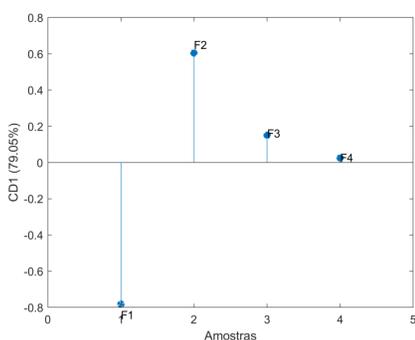
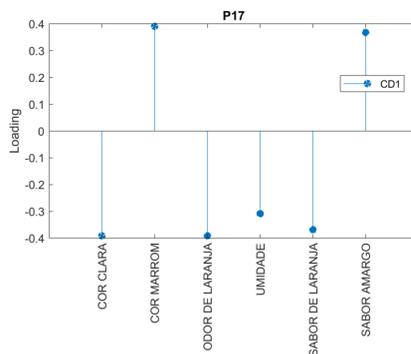


Figura 4. Gráfico de *score* no espaço comum para dimensões 1 e 2.

Na figura 5 estão apresentados, respectivamente, o gráfico de *score* no espaço comum para a dimensão 1 (a) e o gráfico de loading para o provador 17 (b).



(a)



(b)

Figura 5- Gráfico de *score* no espaço comum para a dimensão 1 (a) e gráfico de loading para o provador 17 (b).

Avaliando simultaneamente os gráficos da figura 5, nota-se que, para o provador 17, que é o de maior saliência na dimensão 1, a formulação 1 é a que apresenta menor intensidade de sabor amargo e cor marrom e, maior intensidade de odor e sabor de laranja, além de ser a que tem maior umidade.

O fato da formulação 1 ser a de farinha de arroz, explica esta resposta do provador, pois esta farinha é mais aceita ao paladar do público em geral, diferente das farinhas de sorgo e teff. Assim, se explica também, o porquê das formulações 2 e 3 (feitas com sorgo e teff) serem as mais amargas para o provador.

Na figura 6 está apresentado o gráfico de *loading* para o provador 32. Apesar de não ser o provador de maior saliência na dimensão 1, este forneceu respostas importantes que corroboram as fornecidas pelo provador 17.

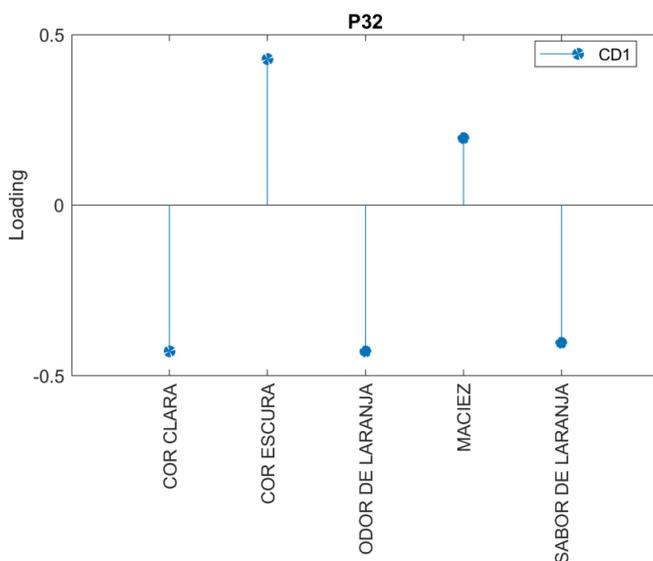


Figura 6. Gráfico de *loading* para o provador 32.

Analisando o gráfico da figura 6 juntamente com o da figura 4, nota-se que, para o provador 32, a formulação 1 também é a que apresenta maior intensidade de sabor e odor de laranja. Além disso, esta também é a formulação com cor mais clara.

Nas figuras 7 e 8 estão apresentados o gráfico de *score* no espaço comum para a dimensão 2 e o gráfico de *loading* para o provador 2, que, apesar de não ser o provador de maior saliência nesta dimensão, forneceu respostas mais significativas que o provador 14.

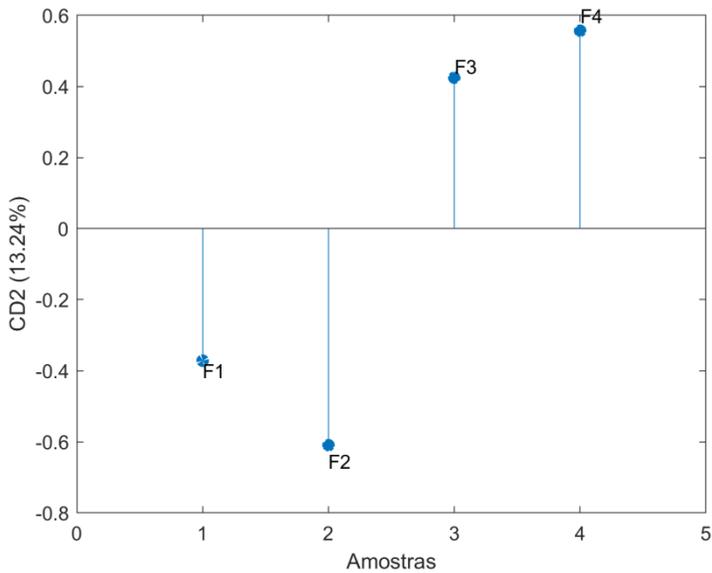


Figura 7. Gráfico de *score* no espaço comum para a dimensão 2

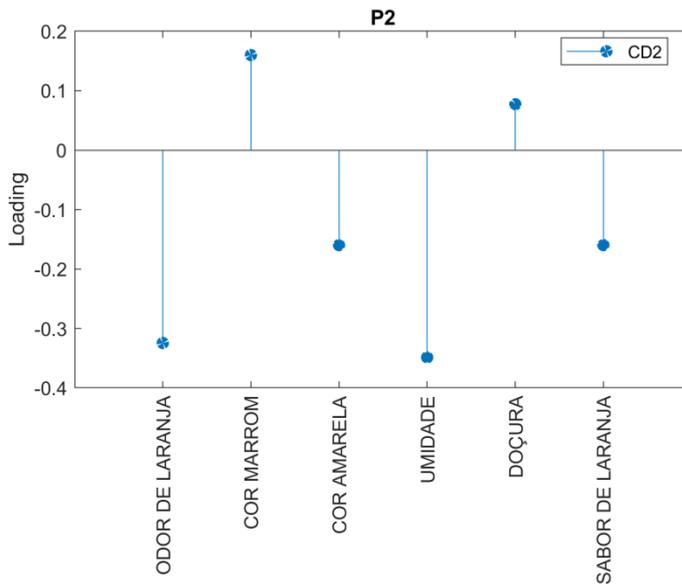


Figura 8. Gráfico de *loading* para o provador 2.

Analisando simultaneamente os gráficos das figuras 7 e 8, nota-se que a resposta do provador 2 converge com a dos provadores 17 e 32 na dimensão 1 com relação ao sabor e odor de laranja e umidade. Porém, além de dizer que a formulação 1 é a mais intensa

nestes atributos, diz que a formulação 2, feita com farinha de sorgo, se assemelha à ela.

Estas respostas nos mostram que os provadores preferem as formulações com farinha de arroz e de sorgo, conforme se adiciona farinha de teff à formulação, as respostas tendem a ficar mais negativas, os provadores deixam de sentir o sabor de laranja e passam a notar mais o sabor da farinha, isso pode ser observado no gráfico de *loading* do provador 9 que está apresentado na figura 9.

Observando-se simultaneamente o gráfico do provador 9 e o gráfico da figura 7, nota-se que para o provador 9, o odor e sabor de cereais é muito mais pronunciado nas formulações 3 e 4, que levam farinha de teff na sua composição.

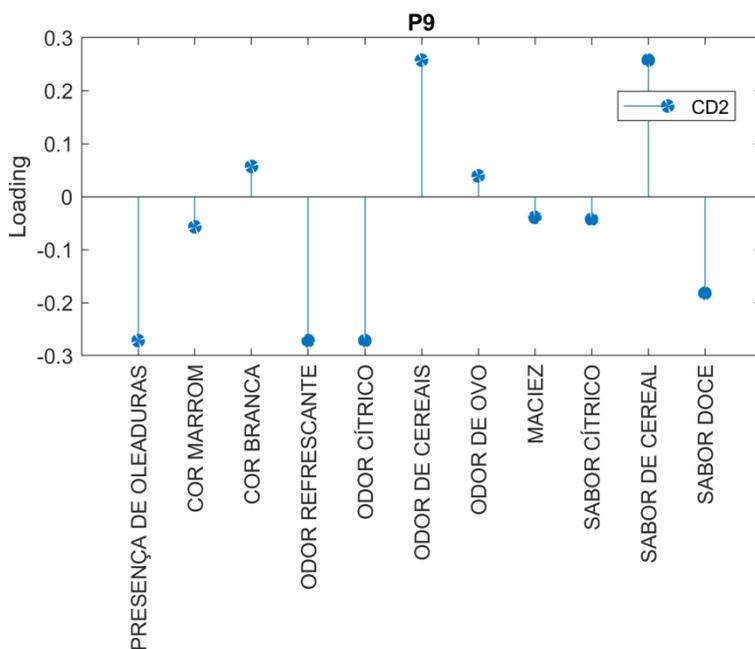


Figura 9. Gráfico de *loading* do provador 9

4 | CONCLUSÕES

As respostas dos provadores traduzidas nos diferentes tipos de gráfico que o método *ComDim* nos fornece, mostram que os provadores preferem as formulações com menor teor de farinha de teff e o sabor de laranja se torna mais notável nas formulações com farinha de arroz. Ainda, as amostras com farinha de sorgo foram mais bem aceitas do que as com farinha de teff, mostrando um padrão na preferência do consumidor. Assim, cumpriu-se o objetivo de descrever sensorialmente as formulações e obter respostas que auxiliem na adequação das formulações de bolo de laranja isento de glúten de forma a

beneficiar o público celiaco.

REFERÊNCIAS

BALAKIREVA, Anastasia; ZAMYATNIN, Andrey. Properties of gluten intolerance: Gluten structure, evolution, pathogenicity and detoxification capabilities. **Nutrients**, [S. l.], v. 8, n. 10, p. 644, 2016. DOI: 10.3390/nu8100644. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2072-6643/8/10/644>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

BRASIL. Resolução- RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **ANVISA**, [S. l.], 2001.

CHOQUE DELGADO, Grethel Teresa et al. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): a functional food. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S. l.], v. 68, n. 3, p. 222–228, 2013. DOI: 10.1007/s11130-013-0362-0. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11130-013-0362-0>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

DAIROU, Victoire; SIEFFERMANN, J. M. A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the flash profile. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 67, n. 2, p. 826–834, 2002. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb10685.x. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10685.x>>. Acesso em: 15 out. 2020.

DAY, L. et al. Wheat-gluten uses and industry needs. **Trends in Food Science & Technology**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 82–90, 2006. DOI: 10.1016/j.tifs.2005.10.003. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224405002487>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

JNAWALI, Prakriti; KUMAR, Vikas; TANWAR, Beenu. Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. **Food Science and Human Wellness**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 169–176, 2016. DOI: 10.1016/j.fshw.2016.09.003. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213453016300325>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

JOUAN-RIMBAUD BOUVERESSE, D. et al. Identification of significant factors by an extension of ANOVA–PCA based on multi-block analysis. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, [S. l.], v. 106, n. 2, p. 173–182, 2011. DOI: 10.1016/j.chemolab.2010.05.005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016974391000081X>>. Acesso em: 10 out. 2020.

LEBWOHL, Benjamin; SANDERS, David S.; GREEN, Peter H. R. Coeliac disease. **The Lancet**, [S. l.], v. 391, n. 10115, p. 70–81, 2018. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31796-8. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673617317968>>. Acesso em: 11 nov. 2020.

LIU, Jing et al. Comparison of rapid descriptive sensory methodologies: Free-Choice Profiling, Flash Profile and modified Flash Profile. **Food Research International**, [S. l.], v. 106, p. 892–900, 2018. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.01.062. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096399691830070X>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

MANCENO, Camino M.; RODRIGUEZ, Patricia; GÓMEZ, Manuel. Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. **LWT - Food Science and Technology**, [S. l.], v. 67, p. 127–132, 2016. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.11.045. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643815303364>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

MCCANN, Thu; KRAUSE, Debra; SANGUANSRI, Peerasak. Sorghum - New gluten-free ingredient and applications. **Food Australia**, [S. l.], v. 67, n. 6, p. 24–26, 2015.

RIZZELLO, Carlo Giuseppe; MONTEMURRO, Marco; GOBBETTI, Marco. Characterization of the bread made with durum wheat semolina rendered gluten free by sourdough biotechnology in comparison with commercial gluten-free products. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 81, n. 9, p. H2263–H2272, 2016. DOI: 10.1111/1750-3841.13410. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/1750-3841.13410>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

VIELL, Franciele Leila Giopato et al. Sensory characterization of gluten-free bread enriched with teff (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) using flash profile and common dimension analysis. **Journal of Food Processing and Preservation**, [S. l.], v. 44, n. 2, p. e14335, 2020. DOI: 10.1111/jfpp.14335. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14335>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

ZHU, Fan. Chemical composition and food uses of teff (*Eragrostis tef*). **Food Chemistry**, [S. l.], v. 239, p. 402–415, 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.06.101. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881461731083X>>. Acesso em: 27 nov. 2020.

CAPÍTULO 14

DESCRIÇÃO SENSORIAL DE PÃES ISENTOS DE GLÚTEN PELOS MÉTODOS CATA (*CHECK-ALL-THAT-APPLY*) E JAR (*JUST-ABOUT-RIGHT*)

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 06/01/2021

Lucas Shinti Iwamura

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)- Câmpus Campo Mourão
Departamento Acadêmico de Alimentos e
Engenharia Química (DAAEQ)
Campo Mourão – PR
<http://lattes.cnpq.br/2407550749881444>

Luiza Pelinson Tridapalli

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)- Câmpus Campo Mourão
Departamento Acadêmico de Alimentos e
Engenharia Química (DAAEQ)
Campo Mourão – PR
<http://lattes.cnpq.br/5873031485415792>

Flávia Aparecida Reitz Cardoso

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)- Câmpus Campo Mourão
Programa de Pós-Graduação em Inovações
Tecnológicas (PPGIT)
Campo Mourão – PR
<https://orcid.org/0000-0002-0432-9191>

Adriana Aparecida Droval

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)- Câmpus Campo Mourão
Departamento Acadêmico de Alimentos e
Engenharia Química (DAAEQ)
Campo Mourão - PR
<https://orcid.org/0000-0002-4057-9489>

Leila Larisa Medeiros Marques

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)- Câmpus Campo Mourão
Departamento Acadêmico de Alimentos e
Engenharia Química (DAAEQ)
Campo Mourão - PR
<https://orcid.org/0000-0002-5024-0542>

Renata Hernandez Barros Fuchs

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)- Câmpus Campo Mourão
Programa de Pós-graduação em Tecnologia de
Alimentos (PPGTA)
Campo Mourão-PR
<https://orcid.org/0000-0003-1695-1209>

RESUMO: A doença celíaca é diagnosticada como intolerância ao glúten sendo que o principal tratamento para a patologia é a exclusão total dessa proteína da dieta. O objetivo deste estudo foi avaliar os atributos de textura, sabor, odor e aparência de formulações de pães isentos de glúten elaboradas com farinhas de sorgo, teff e yacon através das metodologias *Check-All-That-Apply* (CATA) e *Just-About-Right* (JAR). Foram analisadas as formulações F1, F2 e F3 compostas apenas pelas farinhas de sorgo, teff e yacon, respectivamente e F4 (otimizada) composta por mistura de partes iguais de cada uma das farinhas. O painel sensorial foi composto por 60 julgadores. No CATA os provadores avaliaram a presença ou ausência de 32 atributos e os resultados foram analisados por Análise de Correspondência e a Análise de Agrupamento, utilizando o software Statística 12.0. Para o teste JAR, utilizou-se uma escala de 5 pontos (5- muito

mais forte que o ideal; 1- muito mais fraco que o ideal) para a avaliação de 11 atributos sensoriais e os dados foram interpretados pelo gráfico de frequência obtido no software Excel 2019. Os resultados indicam que as farinhas de sorgo e teff influenciam positivamente para os atributos relacionados ao sabor do pão. Porém, essas mesmas farinhas resultam em pão com consistência desagradável. A farinha de yacon prejudica os atributos relacionados ao sabor do pão, tornando-o principalmente muito mais doce que o ideal, entretanto melhora a sua textura, que apresenta maior maciez. Os resultados encontrados demonstram que a mistura das farinhas pode contribuir para pães com características sensoriais agradáveis ao consumidor final.

PALAVRAS-CHAVE: Doença celíaca; *Check-All-That-Apply*; *Just-About-Right*; Análise sensorial.

SENSORY DESCRIPTION OF GLUTEN-FREE BREADS BY CATA (CHECK-ALL-THAT-APPLY) AND JAR (JUST-ABOUT-RIGHT) METHODS

ABSTRACT: Celiac disease is diagnosed as gluten intolerance and the main treatment for the pathology is the total exclusion of this protein from the diet. This study aimed to evaluate the texture, flavor, odor, and appearance attributes of gluten-free bread formulations made with sorghum, teff, and yacon flours using the Check-All-That-Apply (CATA) and Just-About-Right (JAR) methods. The formulations F1, F2, and F3 composed of sorghum, teff, and yacon flours, respectively, and F4 (optimized) composed of a mixture of equal parts of each flour were analyzed. The sensory panel was composed of 60 panelists. At CATA, the panelists assessed the presence or absence of 32 attributes, and the results were analyzed by Correspondence Analysis and Cluster Analysis, using the Statistica 12.0 software. For the JAR test, a 5-point scale (5- much stronger than the ideal; 1- much weaker than the ideal) was used for the evaluation of 11 sensory attributes, and the data were interpreted by the frequency graph obtained in the Excel 2019 software. The results indicate that sorghum and teff flours positively influence the attributes related to the flavor of the bread. However, these same flours result in bread with an unpleasant consistency. The yacon flour impairs the attributes related to the flavor of the bread, making it mainly much sweeter than the ideal, however, it improves its texture, which presents greater softness. The results demonstrate that the mixture of flours can contribute to bread with sensory characteristics pleasant to the final consumer.

KEYWORDS: Celiac disease; Check-All-That-Apply; Just-About-Right; Sensory analysis.

1 | INTRODUÇÃO

Caracterizada como doença enteropática autoimune e inflamatória crônica, a doença celíaca (DC) é diagnosticada como intolerância ao glúten devido a desordem imunológica do intestino delgado que desenvolve em indivíduos geneticamente predispostos (CONTE et al., 2019).

O glúten é uma proteína constituída por frações de gliadina e glutenina encontrada em alguns cereais como trigo, aveia, cevada e seus derivados responsáveis pela estrutura das massas alimentícias. O tratamento para doença celíaca é primordialmente dietoterápico e consiste na exclusão total dessa substância da dieta (HOSSEINI et al., 2018; JNAWALI;

KUMAR; TANWAR, 2016). Por esse motivo e pelo aumento no número de celíacos no mundo, a indústria de alimentos é impulsionada a desenvolver alimentos isentos de glúten para atender essa demanda (PELLEGRINI; AGOSTONI, 2015)gluten-free (GF).

Durante o desenvolvimento de um novo produto, seja convencional ou para fins especiais, é necessária a utilização de alguns métodos de descrição sensorial para obter a caracterização de seu perfil sensorial. O *Check-All-That-Apply* (CATA) é um método de análise sensorial que permite coletar informações sobre a percepção dos consumidores em relação as características sensoriais de um determinado produto. Nesse método é apresentada uma lista, que permite aos consumidores escolher os melhores atributos possíveis para descrever o produto de forma simples e rápida, eliminando longas seções de treinamento (ARES et al., 2013).

A metodologia *Just-About-Right* (JAR) é utilizada para determinar o nível ideal de um atributo sensorial específico em um produto. Nesse método, o provador avalia, a partir de uma escala de 5 pontos, se determinado atributo é fraco, forte, inexistente ou se está no nível ideal em relação ao esperado (GACULA et al., 2007; POPPER, 2014; ROTHMAN; PARKER, 2009).

A utilização de farinha de arroz para o desenvolvimento de produtos de panificação isentos de glúten é muito frequente, pois trata-se de um produto de baixo custo e características sensoriais suaves, o que facilita seu emprego e consumo. No entanto, a farinha de arroz possui baixo teor de fibras e micronutrientes (TORBICA; HADNAĐEV; DAPČEVIĆ HADNAĐEV, 2012). O uso de farinha mais ricas nutricionalmente pode colaborar para o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis. Entre essas farinhas destacam-se as farinhas de sorgo (MCCANN; KRAUSE; SANGUANSRI, 2015; STEFOSKA-NEEDHAM et al., 2015), teff (CHENG et al., 2017; ZHU, 2018)e yacon (CHOQUE DELGADO et al., 2013), que podem contribuir para o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis e com características tecnológicas favoráveis.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos de textura, sabor, odor e aparência de formulações de pães isentos de glúten elaboradas com farinhas de sorgo, teff e yacon através das metodologias *Check-All-That-Apply* (CATA) e *Just-About-Right* (JAR).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Matéria prima

As farinhas de sorgo (Farovitta), teff (Giroil) e Yacon (Quinta das Cerejeiras) foram obtidas em lojas de produtos naturais e os demais ingredientes nos supermercados locais da cidade de Campo Mourão – PR. A enzima transglutaminase foi doada pela empresa Ajinomoto.

2.2 Desenvolvimento das Formulações

As formulações avaliadas nesta pesquisa derivaram de estudos prévios, que avaliaram aceitação sensorial de várias amostras de pães sem glúten, utilizando farinhas de sorgo, teff e yacon. As formulações F1, F2 e F3 são compostas por 100% de cada uma das farinhas e a F4 é uma formulação otimizada (parâmetros de maior aceitação), composta por misturas de partes iguais de cada uma das farinhas.

Os ingredientes secos (com exceção do fermento, açúcar e transglutaminase) foram misturados em uma batedeira na rotação máxima, por aproximadamente 3 minutos. Misturou-se posteriormente o óleo de soja e ovo, por 3 minutos. Em seguida, leite (42 °C), açúcar e a enzima transglutaminase foram misturados manualmente até a completa homogeneização e incorporados à massa. A massa foi transferida para formas de alumínio retangulares (27 cm x 12 cm x 6,5 cm), forradas com papel manteiga e levadas a estufa pré-aquecida a 37°C, durante 1 hora e 30 minutos e depois assadas em forno à 170°C, por 22 minutos. As formulações submetidas à descrição sensorial estão apresentadas na Tabela 1.

Ingredientes	Quantidades			
	F1	F2	F3	F4
Leite integral (mL)	100,00	100,00	100,00	100,00
Farinha de Sorgo (g)	75,00	0	0	25,00
Farinha de Teff (g)	0	75,00	0	25,00
Farinha de Yacon (g)	0	0	75,00	25,00
Polvilho doce (g)	70,00	70,00	70,00	70,00
Ovo (g)	50,00	50,00	50,00	50,00
Fécula de batata (g)	46,00	46,00	46,00	46,00
Farinha de Arroz (g)	25,00	25,00	25,00	25,00
Óleo de soja (mL)	10,00	10,00	10,00	10,00
Açúcar refinado (g)	5,00	5,00	5,00	5,00
Sal (g)	4,00	4,00	4,00	4,00
Fermento biológico (g)	3,00	3,00	3,00	3,00
Goma xantana (g)	2,00	2,00	2,00	2,00
Transglutaminase (g)	0,17	0,17	0,17	0,17

Tabela 1. Composição das formulações de pães submetidas as análises.

2.3 Análise Sensorial

Os testes foram realizados em cabines individuais do laboratório de análise

sensorial (UTFPR- câmpus Campo Mourão) e composta por uma equipe de 60 julgadores, maiores de 18 anos. Esse projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da UTFPR sob o parecer CAAE: 88116618.2.0000.5547. Os provadores foram previamente informados sobre o produto a ser provado e sobre os métodos JAR e CATA, esclarecendo ao provador cada etapa do teste conforme a metodologia descrita por (ARES et al., 2017).

As amostras de pão de aproximadamente 30 g, cortadas em fatias, foram servidas aos julgadores em pratos descartáveis brancos, de forma aleatorizada e balanceada, codificadas com códigos de três dígitos aleatórios.

Primeiramente foi aplicado a metodologia CATA onde cada um dos provadores foi questionado quanto à identificação ou não (1 ou 0) de 32 atributos, nas quatro amostras de pão. Os 32 atributos foram selecionados a partir do levantamento de termos realizado em pesquisas anteriores, onde as amostras foram descritas sensorialmente por meio de Perfil Flash. A posição dos termos no questionário foi balanceada de acordo com metodologia adaptada descrita por (JAEGER et al., 2015). Os participantes receberam o questionário juntamente com as fichas da escala JAR.

Em seguida foi aplicado a metodologia JAR, com o objetivo de identificar a intensidade ideal dos 11 atributos sensoriais avaliados para as formulações de pão desenvolvidas com farinhas de sorgo (F1), teff (F2), yacon (F3) e a formulação otimizada, contendo mistura dessas três farinhas (F4). Usando uma escala de 5 pontos, os 60 consumidores foram solicitados a indicar a intensidade de cada atributo sensorial, utilizando uma escala que varia de 1 (muito menos que o ideal) à 5 (muito mais que o ideal) (POPPER, 2014; ROTHMAN; PARKER, 2009).

As análises de dados do CATA foram realizadas no software Statistica 12.0 com o emprego da Análise de Correspondência (AC) e a Análise de Agrupamento (AA) em ambos os testes (ALVES; FERNANDES; REIS, 2009), (CZERMAINSKI, 2019). Para a análise de Agrupamento, a medida de similaridade empregada foi a Distância Euclidiana e o método hierárquico utilizado para a formação do agrupamento foi o Método de Ward (MINGOTI, 2005). A análise de dados do JAR foi realizada a partir do gráfico de frequência obtido no software Excel 2019.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As respostas obtidas dos julgadores pelo CATA foram analisadas pela avaliação de frequência de citações dos atributos que classifica os 32 atributos de acordo com a sua presença ou não. A partir dessas respostas realizou-se a Análise de Correspondência (AC) e Análise de Agrupamento (AA). Utilizando a distância Euclidiana como nível de similaridade e o método de Ward como o método hierárquico foi identificada a presença de quatro grupos, como dispostos na Figura 1. O grupo vermelho refere-se à F1 (100% sorgo), o verde e o azul a F2 (100% teff) e F3 (100% yacon), respectivamente e o grupo amarelo

refere-se à amostra F4 (Otimizada).

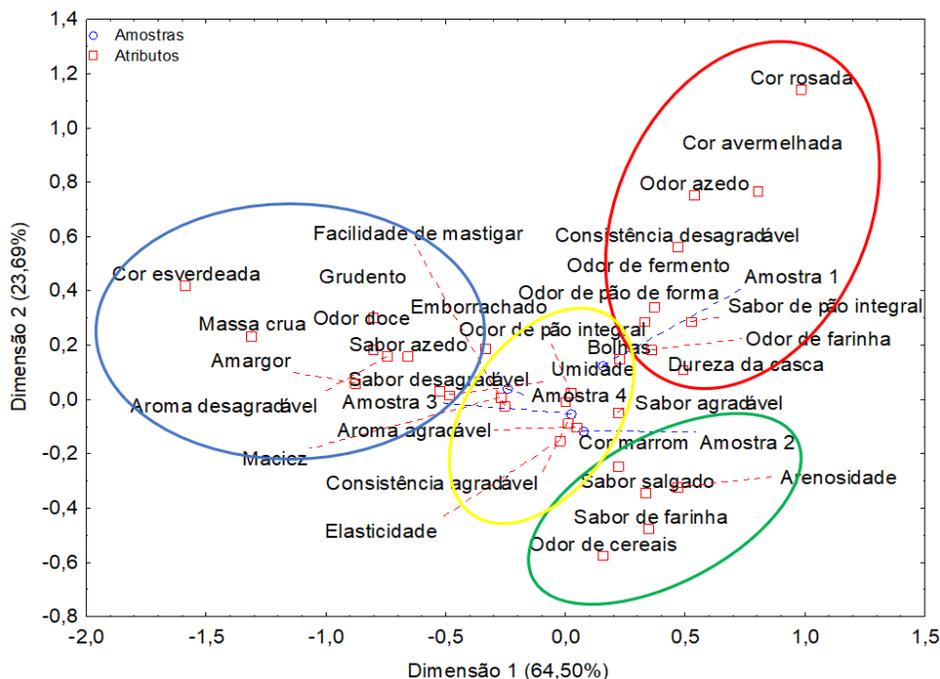


Figura 1. Mapa percentual bidimensional com agrupamento.

A partir dos agrupamentos foi possível identificar que a amostra F1, caracterizada por 100% de sorgo, apresentou diversos atributos como cor avermelhada, cor rosada e dureza da casca. Essa coloração é devido a presença da farinha de sorgo, um cereal que possui pericarpo vermelho o que confere aos produtos essa característica. Já dureza da casca se deve à gelatinização inadequada durante o cozimento, resultando em pães com alta rigidez como sugerido em outras pesquisas (HAGER et al., 2012; MARSTON; KHOURYIEH; ARAMOUNI, 2016; YOUSIF; NHEPERA; JOHNSON, 2012). F1 também apresentou odor de pão de forma, sabor de pão integral, odor de fermento, odor de farinha, odor azedo, bolhas e consistência desagradável. A presença de bolhas, de acordo com Onyango et al., (2010) deve-se a interação entre as farinhas sorgo e arroz que melhoram as propriedades de gelatinização do amido, o que confere ao pão melhoria na estruturação e, conseqüentemente, melhoria na formação de alvéolos no miolo. Odor de fermento e sabor de pão de integral também estiveram presentes no trabalho de Aguiar et al., (2020). A amostra F2, composta por farinha de teff, apresentou sabor de farinha, gosto salgado, arenosidade e odor de cereais, característica típica de produtos contendo esse cereal (VIELL et al., 2020).

A amostra F3, composta por 100% de farinha de yacon foi descrita pelos atributos de odor e sabor doce que são características sensoriais desta matéria-prima, que é rica em frutooligossacarídeos (FOS), segundo Santana e Cardoso, (2008). A cor esverdeada foi outro atributo citado, o yacon apresenta uma coloração que vai do amarelo intenso ao marrom devido a presença de pigmentos carotenóides, como indicado por Dahal, Ojha e Karki, (2020). Foram identificados os atributos maciez, emborrachado, facilidade de mastigar, grudento e umidade. A maciez também é outra característica de produtos preparados com farinha de yacon e foi observada em outras pesquisas onde se verificou que quanto maior teor de yacon, maior a maciez dos produtos (KIM et al., 2012; VIELL et al., 2020). Os atributos umidade e grudento estão relacionados ao teor de frutanos, que resultam numa elevada capacidade de retenção de água, condição relatada por Rolim et al. (2010).

As respostas obtidas pelo método JAR foram analisadas pela avaliação de frequência de citações dos 11 atributos. Entretanto, foram selecionados apenas cinco atributos considerados mais importantes para pão. Os resultados da avaliação de frequência estão sendo representada pela Figura 2.

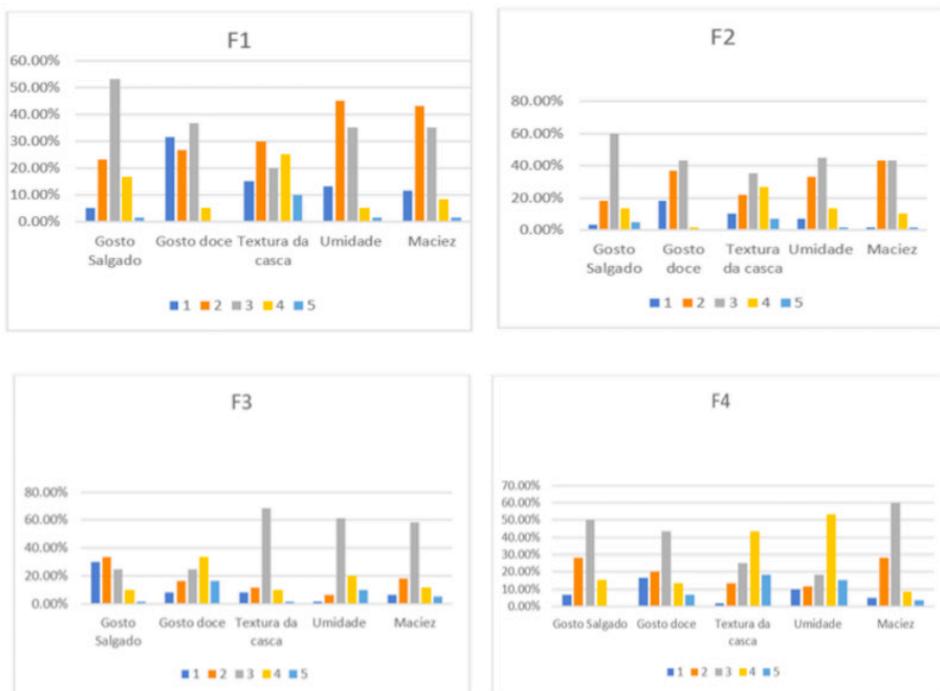


Figura 2. Mapa percentual bidimensional com agrupamento.

Na formulação composta por 100% farinha de sorgo (F1), 53,33% dos consumidores relataram o sabor salgado ideal, como sendo ideal. Já para o sabor doce, 36,67% consideraram essa característica como ideal o que indica que essa formulação apresentou características desejáveis no quesito sabor. Porém, com relação à umidade, maciez e textura da casca, 45,00%, 43,33% e 30,00% dos provadores (respectivamente) indicaram como sendo inferior ao ideal, indicando que a consistência é desagradável, assim como foi relatado nos resultados do CATA.

A formulação composta apenas por farinha de teff (F2) foi a mais indicada como ideal no quesito sabor. Os atributos gosto salgado e gosto doce foram assinalados como ideais na frequência de 60% e 43,33% respectivamente. Já a formulação composta por apenas por farinha de yacon (F3) foi a que mais se aproximou do ideal em relação a umidade, maciez e textura da casca, sendo que 58,33%, 61,67% e 68,330% dos provadores, respectivamente, indicaram esses atributos como ideais. Este achado está associado com a presença farinha de yacon, ingrediente que proporciona maciez ao produto. Entretanto, 33,33% dos provadores consideraram o sabor doce como acima do ideal, e o sabor salgado do abaixo do ideal. O que sugere a baixa aceitação da farinha de yacon devido a sua doçura característica, sugerindo a necessidade de um acréscimo de maior de sal ou uso desse ingrediente em menores quantidades.

A formulação otimizada (F4) apresentou maior citação como ideal em relação ao atributo maciez, sendo que 60% dos provadores a classificaram como tal. Porém, os aspectos referentes a umidade e textura foram classificados como maiores que o ideal. Os atributos relacionados a sabor também foram ideais. Os resultados indicam que as farinhas de sorgo e teff influenciam positivamente para o sabor do pão. Porém, essas farinhas resultam em pães com consistência desagradável. Já a farinha de yacon prejudica o sabor, entretanto, melhora a sua textura, conferindo maior maciez.

4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, foi possível obter o perfil sensorial descritivo das quatro formulações de pães isentos de glúten através das metodologias *Check-All-That-Apply* (CATA) e *Just-About-Right* (JAR). F1 foi caracterizada pelos atributos bolhas, cor avermelhada, odor de pão, sabor de pão integral, dureza da casca, odor de fermento, odor azedo e consistência desagradável. F2 apresentou sabor de farinha, gosto salgado, arenosidade e odor de cereais. F3 foi classificada pelos atributos odor doce, maciez, emborrachado, cor esverdeada, sabor desagradável, facilidade de mastigar, umidade, aroma desagradável. F4 foi caracterizada por aroma agradável, uma boa mastigabilidade e elasticidade. O sabor de F1 e F2 foi classificado como ideal, porém a textura estava aquém do ideal. Na F3 “gosto doce” foi além do ideal e a textura ideal. Já na F4 os índices relativos a sabor e textura foram ideais. Os resultados indicam que as farinhas de sorgo

e teff influenciam positivamente para o sabor do pão. Porém, resultam em pães com consistência desagradável. A farinha de yacon prejudica o sabor, entretanto, melhora a sua textura contribuindo com maior maciez.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Lorena Andrade de et al. Comparison of two rapid descriptive sensory techniques for profiling and screening of drivers of liking of sorghum breads. **Food Research International**, [S. l.], v. 131, p. 108999, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.108999. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996920300247>.
- ARES, Gastón et al. Hedonic product optimisation: CATA questions as alternatives to JAR scales. **Food Quality and Preference**, [S. l.], v. 55, p. 67–78, 2017. DOI: 10.1016/j.foodqual.2016.08.011. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329316301732>.
- ARES, Gastón et al. CATA questions for sensory product characterization: Raising awareness of biases. **Food Quality and Preference**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 114–127, 2013. DOI: 10.1016/j.foodqual.2013.04.012. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329313000670>.
- CHENG, Acga et al. Diversifying crops for food and nutrition security - a case of teff. **Biological Reviews**, [S. l.], v. 92, n. 1, p. 188–198, 2017. DOI: 10.1111/brv.12225. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/brv.12225>.
- CHOQUE DELGADO, Grethel Teresa et al. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): A Functional Food. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S. l.], v. 68, n. 3, p. 222–228, 2013. DOI: 10.1007/s11130-013-0362-0. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11130-013-0362-0>.
- CONTE, P. et al. Technological and Nutritional Challenges, and Novelty in Gluten-Free Breadmaking: a Review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, [S. l.], v. 69, n. 1, p. 5–21, 2019. DOI: 10.31883/pjfn-2019-0005. Disponível em: <http://journal.pan.olsztyn.pl/Technological-and-Nutritional-Challenges-and-Novelty-in-Gluten-Free-Breadmaking-a,100424,0,2.html>.
- DAHAL, Sagar; OJHA, Pravin; KARKI, Tika Bahadur. Functional quality evaluation and shelf life study of synbiotic yacon juice. **Food Science & Nutrition**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 1546–1553, 2020. DOI: 10.1002/fsn3.1440. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fsn3.1440>.
- GACULA, Maximo et al. THE JUST-ABOUT-RIGHT INTENSITY SCALE: FUNCTIONAL ANALYSES AND RELATION TO HEDONICS. **Journal of Sensory Studies**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 194–211, 2007. DOI: 10.1111/j.1745-459X.2007.00102.x. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-459X.2007.00102.x>.
- HAGER, Anna Sophie et al. Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counterparts. **European Food Research and Technology**, [S. l.], 2012. DOI: 10.1007/s00217-012-1763-2.
- HOSSEINI, Seyede et al. Gluten-free products in celiac disease: Nutritional and technological challenges and solutions. **Journal of Research in Medical Sciences**, [S. l.], v. 23, n. 109, 2018. DOI: 10.4103/jrms.JRMS_666_18.

JAEGER, Sara R. et al. Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. **Food Quality and Preference**, [S. l.], v. 42, p. 154–164, 2015. DOI: 10.1016/j.foodqual.2015.02.003. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329315000348>.

JNAWALI, Prakriti; KUMAR, Vikas; TANWAR, Beenu. Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. **Food Science and Human Wellness**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 169–176, 2016. DOI: 10.1016/j.fshw.2016.09.003. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213453016300325>.

KIM, Won-Mo et al. Physical and Sensory Characteristics of Bread Prepared by Substituting Sugar with Yacon Concentrate. **Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition**, [S. l.], v. 41, n. 9, p. 1288–1293, 2012. DOI: 10.3746/jkfn.2012.41.9.1288. Disponível em: <http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE01975221>.

MARSTON, Kathryn; KHOURYIEH, Hanna; ARAMOUNI, Fadi. Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake. **LWT - Food Science and Technology**, [S. l.], v. 65, p. 637–644, 2016. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.08.063. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643815301572>.

MCCANN, Thu; KRAUSE, Debra; SANGUANSRI, Peerasak. Sorghum - New gluten-free ingredient and applications. **Food Australia**, [S. l.], v. 67, n. 6, p. 24–26, 2015.

ONYANGO, Calvin et al. Rheological and baking characteristics of batter and bread prepared from pregelatinised cassava starch and sorghum and modified using microbial transglutaminase. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 97, n. 4, p. 465–470, 2010. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2009.11.002. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877409005512>.

PELLEGRINI, Nicoletta; AGOSTONI, Carlo. Nutritional aspects of gluten-free products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 95, n. 12, p. 2380–2385, 2015. DOI: 10.1002/jsfa.7101. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.7101>.

POPPER, Richard. **Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling**. [s.l.] : CRC Press, 2014. DOI: 10.1201/b16853. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781466566309>.

ROLIM, P. M. et al. Principal component analysis of sliced bread formulated with yacon meal (*Smallanthus sonchifolius*(Poepp.) H. Rob.). **Revista Ceres**, [S. l.], v. 57, n. 1, p. 12–17, 2010.

ROTHMAN, Lori; PARKER, Merry Jo (ORG.). **Just-About-Right (JAR) Scales: Design, Usage, Benefits, and Risks**. ASTM International, 2009. DOI: 10.1520/MNL63-EB. Disponível em: <http://www.astm.org/doiLink.cgi?MNL63-EB>.

SANTANA, Isabelle; CARDOSO, Marisa Helena. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 898–905, 2008. DOI: 10.1590/S0103-84782008000300050. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000300050&lng=pt&tlng=pt.

STEFOSKA-NEEDHAM, Anita et al. Sorghum: An Underutilized Cereal Whole Grain with the Potential to Assist in the Prevention of Chronic Disease. **Food Reviews International**, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 401–437, 2015. DOI: 10.1080/87559129.2015.1022832. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/87559129.2015.1022832>.

TORBICA, Aleksandra; HADNAĐEV, Miroslav; DAPČEVIĆ HADNAĐEV, Tamara. Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. **Food Research International**, [S. l.], v. 48, n. 1, p. 277–283, 2012. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.05.001. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996912001354>.

VIELL, Franciele Leila Giopato et al. Sensory characterization of gluten-free bread enriched with teff (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) using flash profile and common dimension analysis. **Journal of Food Processing and Preservation**, [S. l.], v. 44, n. 2, p. e14335, 2020. DOI: 10.1111/jfpp.14335. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14335>.

YOUSIF, Adel; NHEPERA, Dorothy; JOHNSON, Stuart. Influence of sorghum flour addition on flat bread in vitro starch digestibility, antioxidant capacity and consumer acceptability. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 134, n. 2, p. 880–887, 2012. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.02.199. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814612004141>.

ZHU, Fan. Chemical composition and food uses of teff (*Eragrostis tef*). **Food Chemistry**, [S. l.], v. 239, p. 402–415, 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.06.101. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881461731083X>.

DESENVOLVIMENTO DE BARRAS ALIMENTÍCIAS UTILIZANDO MISTURAS DE FRUTAS DESIDRATADAS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Milton Nobel Cano-Chauca

Professor do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1033917187117771>

Daniela Silva Rodrigues

Discente em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1798183404171950>

Adriana Gonçalves Freitas

Discente em Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1419854059842323>

Hugo Calixto Fonseca

Discente do Programa do Mestrado em Produção Animal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6535047743271079>

Kelem Silva Fonseca

Pesquisadora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/3426588794620789>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi desenvolver barra alimentícia à base de frutas desidratadas e avaliar a influência de diferentes formulações e compactações nas características físico-químicas e propriedades físicas do produto. As frutas abacaxi, mamão, manga e banana foram desidratadas em secador de bandeja, trituradas e compactadas no formato de tabletes e, em seguida, receberam cobertura de chocolate. Foram elaboradas três formulações, as quais foram procedidas a análises físico-químicas, de textura e higroscopicidade e os dados obtidos submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados indicaram que as barras de frutas apresentaram características físico-químicas dentro da faixa de valores considerados como adequados e seguros para conservação. As forças de compactação utilizadas não influenciaram na textura e higroscopicidade do produto. As formulações F1 e F2 apresentaram menores valores de força de corte (N) e higroscopicidade. Pode-se concluir que as barras alimentícias resultaram em um produto estável, com propriedades físicas e físico-químicas adequadas.

PALAVRAS-CHAVE: Atividade de água, Barras, Estabilidade, Lanches.

DEVELOPMENT OF FOOD BARS USING MIXTURES OF DEHYDRATED FRUIT

ABSTRACT: The objective of this work is to develop the base bar for the dehydrated fruit base and to evaluate the influence of different formulations and compacts on the physical-chemical characteristics and physical properties of the product. As fruit pineapple, papaya, mango

and banana were dehydrated in tray drier, crushed and compacted without table format, instead they received chocolate coating. Three formulations were developed, such proceeded to chemical-physical, texture and hygroscopic analyzes, and the data obtained were subjected to analysis of variance and Tukey test at 5% probability. The results indicated that as fruit bars presented physical-chemical characteristics within the range of values adequate and safe for conservation. As compaction forces did not influence the texture and hygroscopicity of the product. As formulations F1 and F2 presented lower values of shear force (N) and hygroscopicity. It can be concluded that as food bars resulted in a stable product with adequate physical and physicochemical properties.

KEYWORDS: Water activity, Stability. Snack food.

1 | INTRODUÇÃO

Barras alimentícias são produtos normalmente consumidos em situações e condições circunstanciais, possuem longa vida de prateleira devido a baixa atividade de água (a_w) quando comparadas à produtos similares, além de serem resistentes à choques e de fácil distribuição (KASIM et al., 2017). Quando elaboradas à base de polpa de frutas naturais, são mais nutritivas e organolepticamente aceitáveis, uma vez que resultam em produtos com quantidades substanciais de fibras, minerais e vitaminas (SHARMA et al., 2013).

Nos últimos anos, a caracterização de barras alimentícias tem sido objeto de diversas pesquisas, as quais também propõem a utilização de diferentes matérias-primas no processamento desses produtos, como polpa de frutas (JAHANZEB et al., 2016), cereais (PALLAVI et al., 2015; SERBAI et al., 2016), subprodutos agroindustriais (PAIVA et al., 2012) e farinhas de frutos e outros alimentos (ABBAS et al., 2016; BAMP & BRIZOLA, 2017; CZAIKOSKI et al., 2016; SILVA et al., 2013; SILVA et al., 2016). Além disso, outros ingredientes, como a incorporação de proteínas de origem animal na formulação de barras de alto valor protéico, têm sido reportados por influenciar nas propriedades reológicas e estruturais do produto (BANACH et al., 2014;; BANACH et al., 2016).

Atualmente, o Brasil vem destacando-se na produção de frutas, com grande demanda interna de banana, mamão e abacaxi, as quais estão entre as cinco principais (AMARAL et al., 2016). Entretanto, ocorre grandes perdas ao longo da cadeia produtiva (VIDHYA & NARAIN, 2011) e uma alternativa na conservação dessas frutas é a desidratação, pois apresenta ser um método de baixo custo e simples operação (CELESTINO, 2010).

As características das barras de frutas, seja física, química ou sensorial, são decorrentes dos tipos de ingredientes que são adicionados e o tipo de processo adotado (SOUSA et al., 2016; WIDJANARKO; NUGROHO; ESTIASIH, 2011; VIJAYANAND et al., 2000). Porém, poucos trabalhos abordaram a aplicação da força de compactação no processamento desses alimentos, a qual pode ser utilizada afim de melhorar certas propriedades físicas, como textura e higroscopicidade, e conseqüentemente, aumentar a estabilidade do produto. Portanto, o objetivo deste estudo foi desenvolver barra alimentícia à

base de frutas desidratadas e avaliar a influência de diferentes formulações e compactações nas características físico-químicas, propriedades de textura e higroscopicidade do produto.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Processamento de Produtos de Origem Animal e Vegetal (TPAV) do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, campus de Montes Claros, Minas Gerais.

Para a preparação das barras de frutas foram utilizados frutos de banana Prata, mamão Formosa, abacaxi Pérola e manga Palmer adquiridos no comércio local. Foram utilizadas frutas maduras, com consistência firme e tamanho uniforme, sendo o ponto o mesmo para o consumo.

Primeiramente, as frutas selecionadas foram lavadas em água corrente e, em seguida, sanitizadas em água clorada à 50 ppm por 20 minutos. Logo após, foram novamente lavadas em água corrente, descascadas e fatiadas manualmente.

Após as etapas anteriores, as frutas foram colocadas em bandejas do secador para a desidratação. Foi utilizado secador estacionário tipo cabine, modelo Home Dryer, com circulação forçada de ar composto de uma câmara de secagem com sete bandejas de 0,25 m² cada. A secagem foi realizada na temperatura do ar de 55 °C, para velocidade do ar de secagem de 0,5 m/s sobre as frutas, as quais foram desidratadas até atingirem a umidade final de 6%.

As frutas, uma vez desidratadas, foram trituradas e misturadas conforme proporções apresentadas na Tabela 1. A mistura foi colocada em caixa inox de dimensões 10x15 cm, compactada mediante uso de prensa hidráulica (modelo P10 ST) com duas forças de compactação, P1 e P2, referentes à 3,0 e 3,5 toneladas, respectivamente. Após a prensagem, o produto foi cortado em formato retangular, com dimensões de 10 cm de comprimento e 2,8 cm de largura. Logo depois, as barras receberam cobertura de chocolate meio amargo, por meio de imersão. Em seguida, realizou-se a embalagem, etiquetagem e armazenamento do produto para posteriores análises.

Formulação	Proporções de frutas (%)			
	Banana	Abacaxi	Manga	Mamão
F1	70	5	10	15
F2	70	5	15	10
F3	70	5	20	5

Tabela 1. Proporções de frutas desidratadas utilizadas na elaboração das diferentes formulações de barras alimentícias

Na caracterização físico-química do produto, foram realizadas análises de umidade,

sólidos solúveis totais (SST), pH e atividade de água (A_w), conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

A textura foi determinada instrumentalmente, mediante o uso de texturômetro, modelo TA XT Express. Esse aparelho, com a ajuda de “software”, forneceu diretamente a força de corte (N). Nesse caso, utilizou-se célula tipo “Probe Blade Set”. As leituras foram realizadas em três pontos da amostra, em triplicata.

O texturômetro foi programado da seguinte forma: Mode: compression; Pré-Test Speed: 5mm/s; Trigger Force: 5 g; Return Speed: 5 mm/s; Test Distance: 12 mm. No “software”, obteve-se um gráfico de força x tempo, e tomou-se o pico da curva obtida.

Para esta análise foram pesados de aproximadamente 2 g da amostra das barras de frutas e colocados em placas petri dentro de dessecador contendo solução saturada do sal cloreto de potássio (KCl) com atividade de água de 0,85. A análise foi realizada na temperatura de 25 °C. As amostras foram pesadas em intervalos de 48 horas, por 12 dias.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3 com três repetições. As três diferentes formulações (F1, F2 e F3) foram submetidas a duas forças de compactação (P1=3,0 toneladas e P2=3,5 toneladas). Após as análises realizadas, os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste Tukey a 5%, com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2008).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização físico-química é necessária, uma vez que pode-se relacionar tais características com a qualidade do produto processado. As barras de frutas apresentaram valores de atividade de água variando de 0,54 a 0,56 (Tabela 2). Isto deve-se ao fato de que as frutas desidratadas utilizadas nas formulações apresentavam baixos valores de umidade e alto teor de açúcar, o que resultou em baixos valores de atividade de água.

Características físico-químicas	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Atividade de água (A_w)	0,54	0,56	0,55
SST (°Brix)	40,8	43,2	43,2
Umidade (%)	7,38	7,71	7,89
pH	4,90	4,89	4,80

TABELA 2. Médias dos valores obtidos na análise físico-química das barras de frutas elaboradas com diferentes formulações antes de compactadas.

Su-Ah, Ahmed e Eun (2017) reportaram menores valores de atividade de água em barras de cereais contendo sacarina (0,4496 a 0,4695), enquanto Salleh, Ying e Mousavi (2017) observaram maiores valores em barra de frutas à base de sapoti (0,744 a 0,781). Sampaio et al. (2010), estudando as características físico-químicas e nutricionais de barras

de cereais elaboradas e fortificadas com ferro, relataram que a atividade de água tendeu a variações de 0,363 a 0,405%, enquanto Freitas e Moretti (2006) reportaram média de 0,637%. Segundo Park et al. (2001), a determinação da atividade de água é uma das medidas mais importantes no processamento e análise dos produtos agropecuários *in natura* ou processados, devido à sua influência no que diz respeito à qualidade e à estabilidade do produto. Em geral, limites de atividade de água diferem entre os microrganismos, com algumas leveduras osmofílicas e fungos filamentosos xerofílicos capazes de crescer lentamente acima de 0,6 (ALZAMORA, 2003).

Segundo Chaves et al. (2004), os açúcares constituem a maior parte dos sólidos solúveis das frutas. Sendo assim, as três formulações de barras de frutas não compactadas apresentaram alto conteúdo de açúcares, com valores na faixa de 40,2 a 43,2 °Brix (Tabela 2). Vidhya & Narain (2011) ao desenvolverem barra de fruta de “wood apple”, reportaram o valor de 71,5 °Brix, superior ao analisado no presente trabalho. A diferença pode ser justificada pela adição de outros ingredientes na elaboração das barras de “wood apple”, como açúcar e leite em pó.

Conforme apresentado na Tabela 2, as barras de frutas atingiram valores de umidade na faixa de 7,34 a 7,89%, o que as torna estáveis às deteriorações tanto de origem físico-química como microbiológica. Portanto, durante a secagem foi removida elevada quantidade de água. Estudos com barras alimentícias têm reportado teores de umidade mais elevados que o presente estudo. Su-Ah, Ahmed e Eun (2017) reportaram teor de umidade em barras de cereais de baixa caloria variando de 10,80 a 10,18% após 90 dias de armazenamento e, de acordo com os autores, juntamente com a atividade de água, a umidade tem grande influência na aceitabilidade desses produtos. Em diferentes formulações de barras de cereais com adição de murici-passa, Guimarães e Silva (2009) relataram valores de umidade variando entre 9,39 e 11,63%. O estudo realizado por Peuckert et al. (2010), ao elaborar barra de cereal adicionada de proteína de soja e camu-camu, obteve valor de 12,24% de umidade. Isso se deve, provavelmente, ao fato do produto elaborado pelos autores conter na formulação proteína texturizada de soja, que possui propriedade higroscópica. Sharma et al. (2013) e Salleh, Ying e Mousavi (2017) relataram porcentagens ainda maiores de umidade, respectivamente, em barra de fruta elaborada com damasco selvagem (18,9%) e sapoti (19,5%).

A determinação do pH fornece dado valioso na apreciação do estado de conservação do produto alimentício. Nos processos de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, ocorre a alteração quase sempre da concentração dos íons de hidrogênio. As três formulações de barra de frutas sem compactação possuem pH na faixa de 4,8 a 4,9 (Tabela 2). Resultados similares foram obtidos por Schrammel e Ribeiro (2014) em barras mistas de frutas, as quais apresentaram valores iniciais de pH de 4,70 e 5,00 para as formulações que continham cupuaçu desidratado e açaí, respectivamente. Valores superiores de pH, na faixa de 5,29 a 5,40 e 6,84 a 6,89, foram observados por Akhtara et

al. (2014) logo após a elaboração de barras de frutas de maçã e por Da Silva et al. (2014) em barras adicionadas de farinha de marolo, respectivamente. Em contrapartida, valores inferiores foram relatados por Ahmad et al. (2005), que estudando barras alimentícias de mamão e tomate determinaram valores de pH na faixa de 4,3 a 4,6. Os valores do presente estudo indicam que o produto é de baixa acidez (DOS SANTOS et al., 2008) e, portanto, pode estar sujeito a deteriorações de origens físico-química e microbiológica, porém os valores de atividade de água encontrados em todos os tratamentos podem garantir a estabilidade das barras de frutas quanto ao crescimento de microrganismos.

As forças de compactação utilizadas neste trabalho (3,0 e 3,5 ton) não influenciaram na textura e higroscopicidade do produto final. No entanto, a formulação F3 apresentou maior força de corte e higroscopicidade entre as amostras testadas (Tabela 3). Desse modo, as formulações F1 e F2 apresentaram força de corte (N) mais adequada para a elaboração das barras de frutas, resultando em produto mais macio. Adicionalmente, as amostras (F1 e F2) também apresentaram maior estabilidade durante o período avaliado devido a menor quantidade de água absorvida (Tabela 3).

Propriedade	Formulação		
	F1	F2	F3
Textura	59,44 ^a	54,48 ^a	72,15 ^b
Higroscopicidade	22,07 ^a	21,99 ^a	25,59 ^b

Nota: Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

TABELA 3. Média dos valores obtidos da análise de textura (N) e higroscopicidade (g de água absorvida/ 100 g de sólido) das barras de frutas elaboradas com diferentes formulações, após 12 dias de armazenamento.

A diferença dos valores de textura obtidos entre as amostras deve-se à estrutura heterogênea gerada pelas formas e tamanhos dos pedaços das frutas desidratadas que foram utilizadas, assim como pela proporção destas em cada formulação. O presente trabalho corrobora com os estudos realizados por Nadeem, Haseeb e Awan (2012), que observaram efeito significativo na textura das barras quando adicionadas de damascos secos em diferentes concentrações. Ademais, de acordo com Sun-Waterhouse et al. (2010), a adição de ingredientes com capacidade de absorção de água, principalmente os que contém fibras insolúveis, aumentaria a suavidade inicial e aumentaria a vida útil das barras alimentícias. Diante do exposto, os autores observaram redução de aproximadamente 30% da dureza das barras analisadas devido a adição da inulina.

Os valores deste trabalho são similares aos reportados por Cano-Chauca et al. (2005), que estudando o comportamento higroscópico em sucos de frutas em pó

encontraram valores de ganhos de água na faixa de 20 a 30 g de água/100 g de sólido. Maior absorção de água (36,59 g de água/100 g de sólido) foi relatada por Dos Santos et al. (2015) em suco de umbu co-cristalizado com pH 3,0. Quando o suco foi preparado com polpa de umbu com pH igual a 4,5, o quantidade de água absorvida foi de apenas 3,94 g de água/100 g de sólido. Os autores justificam a diferença da higroscopicidade pela provável hidrólise da sacarose, influenciada pela atividade de água e pH.

A higroscopicidade dos alimentos pode ser afetada por vários fatores. Entre eles, o mecanismo de adsorção molecular, que ocorre sob baixa atividade de água. A adesão das moléculas de água do ambiente ao produto pode ser devido a diversas forças de atrações, principalmente, pela ligação de hidrogênio. Então, quanto maior o número de moléculas polares ou iônicas, maior será a higroscopicidade dos alimentos (FIGURA & TEIXEIRA, 2007). Algumas técnicas ou ingredientes atenuam essa capacidade de adsorção, sobretudo, pelas estruturas hidrofóbicas que possuem. A microencapsulação de hidrolisados de caseína, ingrediente comum em barras proteicas, apresentou resultados satisfatórios na redução da higroscopicidade desses produtos (ROCHA et al., 2009).

4 | CONCLUSÃO

As barras alimentícias elaboradas a base de frutas desidratadas utilizando as formulações F1 (70% de banana, 5% de abacaxi, 10% de manga e 15% de mamão) e F2 (70% de banana, 5% de abacaxi, 15% de manga e 10% de mamão) apresentam qualidade superior, uma vez que resultam em produtos macios e menos higroscópicos, além de características físico-químicas adequadas capazes de garantir a estabilidade do produto.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, S. et al. Preparation of Sesame Flour Supplemented High Protein and Energy Food Bars. **Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research. Series B. Biological Sciences**, v. 59, n. 1, p. 20-32, 2016.
- AHMAD, S.; VASHNEY, A.K.; SRIVASTA, P.K. Quality attributes of fruit bar made from papaya and tomato by incorporating hydrocolloids. **International Journal of Food Properties**, v. 8, n. 1, p. 89-99, 2005.
- AKHTARA, J. et al. Effect of different level of pectin and starch on quality and storage stability of apple-date fruit bar. **Journal of Food Products Development and Packaging**, v. 1, p. 31-36, 2014.
- ALZAMORA, S.M. et al. The control of water activity. In: ZEUTHEN, P.; BOGH-SORENSEN, L. **Food Preservation Techniques**. 1st. ed. England: Woodhead Publishing and CRC Press, 2003, cap. 8.
- AMARAL, G.V. et al. O desempenho das exportações brasileiras de uva: uma análise da competitividade da região do vale do São Francisco no período de 2005 a 2014. **C@ LEA-Cadernos de Aulas do LEA**, v. 1, n. 5, p. 1-17, 2016.

BAMPI, G.B.; BRIZOLA, R. Desenvolvimento de barras alimentícias com adição de farinha de banana verde. **Unoesc & Ciência-ACBS**, v. 5, n. 1, p. 63-68, 2017.

BANACH, J.C.; CLARK, S.; LAMSAL, B.P. Texture and other changes during storage in model high-protein nutrition bars formulated with modified milk protein concentrates. **LWT-Food Science and Technology**, v. 56, n. 1, p. 77-86, 2014.

BANACH, J.C.; CLARK, S.; LAMSAL, B.P. Microstructural Changes in High-Protein Nutrition Bars Formulated with Extruded or Toasted Milk Protein Concentrate. **Journal of food science**, v. 81, n. 2, 2016.

CANO-CHAUCA, M. et al. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray-drying and its functional characterization. **Innovite Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, p. 420-428, 2005.

CELESTINO, S.M.C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 51 p.

CHAVES, M.C.V. et al. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 4, n. 2, 2004.

CZAIKOSKI, A. et al. Avaliação físico-química e sensorial de barras de cereais com adição de farinha de ameixa (*Prunus salicina*). **Ambiência**, v. 12, n. 2, p. 647-654, 2016.

DA SILVA, E.P. et al. Developing fruit-based nutritious snack bars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 1, p. 52-56, 2014.

DOS SANTOS, G.M. et al. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 58, n. 2, p. 187, 2008

DOS SANTOS, I. P. et al. Características físico-químicas e estabilidade do suco de umbu co-cristalizado com sacarose. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 33, n. 1, 2015.

FERREIRA, D.F. **Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.3 (Build 75)**. Lavras: DEX/UFLA, 2008.

FIGURA, L.O.; TEIXEIRA, A.A. **Food physics: physical properties-measurement and application**. Berlin Heidelberg: Springer. 200.

FREITAS, D.G.C.; MORETTI, R.H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 318-324, abr.-jun. 2006.

GUIMARÃES, M.M.; SILVA, M.S. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 68, n. 3, p. 426-433, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 1a ed. digital, São Paulo, 2008, 1020 p.

JAHANZEB, M. et al. Exploring the nutritional quality improvement in cereal bars incorporated with pulp of guava cultivars. **Journal of Food Processing and Technology**, v. 7, n. 3, 2016.

KASIM, R. et al. Characterization of Snack Food Bars Made of Nixtamalized Corn Flour and Flour Of Nike Fish for Emergency Food. **International Journal of Agriculture System**, v. 5, n. 1, p. 33-41, 2017.

NADEEM, M.; HASEEB, M.; AWAN, J.A. Development and physico-chemical characterization of apricot-date bars. **Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 3, 2012.

PAIVA, A.P. et al. Characterization of food bars manufactured with agroindustrial by-products and waste. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 3, p. 333-340, 2012.

PALLAVI, B.V. et al. Moisture sorption curves of fruit and nut cereal bar prepared with sugar and sugar substitutes. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 3, p. 1663-1669, 2015.

PARK, K.J.; BIN, A.; BROD, F.P.R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra bartlett (*Pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 73-77, 2001.

PEUCKERT, Y.P. et al. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (*Myrciaria dúbia*). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 1, p. 149-154, 2010.

ROCHA, G.A. et al. Microcapsules of a casein hydrolysate: production, characterization, and application in protein bars. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 15, n. 4, p. 407-413, 2009.

SALLEH, R.M.; YING, T.L.; MOUSAVI, L. Development of Fruit Bar Using Sapodilla (*Manilkara zapota* L.). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 2, 2017.

SAMPAIO, C.R.P.; FERREIRA, S.M.R.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Caracterização físico-química e composição de barras de cereais fortificadas com ferro. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 4, p. 607-616, out./dez. 2010.

SCHRAMMEL, F.; RIBEIRO, J. **Desenvolvimento de barra mista de frutas com açaí (*Euterpe precatória*) e com cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*): avaliação físico-química, sensorial e microbiológica**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Rondônia. Departamento de Engenharia de Alimentos, Ariquemes, 2014. 63 f.

SERBAL, D. et al. Adição de prebiótico em barras de cereais: caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre praticantes de lutas marciais. **O Mundo da Saúde**, v. 40, n. 3, p. 343-352, 2016.

SHARMA, S.K. et al. Standardization of technology for preparation and storage of wild apricot fruit bar. **Journal of food science and technology**, v. 50, n. 4, p. 784-790, 2013.

SILVA, E.C.; SOBRINHO, S.; CEREDA, M.P. Stability of cassava flour-based food bars. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 33, n. 1, p. 192-198, 2013.

SILVA, E.P. et al. Effect of adding flours from marolo fruit (*Annona crassiflora* Mart) and jervá fruit (*Syagrus romanzoffiana* Cham Glassm) on the physicals and sensory characteristics of food bars. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 36, n. 1, p. 140-144, 2016.

SOUSA, A.M. et al. Barra Dietética de Cereal Sabor Umbu de Plátano Verde. **Revista de Ciencia y Tecnología**, n. 25, p. 62-69, 2016.

SU-AH, J.; AHMED, M.; EUN, J.B. Physicochemical characteristics, textural properties, and sensory attributes of low-calorie cereal bar enhanced with different levels of saccharin during storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, 2017.

SUN-WATERHOUSE, D. et al. Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1369-1379, 2010.

VIDHYA, R.; NARAIN, A. Development of Preserved Products Using Under Exploited Fruit, wood apple (*Limonia acidissima*). **American Journal of Food Technology**. v. 6, n. 4, p. 279-288, 2011.

VIJAYANAND, P. et al. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. **LWT-Food Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 132-137, 2000.

WIDJANARKO, S.B.; NUGROHO, A.; ESTIASIH, T. Functional interaction components of protein isolates and glucomannan in food bars by FTIR and SEM studies. **African Journal of Food Science**, v. 5, n. 1, p. 12-21, 2011.

CAPÍTULO 16

DESENVOLVIMENTO DE UMA BARRA DE CEREAL A PARTIR DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 08/12/2020

Ronnyely Suerda Cunha Silva

Nutricionista, pela Universidade Federal do Piauí-PI
Teresina-PI
<http://lattes.cnpq.br/5401431994760968>

Whellyda Katrynne Silva Oliveira

Nutricionista, pela Universidade Federal do Piauí-PI
Teresina-PI
<http://lattes.cnpq.br/4061569745394854>

Lindalva de Moura Rocha

Nutricionista, pela Universidade Federal do Piauí-PI
Teresina-PI
<http://lattes.cnpq.br/4890932409639259>

Rafael Elias Fernandes de Oliveira

Aluno de agronomia da Universidade Federal do Piauí-PI
Teresina-PI
<http://lattes.cnpq.br/6535543516308381>

Ana Carolina Santana da Silva

Aluna de agronomia da Universidade Federal do Piauí-PI
Teresina-PI
<http://lattes.cnpq.br/9527037465279714>

Hilton André Cunha Lacerda

Aluno de agronomia da Universidade Federal do Piauí-PI
Teresina-PI

Diego Mesquita Cascimiro

Médico, pela Universidade Federal do Piauí-PI
Teresina-PI
<http://lattes.cnpq.br/0227975031645771>

Gabriela Almeida de Paula

Departamento/Instituição, Professora no Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal do Piauí
Teresina-PI
<http://lattes.cnpq.br/2748309249431215>

RESUMO: As barras de cereais atingiram grande popularidade, visto a ocorrências da associação do seu consumo a prática de uma alimentação saudável, em relação a sua formulação a principal dificuldade é a combinação dos diversos ingredientes com funcionalidade específica. Dessa forma o objetivo do trabalho foi desenvolver e determinar a composição centesimal e a qualidade microbiológica de uma barra de cereal, à base de mesocarpo de coco babaçu. Para o desenvolvimento da barra realizou-se a obtenção da torta desengordurada e do leite de babaçu para posterior formulação. Os resultados obtidos para proteínas, lipídios, cinzas, umidade foram em média 19,25%, 2,17%, 4,12% e 8,41% respectivamente. Conclui-se que a barra de cereal desenvolvida se mostrou um produto promissor, nutritivo e de qualidade para consumo humano e microbiologicamente seguro.

PALAVRAS-CHAVE: Cereais, *Orbignya speciosa*, amido, farinha integral.

DEVELOPMENT OF A CEREAL BAR FROM THE COCO BABAÇU MESOCARP

ABSTRACT: The cereal bars have attained great popularity, since the occurrence of the association of its consumption to a healthy eating, about its formulation the main obstacle is the combination of the many ingredients with specific functionality. Thereby the main objective of the article was to develop and determine the centesimal composition and the microbiological quality of a cereal bar, based on babaçu coconut mesocarp. To the development of the bar, it was performed the obtainment of the defatted pie and of the babaçu's milk for future formulation. The results obtained for proteins, lipids, ashes, humidity were on average 19,25%, 2,17%, 4,17%, 8,41% respectively. It follows that the cereal bar developed has shown to be a promising product, with superior quality and nutrition for human consumption, being also microbiologically secure.

KEYWORDS: Cereal, *Orbignya speciosa*, starch, whole flour.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia vem despertando no consumidor a preocupação em ter uma dieta balanceada e saudável, essa busca por uma vida mais saudável leva os consumidores a pesquisarem por produtos mais leves e naturais, como as barras de cereais (NUNES et al., 2013). Feitas a partir da compactação de frutas desidratadas e de cereais, estas vem apresentando-se como uma alternativa de complemento alimentar, devido à sua praticidade, sabor e ao seu valor nutricional (GUTKOSKI et al, 2017).

As barras de cereais atingiram grande popularidade, visto a ocorrências da associação do seu consumo a prática de uma alimentação saudável, com isso o consumo das mesmas vem aumentando, o que beneficia o crescimento das mesmas no mercado alimentício (GUTKOSKI et al, 2017).

A principal dificuldade para a formulação de uma barra de cereal é a combinação dos diversos ingredientes com funcionalidades específicas, que possam proporcionar uma boa aceitação sensorial, quanto aos aspectos sabor, textura e aparência, além de atingir objetivos nutricionais específicos, em virtude dessa dificuldade a maioria dos processos de formulação de barras de cereais são patenteados. Dessa forma, o mercado de barras de cereais tem proporcionado a diversificação de sabores à indústria alimentícia, em especial a aplicação de farinhas principalmente as livres de glúten, afim de atender as necessidades do consumidor, pois esses produtos alimentícios representam uma alternativa de complemento alimentar, além de facilitar a praticidade o que beneficia o mercado deste setor (BRASIL, 2015).

Uma das alternativas para a formulação de novos produtos alimentícios é a farinha de mesocarpo de babaçu, devido a sua composição química, as suas propriedades medicinais e ao seu elevado teor de amido, minerais, fibras e isenta de glúten, tem possibilitado o seu uso em áreas diversas, como na nutrição humana (BRASIL, 2015).

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Babaçu

Babaçu é o nome genérico dado às palmeiras oleaginosas pertencentes à família *Palmae* e integrantes dos gêneros *Orbignya* e *Attalea* (ZYLBERSZTAJN et al., 2015). Essa palmeira é considerada uma das palmeiras brasileiras mais importantes, encontradas em várias regiões do país, destacando-se pela peculiaridade, graça e beleza da estrutura que lhe é característica (ALBIERO et al., 2016), sendo um vegetal muito rico no ponto de vista de seus constituintes, é composto por um caule denominado de palmeira, possui uma copa com folhas diferenciadas (palhas), sendo que na copa encontra-se seus frutos o coco, o qual, por sua vez, divide-se em: epicarpo, mesocarpo, endocarpo e as amêndoas (FERREIRA, 2014).

Essa palmeira pode alcançar até 20 m de altura, e inicia a frutificação com cerca de 8 a 10 anos de vida, alcançando o ápice da produção aos 15 anos e uma vida média de 35 anos. Tem uma produção durante o ano todo, com média de 3 a 6 cachos de frutos, sendo que cada cacho possui cerca de 150 a 300 cocos e cada coco possui em média 3 amêndoas no seu interior (PAES-DE-SOUZA et al, 2014).

Entre as mais variadas diversidades de espécies extrativistas brasileira, o babaçu (*Orbignya phalerat* Mart.), tem se destacado muito na economia do país. As potencialidades do babaçu são inúmeras, permeando desde a geração de energia ao artesanato, sendo que o fruto, o coco, apresenta o maior aproveitamento econômico, tecnológico e industrial, na produção de diversos produtos (BRASIL, 2009). Cerca de 95% do coco babaçu, pode ser aproveitado com tecnologia disponível, quer como fonte energética, como matéria prima para indústrias de alimentação humana (SANTOS, 2015).

A composição física do fruto indica quatro partes aproveitáveis: 1) epicarpo (15 % do fruto) é a camada externa fibrosa, 2) mesocarpo (20 % do fruto) é a camada intermediária que fica entre o epicarpo e o endocarpo, fibrosa e amilácea, isto é, rica em amido, 3) endocarpo (59 % do coco) é a camada interna lenhosa, onde ficam alojadas as amêndoas e 4) amêndoas (6 % do coco) de cor branca, coberta por uma película de cor castanha, em cada fruto geralmente são encontradas de 3 a 4 amêndoas (TAVARES, 2008).

O mesocarpo é rico em amido e utilizado na alimentação por meio da produção de farinhas, além disso, é utilizado na indústria aglomerante e em siderúrgicas, dentre outras (FERREIRA, 2011). A farinha é obtida a partir da secagem e trituração do mesocarpo. Depois que o mesocarpo é transformado em pó, este é peneirado, umedecido e finalmente torrada em fogo alto. A farinha de mesocarpo de babaçu tem em sua composição 68,3 % de amido; 1,54 % de proteínas; 0,27 % de lipídios; 1,25 % de glicídios solúveis e 2,54 % de fibra alimentar (SOUZA, 2008). Na alimentação humana, devido a sua composição rica em minerais, amido e fibras, o mesocarpo é utilizado para a preparação de bolos, tortas, mingau entre outros produtos (REIS, 2016).

2.2 Barras de cereal

Por serem práticas e de fácil consumo para os consumidores, as barras de cereais têm apresentado um rápido crescimento no mercado, sendo associadas a uma alimentação saudável. Estas ainda são de fácil preparo industrial, sendo que um dos fatores principais é a combinação de ingredientes, para que se completem no sabor, textura e propriedades físicas. As barras de cereais podem conter grãos, juntamente com frutas desidratadas, chocolate e/ou mel (GUTKOSKI et al., 2016).

No mercado existem quatro tipos de barras: as fibrosas, na qual possuem altos níveis de glicose e de fibras, contribuindo com um nível considerável de energia, sendo recomendado o seu consumo após a prática de atividades físicas, as diet, na qual possuem menos calorias e gorduras, não contêm açúcar, sendo indicadas para quem possui diabetes, ou deseja manter uma dieta com baixos níveis energéticos, as energéticas que são muito calóricas, de fácil absorção, não sendo recomendadas para pessoas sedentárias e as proteicas, sendo esta indicada para quem deseja ganhar massa muscular, devido o seu alto valor proteico e um teor menor de lipídios (DEGASPARI; BLINDER; MOTTIN, 2008).

A principal dificuldade para a formulação de uma barra de cereal é a combinação dos diversos ingredientes com funcionalidades específicas, que possam proporcionar uma boa aceitação sensorial, quanto aos aspectos sabor, textura e aparência, além de atingir objetivos nutricionais específicos (AMARAL, 2016; MESQUITA et al., 2015).

Apesar dos produtos comercializados fora do Brasil exercem grande influência no mercado nacional, as barras de cereais não tinham muita divulgação. O lançamento da barra de cereais no Brasil coube à empresa Nutrimental, em 1992, que atualmente é líder de mercado Brasileiro nesse segmento. A barra de cereais é o carro-chefe da empresa, representando mais de 25% do faturamento (GUTKOSKI et al., 2016).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

A obtenção das amêndoas e do mesocarpo foi através de doação da Empresa BABCOALL, os outros ingredientes foram adquiridos em comércio local, ambos na cidade de Teresina – PI. Os materiais adquiridos foram levados para o setor de frutos do Núcleo de estudo, Pesquisa e Processamento de Alimentos - NUEPPA/UFPI, para posterior desenvolvimento e análise.

3.2 Obtenção da torta de babaçu (TB) e do leite de coco babaçu

Para obtenção da torta de babaçu (TB) as amêndoas foram selecionadas, posteriormente colocadas em uma solução de hipoclorito de sódio para sanitização, depois secas em estufa, trituradas em liquidificador industrial, a torta engordurada foi levada a uma prensa hidráulica, onde foi realizada a extração do óleo, após essa extração usou-se a torta

para formulação da barra.

ATB desengordurada também foi usada para obtenção do extrato aquoso (leite de coco babaçu). Na figura 1 temos o preparo do extrato aquoso (leite de coco babaçu) que seguiu as seguintes etapas: dispersão da TB em água na proporção de 1:2, sendo 250g de torta para 500 mL de água destilada morna, posteriormente triturados no liquidificador por 5 min, depois filtrada em peneira de malha de 1 mm, sendo o filtrado o extrato aquoso de babaçu (LCB).

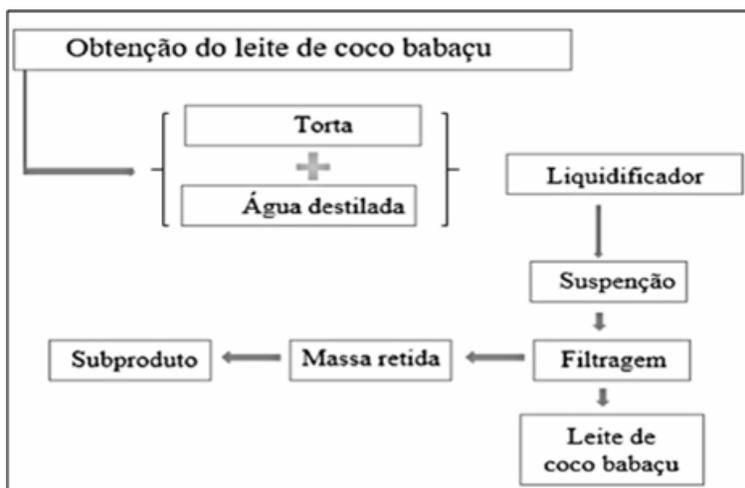


Figura 1. Fluxograma de obtenção do extrato vegetal em pó à base de babaçu.

3.3 Processamento da Barra de Cereal

Foi desenvolvido testes preliminares para a definição da melhor formulação base e definição dos pontos máximos e mínimos de cada variável, dessa forma, obteve-se a melhor formulação.

Pesou-se a torta, o mesocarpo e os demais ingredientes posteriormente foram adicionados em um recipiente de inox, acrescentando aos poucos o leite de babaçu para molhar a massa, misturando-os bem, até a obtenção da massa da barra de cereal. A massa obtida foi laminada em forma de inox retangular, específica para barra de cereal com molde de aço (8,0x2,5x1,5 cm) e em seguida, levada ao forno pré-aquecido, a temperatura de 220 °C por 20 minutos, obtendo-se produtos com peso médio de 25 gramas.

3.4 Análises de composição centesimal

As análises de composição centesimal foram realizadas no Laboratório de Físico-Química (LFQ/NUEPPA), consistindo nas determinações de umidade, cinzas, proteínas e lipídios todas realizadas em triplicata, de acordo com a metodologia recomendada pelo

Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.5 Análises microbiológicas

Para o estudo de coliformes a 45 °C foi empregado o método da American Public Health Association (APHA) do número mais provável (NMP) (KORNACKI, JOHNSON, 2016). Para a contagem de *Salmonella* spp. foi realizado de acordo com o ensaio de presença ou ausência conforme descrito pela APHA (ANDREWS et al., 2013). As análises microbiológicas consistiram na quantificação de coliformes a 45°C e *Salmonella* sp. considerando as diretrizes brasileiras da Resolução RDC nº 12/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, ambas foram realizadas no laboratório de microbiologia do NUEPPA.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados obtidos da composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas e lipídeos) da barra de cereal desenvolvida encontram-se na Tabela 1.

Amostras	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)
1	8,35%	4,22%	19,25%	2,16%
2	8,47%	4,01%	18,9%	2,20%
3	8,43%	4,13%	19,6%	2,16%
X	8,41%	4,12%	19,25%	2,17%

Tabela 1: Resultados obtidos da composição centesimal da barra de cereal desenvolvida encontram-se na Tabela 1.

FONTE: Dados do pesquisador.

Os dados obtidos de umidade ficaram entre 8,35% e 8,41% dessa forma todas as amostras indicaram resultados inferiores a 15% limite estabelecido pela Resolução CNNPA nº 12 de 1978, tais resultados indicam que provavelmente a barra de cereal desenvolvida terá uma vida de prateleira satisfatória, pois produtos com umidade elevada tendem reduzir seu tempo de prateleira e interfere negativamente nas características sensoriais do produto.

Teores baixos de umidades são importantes para manutenção da qualidade físico-química e sensorial das barras de cereais, pois dificultando o aparecimento de microrganismos e a ação enzimática que são agentes de reações indesejáveis. Além disso, mantém atributos sensoriais característicos das barras como a crocância, pois a perda dessa causa o amolecimento das barras motivo de grande rejeição pelos consumidores devido caracterizar perda de fresco e conseqüentemente de qualidade (TAKEUCHI et al, 2005).

Ao analisar os teores de cinza de cada formulação de barra de cereais, foram

encontrados valores que variaram de 4,01% a 4,22%, tendo como média das três amostras o valor de 4,12%, e o maior teor de cinza fora observado na formulação 1, que teve 4,22% de cinza.

As cinzas de um alimento são os resíduos inorgânicos, representados por sais minerais, que permanecem após a queima da matéria orgânica. Considera-se cinza total o resultado da incineração do produto em mufla à temperatura de 550 a 570 °C. O teor de cinzas em alimentos pode variar dentro do limite de 0,1 até 15%, dependendo do alimento ou das condições em que este se apresenta. (Ferreira et al., 2014). As cinzas são constituídas principalmente de grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg, pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn, traços de Ar, I, F e outros elementos. A determinação de cinzas pode não refletir a matéria mineral total do alimento, pode haver perdas como voláteis ou interação com outros constituintes. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Os valores de teor de cinza encontrados nesse trabalho foram superiores aos encontrados por LIMA et al. (2010), os quais encontraram 1,38% de cinzas em barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru e por FERREIRA, ROBERTO E CAMISA (2018) que obteve 1,67% de conteúdo de cinzas em barras de cereais enriquecidas com colágeno hidrolisado, e valores semelhantes aos de Ferreira et al.(2014) que encontrou a média de 3,13% em seu trabalho com castanho do Brasil. A barra de cereal do estudo apresenta conteúdo de cinzas adequado para este tipo de alimento, tendo seu valor dentro do limite de 0,1 até 15% (FERREIRA et al., 2014).

Em relação à análise das proteínas os valores oscilaram entre 18,9% a 19,25%, obtendo média de 19,25%. O maior valor de proteínas encontra-se na amostra 3 com valor de 19,6% de proteínas. Ao comparar com outras barras de cereais, mesmos estas sendo de alto teor proteico observa-se ainda nas preparações deste estudo uma maior porcentagem de proteínas.

A concentração de proteínas nas formulações deste estudo esteve sempre acima dos demais estudos encontrados na literatura, tais como nos estudos de (FREITAS; MORETTI, 2016) que avaliava barras de cereais de alto teor proteico e obteve média de 15,31%; estudo de (BRITO et al., 2014) que verificou apenas 6,27 % e no estudo de (BUENO, 2018) que atingiu apenas 5,36 % de proteínas.

O teor de proteína sempre superior nas formulações da barra de cereais deste estudo pode ser explicado devido à incrementação de alguns ingredientes ricos em proteínas (por exemplo o queijo) junto a sua formulação. A barra de cereais aqui desenvolvida deve ser enquadrada como de alto conteúdo proteico, tendo em vista que em comparação com as demais barras de cereais apresentadas no mercado o seu teor proteico tem sempre média superior.

Ser classificada como uma barra de cereais de alto teor proteico pode ser uma vantagem sobre as demais, vide que pode de ser uma fonte alternativa para dietas hiperproteicas necessitadas em muitos casos seja para melhoria de pacientes em estado

catabolismo proteico ou seja para pessoas que visam a hipertrofia muscular.

Ao analisar os resultados referente aos lipídios, obteve valores entre 2,16% a 2,20%, caracterizando uma média de 2,17%. À vista disso, o produto em questão encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela RDC 360 (BRASIL, 2003), que determina que a porcentagem de lipídeo no rótulo não exceda 20% em relação aos demais nutrientes.

O estudo de (MATTOS, NOGUEIRA, 2019) que desenvolveu e analisou barras de cereais isenta de glúten obteve média de teor lipídico de 9,36%, já o estudo de (OLIVEIRA et al., 2020) observou três tipos de barras de cereais distintas teve como resultado de seus níveis lipídicos de cada uma das amostras 10,19%; 12,79% e 17,95% respectivamente. Ao comparar os resultados dos estudos supracitados aos do estudo em vigor, observa-se que a barra de cereais desenvolvida por esta equipe tem teor lipídico sempre inferior às demais formulações de barras de cereais.

A barra de cereais desenvolvida neste estudo ainda tem porcentagem de lipídios inferior aos estudos de (PINEDO et al., 2013) que teve valor de lipídios de 10,96 % e também inferior ao valor encontrado por (RUTZ et al., 2013) que obteve teor de 11,21%. Caracteriza-se então uma barra de cereais com baixo teor lipídico tornando-se assim uma fonte alternativa para pessoas que pretendem ter baixa ingestão calórica e lipídica.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nas análises microbiológicas das amostras da barra de Cereal.

Amostras	Contagem de Salmonella	Contagem de Coliformes (45 °C)
1	Ausente	< 3,0
2	Ausente	< 3,0
3	Ausente	< 3,0
Padrão	-	5 NMP/ml*
Adequação	100%	100%

* RDC nº12, de 12 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Tabela 2. Resultados da qualidade microbiológica das amostras da Barra de Cereal.

Os resultados obtidos das amostras de barra de cereal em relação à pesquisa de *Salmonella* indicam ausência desse microrganismo pois não houve crescimento de nenhuma colônia característica nas amostras e para contagem de coliformes os valores obtidos foram menores que $3,0 \times 10 \text{ UFC g}^{-1}$ tais valores estão de acordo com o preconizado pela Legislação Brasileira, valores esses estabelecidos pela Resolução RDC nº12/01 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que trata de padrões microbiológicos para *Bacillus cereus*, Coliformes termotolerantes e *Salmonella* spp. para barra de cereal (BRASIL, 2001).

Vale ressaltar que os resultados microbiológicos obtidos comprovam a qualidade da matéria prima e das boas práticas de fabricação que permitiram obter um produto final em conformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução – RDC nº12, (BRASIL, 2001).

5 | CONCLUSÃO

A barra de cereal desenvolvida mostrou-se um produto promissor, nutritivo e de qualidade para o consumo humano, devido os seus bons resultados relacionados os teores de cinzas, proteína e umidade. As análises microbianas estão de acordo com a Resolução RDC nº12/01 da ANVISA, demonstrando ser um alimento seguro microbiologicamente.

REFERÊNCIAS

ALBIERO, Daniel et al. **Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar.** *Acta Amazonica*, Campinas – SP, [s.n.] p.337-346, 15 jul. 2016.

AMARAL, L. A. **Atividade física e diferença significativa/deficiência: algumas questões psicossociais remetidas à inclusão/convívio pelo.** In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ATIVIDADE MOTORA ADAPTADA**, 4., 2016, Curitiba. Anais... Curitiba: SOBAMA, 2016. p. 30-31.

ANDREWS, W. H.; et al In: Downes FP, Ito K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination for Foods**, 4a ed. Washington: APHA, 2013. p. 357-380.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2003). **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional** (Resolução RDC n. 360, de 23 de dezembro de 2003). - Diário Oficial da União

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da União - Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução- RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Dispõe sobre o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Brasília, 10 jan. 2001.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente. **Promoção Nacional da Cadeia de Valor do Coco Babaçu.** Brasília, 2015. Disponível em: <www.territoriosdadacidadania.gov.br/o/3738771>. Acesso em: 06 dez. 2020.

BRITO, I. P. et al. **Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira.** Bol. Centro Pesqui. Process. Aliment, v. 22, n. 1, p. 35-50, 2014.

BUENO, R. O. G. **Características de qualidade de biscoito e barra de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera.** 2012. 118 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

CARVALHO, M. G.; et al. **Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia.** Revista Ciência Agronômica, v. 39, n. 4, p. 517523, 2015.

CONFECTIONERYNEWS: **Tap into the cereal bar potential.** [S.l.]: William Reed. 24 jan. 2016. Disponível em: < <http://www.confectionerynews.com/Formulation/Tap-intothe-cereal-bar-potential>>. Acesso em: 05 dez. 2020.

DEGASPARI, C. H; BLINDER, E. W.; MOTTIN, F. **Perfil nutricional do consumidor de barras de cereais.** Visão Acadêmica, v. 9, n. 1, 2008.

DOCE REVISTA: **Todos querem viver bem.** Definição. 12 mar. 2015. Disponível em: < <http://definicao.com.br/docerevista/capa/>>. Acesso em: 05 dez. 2020.

FERREIRA, Antonio Marcos Neres. **O total aproveitamento do coco babaçu (Orbignya oleifera)** 2014.

FERREIRA, E.C.; et al. **Análise da cicatrização da bexiga com o uso do extrato aquoso da Orbignya phalerata (babaçu).** Estudo controlado em ratos. Acta Cirúrgica Brasileira, v. 21, Suplemento 3, p.33-39, 2014.

FERREIRA, P. M.; ROBERTO, B. S.; CAMISA, J. **Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais enriquecidas com colágeno hidrolisado.** Revista Virtual de Química, Arapongas, PR, v. 10, n. 1, p. 155-171, 2018.

FERREYRA, Julieta Clarisa. **Avaliação da funcionalidade e do efeito da lipofilização em proteínas de farinha totalmente desengordurada de amendoim (Arachis hypogaea lineau).** 2013. 79f. Dissertação (Mestre em Ciências de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FREITAS, Daniela GC; MORETTI, Roberto H. **Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 2, p. 318-324, 2016.

GUTKOSKI, Luiz Carlos; BONAMIGO, Jane Maria de Almeida; TEIXEIRA, Débora Marli de Freitas; PEDO, Ivone. **Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar.** Ciência e tecnologia de alimentos, Campinas, v.27, n.2, p. 355-363, 2016.

IAL. **INSTITUTO ADOLFO LUTZ. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** São Paulo.1020 p. 2008.

KORNACKI, J. L.; JONHSON, J. L. **Enterobacteriaceae, Coliforms, and Escherichia coli as Quality and safety Indicators.** In: *Downes FP, Ito K. Compendium of Methods for the Microbiological Examination for Foods*, 4a ed. Washington: APHA, 2016. p. 69-82.

LIMA, A.C.; GARCIA, N.H,P.;LIMA, J.R. **Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju.** Boletim do Centro de Processamento de Alimentos, Curitiba, v.22, n.1, p. 134144, 2015.

MESQUITA, E. C. M. et al. **Processamento de barras de cereais enriquecidos com ferro a partir de sementes de quiabo (A. esculentus).** In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 5, 2015, Palmas. *Anais ...* Palmas.

MOURÃO, L. H. E. et al. **Sensory evaluation of cereal bars cashew plum with high fiber content.** Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 23, n. 2, p. 287-295, 2014.

MATTOS, M.C.; NOGUEIRA, L.C. **Elaboração de uma barra de cereal isenta de glúten, com alto valor nutricional e propriedades funcionais.** Alimentos: Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, v.1, n.7, p. 143-170, 2019.

NUNES, J. S. et al. **Produção, análise sensorial e físico-química de barra de cereal produzida com derivados do caju.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 8, n. 2, p. 178-182, 2013.

OLIVEIRA, V.R. et al. **Barra de cereais com alto valor energético: caracterização físico-química, microbiológica e sensorial.** Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos, v.1, p. 322-334, 2020.

PAES-DE-SOUZA, Mariluce et al. **Potencial para o Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Babaçu no Médio e Baixo Rio Madeira–Porto Velho/Ro.** Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v. 3, n. 2, p. 75-87, 2014.

PALAZZOLO, G. **Cereal bars: they're not just for breakfast anymore.** Cereal Foods World, v. 48, n. 2, Mar.-Apr., p. 70-72, 2003.

PINEDO, A. A.; Arevalo, Z. D. S.; Beserra, N. S.; Zuniga, A. D. G.; Coelho, A. F. S.; Pinedo, R.A. (2013). **Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 15(4), Campina Grande.

REIS, Décio Dias dos. **Estudo da composição nutricional e dos coeficientes de digestibilidade da farinha amilácea fina do babaçu determinada com suínos nas fases de crescimento e terminação.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2016.

RODRIGUES JUNIOR, S. et al. Desenvolvimento de barra de cereal salgada enriquecida com farinha de albedo de maracujá. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p.1-7, 2013. Disponível em: < <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/saude/desenvolvimento%20de%20barra.pdf> >. Acesso em: 04 dez. 2020.

RUTZ, J. K.; Voss, G. B.; Machado, M. R. G.; Rodrigues, R. S. (2013). **Elaboração de alimento em barra à base de torta residual da extração do óleo de Amendoim por prensagem.** B.CEPPA, 29(2), Curitiba.

SANTOS, M. F. dos. **Variação genética em populações naturais de babaçu (Orbignya phalerata Mart.) por marcadores morfoagronômicos e moleculares.** 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.

SOUZA, Anildes Iran Pereira. **Efeito do mesocarpo de babaçu (Orbignya phalerata, Arecaceae) sobre a bioquímica sanguínea em animais com tumor Ehrlich.** 2008. 38 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.

STELATO, M. M. et al. **Pesquisa de bactérias em barras de cereais comercializadas em Campinas e região, SP.** Revista Higiene Alimentar, v. 22, p. 141-146, nov/dez, 2012.

TAKEUCHI k. P. Sabadini e, Cunha RL. (2015). **Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, (25)1,78 – 85.

TAVARES, João Claudino. **Universalidade e singularidades do espaço transitório: um estudo a partir de quebradeiras de coco babaçu/MIQCB e trabalhadores rurais sem terra/MST no maranhão (1990 – 2000).** 2008. 362f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ZYLBERSZTAJN, D. et al. 2015. **Reorganization of the agribusiness of the babaçu in the state of Maranhão.**

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES FÍSICAS DE BOLO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE BANANA VERDE

Data de aceite: 01/02/2021

Genilson de Paiva

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus
Venda Nova do Imigrante, Agroindústria

Isadora Peterli Altoé

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus
Venda Nova do Imigrante, Agroindústria

Vitor Mascarello Fim

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus
Venda Nova do Imigrante, Agroindústria

Milena Bratz Bickel

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus
Venda Nova do Imigrante, Agroindústria

Mônica Ribeiro Pirozi

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Tecnologia de Alimentos

Fabírcia Ribeiro Mattos

Instituto Federal do Espírito Santo, Campus
Venda Nova do Imigrante, Agroindústria

RESUMO: A polpa da banana verde é fonte de amido resistente e seu emprego para produção de farinha resulta em um ingrediente para produtos de panificação, agregando saudabilidade. Desta forma, buscou-se a produção de farinha de polpa de banana verde (FPBV) por método tradicional e farinha de polpa de banana verde modificada (FPBVM) na produção de bolos, com substituição parcial da farinha de trigo. Estes foram processados segundo formulação padrão modificada (0%, 20%, 40% e 60% de FPBV e

FPBVM. Após assamento estes foram avaliados quanto à perda de massa, volume específico, densidade e firmeza cor. Neste estudo observou-se o aumento na retenção de umidade, maior firmeza, menor densidade, maior volume específico e cor mais escura. Contudo, não foi observado diferença nestas propriedades entre a FPBV e a FPBVM, contudo devem ser avaliadas quanto à aceitação sensorial.

PALAVRAS-CHAVE: Musa spp.; farinha mista; panificação.

DEVELOPMENT AND PHYSICAL ANALYSIS OF CAKE WITH PARTIAL REPLACEMENT OF WHEAT FLOUR BY GREEN BANANA FLOUR

ABSTRACT: The pulp of the green banana is a source of resistant starch and its use in flour production results in an ingredient for bakery products, adding healthiness. Thus, we sought the production of green banana pulp flour (GBPF) by traditional method and modified green banana pulp flour (MGBPF) in the production of cakes, with partial replacement of wheat flour. These were processed according to modified standard formulation (0%, 20%, 40% and 60% of GBPF and MGBPF. After roasting they were evaluated for weight loss, specific volume, density and color firmness. In this study, an increase was observed in moisture retention, greater firmness, lower density, greater specific volume and darker color, however, no difference was observed in these properties between GBPF and MGBPF, however they should be evaluated for sensory acceptance.

KEYWORDS: Musa spp.; mixed flour; bread making.

1 | INTRODUÇÃO

O cultivo de banana, no Brasil, é uma fonte de renda para diversas famílias, contribuiu para o desenvolvimento das regiões produtoras, sendo considerada como uma cultura fixadora de mão-de-obra. A produção de farinha de banana verde constitui um meio de agregar valor, reduzir perdas, além de ser um alimento com propriedades funcionais. Segundo INCAPER, em 2015, o Espírito Santo possuía uma área de cultivo de 26.320 hectares, sendo cultivada em mais de 17 mil propriedades rurais e presente em mais de 90% dos municípios, obteve neste mesmo ano uma produtividade superior a 277 mil toneladas. Em 2017, a produtividade aumentou para 303,3 mil toneladas/ano, colocando o estado como 8º maior produtor do país (IBGE, 2017).

Dada à fragilidade e à alta perecibilidade das frutas tropicais, como um todo, e da banana, em particular, os índices de perda são significativos: dados da Fundação Getúlio Vargas (FGV) dão conta de uma perda média de 40% entre a plantação e a comercialização (PAIVA, 2018). Atualmente, pesquisadores da área de nutrição e tecnologia de alimentos estudam o emprego de farinha de banana verde (FBV) em substituição à farinha de trigo, para o desenvolvimento de produtos de panificação, isentos de glúten. Sendo relevante destacar que produtos derivados da banana verde possuem um alto teor de amido resistente e fibra alimentar (ENGLYST et al, 1992).

A farinha obtida a partir da polpa de banana verde pode ser empregada para elaboração de produtos de panificação, visando à substituição parcial ou total da farinha de trigo por farinha de banana verde, obtendo um produto com propriedades nutricionais diferenciadas (ORMENESE, 2010). Assim, este trabalho avaliou o efeito da substituição parcial de farinha de trigo por farinha de banana verde sobre as propriedades físicas de bolos assados, empregando dois tipos de farinhas de banana verde, obtidas por método tradicional e modificado.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os cachos de banana (*Musa spp.*) verde, da cultivar BRS Vitória, subgrupo prata, foram colhidos na Fazenda Experimental do INCAPER (Alfredo Chaves – ES), no estágio 1 de maturação (completamente verdes), transportados para o Laboratório de Processamento Vegetal (TPV) no IFES - Campus Venda Nova do Imigrante, e armazenados a 4 °C, até o processamento (máximo 15 dias), de acordo com PAIVA (2018).

2.1 Farinha de banana verde

Foram obtidos dois tipos de FBV, o primeiro é a farinha da polpa de banana verde sem casca (FPBV) e o segundo é a farinha da polpa de banana verde sem casca modificada (FPBVM). Ambas foram obtidas de acordo com Ormenese (2010) e Paiva (2018).

Após a colheita dos cachos, procedeu-se à remoção das pencas, usando-se faca de

aço inoxidável. As pencas foram pesadas, higienizadas por imersão em água contendo 100 mg·L⁻¹ de cloro ativo, por 20 minutos.

O descascamento consistiu na imersão das bananas em água fervente por 2 a 2,5 minutos, seguido de resfriamento em água gelada, visando facilitar o descascamento manual e prevenir o escurecimento enzimático. Após o corte em rodela, passa ainda pelo branqueamento químico com ácido cítrico, obtendo a FPBV.

No método modificado as bananas foram autoclavadas a 121 °C e 1kgf/cm², por 30 min, seguido de resfriamento e estocagem a 4 °C por 24 h. Estes tratamentos têm função adicional de trocas na digestibilidade do amido nativo, por meio de retrogradação, que consistiu na modificação do método tradicional de processamento de FBV, conforme proposto por Paiva (2018), à obtenção de FPBVM.

A seguir, rodela de polpa de banana verde, dispostas em bandejas teladas, foram desidratadas em secador tipo Cabine, a 70 °C e 1,5 m.s-1. As rodela seca foram transformadas em farinha por meio de moinho de pedra, peneiramento (malha de 1 mm) e embalagem em filme de polietileno.

2.2 Formulação e Processamento

A farinha de banana verde foi utilizada para substituir parcialmente a farinha de trigo no processamento de bolos, de acordo com uma formulação padrão (AACC, 2000). As formulações foram avaliadas em comparação ao controle (0%), sendo obtido um total de 6 formulações testes, empregando dois tipos de farinhas (FPBV e FPBVM), nas proporções de 20%, 40% e 60%. A formulação básica (controle) e o modo de processamento seguem o método AACC 10-90 (2000) com modificações.

2.3 Análises

Após resfriamento dos bolos por 6,0 horas, foram avaliados (AACC, 2000) em relação perda de massa (% m.m⁻¹), volume específico (cm³.g⁻¹) e densidade [g.(cm³)⁻¹]. A firmeza (N) foi determinada em texturômetro (TA XT Express) (ORMENSESE, 2010). A cor foi determinada pelo sistema Cielab (L*, a* e b*) em Colorímetro (Minolta Color Read CR-10) pelo índice de escurecimento (PAIVA, 2018).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rendimento e firmeza

A perda de massa durante o cozimento mostra como os ingredientes afetam a capacidade de retenção de água, interferindo diretamente no rendimento. Na Figura 1, nota-se que a formulação padrão (controle) obteve uma menor perda de massa (11,5 %) em relação aos tratamentos, contudo não é possível concluir que houve diferença entre os tipos de farinha, independente da proporção de substituição (FPBV = 13,6 ± 1,20 e FPBVM

= $14,3 \pm 0,64$). Ressalta-se, que a perda de massa não é proporcional à umidade do bolo, pois a quantidade de água adicionada à massa não foi padronizada, e houve aumento da quantidade de água, com o aumento da proporção de FBV.

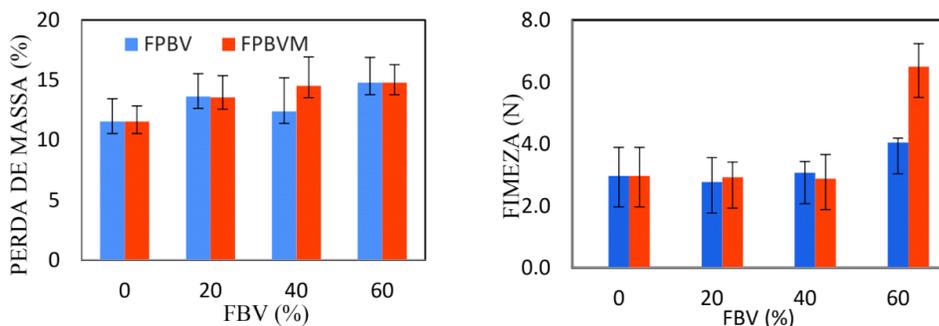


Figura 1. Perda de massa e firmeza de bolos com diferentes proporções de farinha mista de banana verde (FBV) e trigo. FPBV - farinha de polpa de banana verde ; FPBVM - farinha de polpa de banana verde modificada

Estas alterações se devem à presença de amido granular na FPBV e amido retrogradado na FPBVM, que podem modificar a proporção de água livre disponível, para evaporação durante o cozimento da massa de pães (PAIVA, 2018).

A análise de firmeza ou dureza de bolos, está relacionada com a força necessária aplicada para proporcionar a deformação ou rompimento de uma determinada amostra, sendo correlacionada à mastigação humana, e diretamente associado à sua aceitação sensorial. É sabido, que pequenas variações durante o processamento, podem influenciar nos resultados finais, visto que, o bolo é um produto semi-sólido.

A partir da Figura 2, não observou-se aumento de firmeza até 40% de substituição de farinha de trigo por FBV. Contudo, a 60% de substituição houve tendência de aumento da firmeza para ambos os tipos de farinhas.

3.2 Densidade e Volume Específico

O aumento de FBV na formulação impactou negativamente sobre o volume específico e a densidade dos bolos, como é mostrado na Figuras 2. Conseqüentemente resultando um bolo com textura mais densa, ao passo que observou-se maior aumento em relação à FPBVM. Corroborando com os resultados de firmeza (Figura 1).

O volume específico e a densidade mostram a relação entre o teor de sólidos e a fração de ar existente no miolo. Miolo do bolo com valores de densidade alta e/ou volume específico baixo, podem apresentar aspecto desagradável ao consumidor, que está associado ao alto teor de umidade, que dificulta mastigação. Outro possível alteração implica em menor conservação.

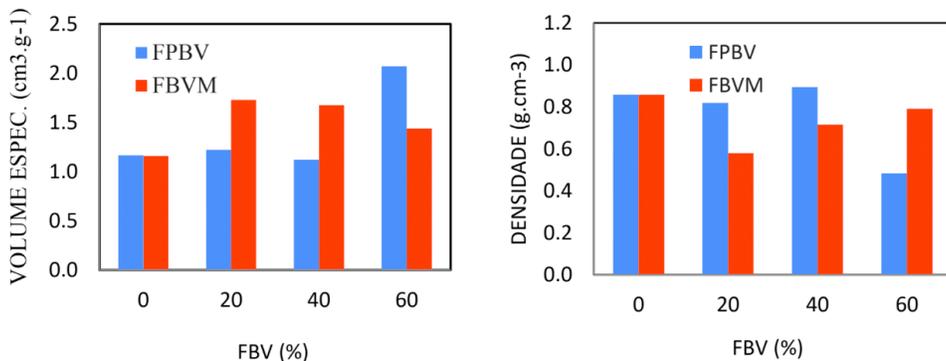


Figura 2 . Volume específico e densidade de bolos com diferentes proporções de farinha mista de banana verde (FBV) e trigo.

FPBV - farinha de polpa de banana verde ; FPBVM - farinha de polpa de banana verde modificada

3.3 Análise objetiva da cor

A cor dos miolos de bolos com as FBV's, expresso pela luminosidade constituiu a diferença mais marcante em relação aos níveis de FBV's utilizada. O que indica o escurecimento do miolo em comparação ao controle (padrão). O índice de escurecimento foi outro fator avaliado e que apresentou ligeiro aumento até o nível de 60% de substituição por FBV.

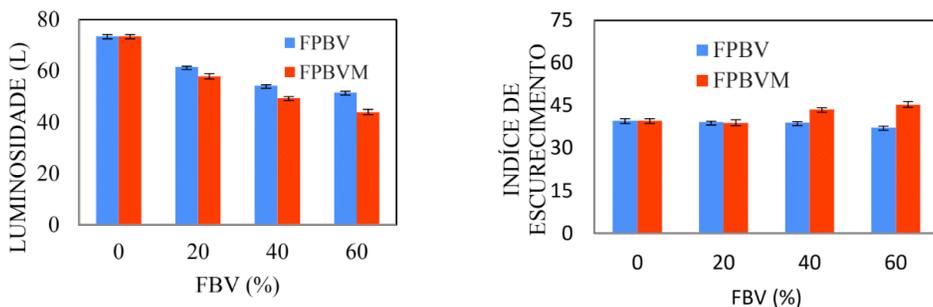


Figura 3. Luminosidade (L) e índice de escurecimento (IE) de bolos com diferentes proporções de farinha mista de banana verde (FBV) e trigo.

FPBV - farinha de polpa de banana verde; FPBVM - farinha de polpa de banana verde modificada

4 | CONCLUSÕES

A substituição parcial de farinha de trigo por FBV na formulação de bolos, com intuito de aumentar fibras, minerais e amido resistente na massa de bolo, também resulta em alterações nas suas propriedades e estrutura físicas. Neste estudo observou-se o aumento na retenção de umidade, maior firmeza, menor densidade, maior volume específico e cor mais escura. Contudo, não foi observado diferença nestas propriedades entre a FPBV e a FPBVM. Ressalta-se a necessidade de estudos para avaliar a aceitação sensorial destes novos produtos por consumidores alvo.

AGRADECIMENTOS

Ao INCAPER-ES, pelo fornecimento das bananas verde, para processamento de farinha e ao Ifes pela concessão de bolsa de iniciação científica para essa pesquisa.

REFERÊNCIAS

AACC - American Association of Cereal Chemists . **Approved methods of the AACC**. 11th Ed. St. Paul, 2000. Disponível em: <http://methods.aacnet.org/summaries/10-05-01.aspx>. Acesso em: 01 de setembro de 2020

ENGLYST, H.N.; KINGMAN, S.M.; CUMMINGS, J.H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 46, p. s33-s50, 1992.

IBGE/LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - 2017: Banana. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>> Acesso em 01 de agosto de 2020.

ORMENESE, R. C. S. C. **Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios**. 2010. 156 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2010.

PAIVA, G. **Impacto do processamento sobre os teores de amidos resistente e lentamente digerível em banana verde**. 2018. 131 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

DETERMINAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM DO ABACAXI USANDO EVOLUÇÃO DIFERENCIAL E OTIMIZAÇÃO ROBUSTA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Thaís Alves Barbosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Tecnologia em Alimentos, Campus Morrinhos
Goiás – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1248126296632635>

Bianca Duarte Oliveira

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/0032639395942986>

Fran Sérgio Lobato

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/7640108116459444>

Edu Barbosa Arruda

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Departamento de Engenharia Química
Uberaba – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5969496186215144>

Breno Amaro da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Morrinhos
Goiás – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5450855616772140>

RESUMO: A secagem de alimentos é um processo de preservação usado na engenharia para inibir

o crescimento de bactérias, leveduras e mofo por meio da remoção de água. Para o estudo deste fenômeno é necessário a determinação de uma equação constitutiva para representar a cinética de secagem via formulação e resolução de um problema inverso. Tradicionalmente, durante esse procedimento não considera-se o efeito de perturbações no vetor de parâmetros e sua influência no valor da função objetivo. Diante do que foi apresentado, este trabalho tem como objetivo determinar a cinética de secagem do abacaxi usando o algoritmo de Evolução Diferencial associado ao conceito de robustez. Os resultados obtidos demonstram que a solução ótima nominal (sem robustez) é mais sensível que a correspondente robusta.

PALAVRAS-CHAVE: Secagem, Equações Constitutivas, Otimização Robusta, Evolução Diferencial.

DETERMINATION OF DRY KINETICS OF PINEAPPLE USING DIFFERENTIAL EVOLUTION AND ROBUST OPTIMIZATION

ABSTRACT: Food drying is a preservation process used in engineering to inhibit the growth of bacteria, yeasts, and mold through the removal of water. To study this phenomenon, it is necessary to determine a constitutive equation to represent the drying kinetics through the formulation and resolution of an inverse problem. Traditionally, during this procedure, the effect of perturbations small on design variables vector and its influence on value of objective function are not considered. This contribution aims to determine the drying kinetics of pineapple using

the Differential Evolution algorithm associated to robustness concept. The obtained results demonstrate that the nominal optimal solution (without robustness) is more sensitive than the corresponding robust solution.

KEYWORDS: Drying, Constitutive Equations, Robust Optimization, Differential Evolution.

1 | INTRODUÇÃO

A secagem configura-se como uma das operações unitárias mais utilizadas para a conservação de produtos alimentícios, já que a grande maioria destes sofre deterioração com a ação de bactérias, leveduras e mofo (TADINI et al., 2016). Em termos gerais, esta operação é responsável por transferir a umidade que está em um sólido para uma fase gasosa não saturada de forma a adequar o produto a uma determinada especificação de mercado (ARRUDA, 2008). Dentre as vantagens deste processo pode-se citar a conservação do produto por um período de tempo maior do que aquele requerido pelo produto *in natura*; a redução do seu peso (redução do custo de transporte e armazenamento) e a capacidade de conservação das características físicas e nutritivas (ARRUDA, 2008).

A secagem caracteriza-se como um tema abrangente e de alta complexidade, pois envolve trocas simultâneas de calor, massa e momento. Vários parâmetros afetam este processo, sendo que muitos deles são dependentes da estrutura do sólido e podem apresentar variações para um mesmo produto que tenha sido feito por processos diferentes ou até mesmo em lotes diferentes do mesmo processo (ARRUDA, 2008).

Do ponto de vista matemático, a modelagem deste fenômeno é caracterizada por um sistema de equações diferenciais que representam os balanços de massa, energia e quantidade de movimento. Associado a estes modelos fenomenológicos, uma série de equações empíricas devem ser empregadas para que esse fenômeno possa ser representado. Dentre essas equações, devem ser determinadas expressões para a umidade de equilíbrio e para a cinética de secagem (ARRUDA, 2008). Cabe ressaltar que estes modelos isoladamente não são capazes de descrever o processo de transferência de calor e massa em camadas espessas, uma vez que os balanços de massa e energia da fase gasosa não são considerados. Entretanto, estes estudos são indispensáveis na predição dos fenômenos de transferência de massa e calor (ARRUDA, 2008; TADINI et al., 2016).

Em se tratando da cinética de secagem, a literatura especializada apresenta uma série de modelos com aplicações em diferentes áreas da ciência e da engenharia. Dentre estes pode-se citar o estudo da cinética de secagem de: i) grãos de soja (OVERHULTS et al., 1973; WHITE et al., 1978); ii) vegetais (IGUAZ et al., 2003); iii) frutas (CEYLAN et al., 2007; SHAHARI, 2012); iv) fertilizantes (ARRUDA, 2008); v) bananas (KUMAR et al., 2012; MONTEIRO et al., 2016); vi) maçãs (Zlatanovic et al., 2013); vii) mamão (UDOMKUM et al., 2015) e viii) batatas e maçãs (SINGH et al., 2014). Em cada um destes modelos, a

determinação dos parâmetros que caracterizam a cinética de secagem é obtida através da formulação e resolução de um problema de otimização, que consiste na obtenção dos melhores parâmetros que minimizam o somatório dos desvios quadráticos entre o modelo proposto e os pontos experimentais.

Tradicionalmente, durante a etapa de determinação destes parâmetros considera-se que o resultado obtido não está sujeito à influência de pequenas perturbações no vetor de variáveis de projeto (otimização nominal). Em termos práticos, a implementação dos resultados advindos da otimização nominal pode implicar em resultados diferentes dos esperados teoricamente. Isto se deve, entre outros aspectos, a dificuldade de reproduzir com exatidão os resultados obtidos na etapa de projeto. Assim, um resultado sensível a pequenas perturbações no vetor de variáveis de projeto pode implicar em saídas diferentes das esperadas com a etapa de projeto.

Para tratar este tipo de problema, nas últimas décadas têm sido utilizado o conceito de otimização robusta. Taguchi (1984) define otimização robusta como sendo uma abordagem que produz, sob determinadas condições, uma solução pouco sensível a pequenas alterações no vetor de variáveis de projeto. Neste caso, a partir da aplicação deste conceito, pode-se obter uma solução menos sensível e que pode ser implementada na prática em sistemas de engenharia e áreas afins.

Diante do que foi apresentado, a presente contribuição tem por objetivo a determinação robusta dos parâmetros da cinética de secagem do abacaxi a partir da formulação e resolução de um problema inverso considerando pontos experimentais obtidos em laboratório. Para resolver este problema de otimização será utilizado o algoritmo de Evolução Diferencial - ED (STORN e PRICE, 1995) associado ao conceito de Média Efetiva, empregado para a inserção de robustez ao problema de otimização (DEB e GUPTA, 2006). Este trabalho está estruturado como segue: a seção 2 apresenta uma breve descrição sobre otimização robusta, bem como sobre o conceito de Média Efetiva. A seção 3 apresenta a concepção conceitual do algoritmo de ED. Na terceira seção é apresentada a descrição do procedimento experimental adotado para a obtenção dos dados experimentais. Nas seções 4 e 5 são apresentados o procedimento experimental e a formulação matemática do problema inverso proposto, respectivamente. Já na seção 6 é apresentada a metodologia proposta neste trabalho. Os resultados obtidos são apresentados na seção 7. Finalmente, as conclusões e perspectivas para trabalhos futuros são apresentadas na última seção.

2 | OTIMIZAÇÃO ROBUSTA

Tradicionalmente, considera-se que a solução de um problema de otimização não apresenta incertezas (a solução é conhecida como nominal). Todavia, em aplicações práticas, observa-se que a solução deste tipo de problema pode ser sensível à pequenas alterações no vetor de variáveis de projeto (DEB e GUPTA, 2006). Neste cenário, a otimização

robusta configura-se como uma ferramenta interessante para avaliar a sensibilidade de uma solução em relação à incertezas presentes em sistemas de engenharia e áreas afins (TAGUCHI, 1984).

Para o tratamento da robustez em problemas mono e multi-objetivos, Deb e Gupta (2006) apresentam o conceito de Média Efetiva. Nesta abordagem, diferentemente do que acontece com a maioria das estratégias propostas na literatura, nenhuma restrição adicional é inserida ao problema original. Neste, o estudo de caso em análise é reescrito como uma média do valor da função objetivo via definição da Média Efetiva. Esta é formulada como segue (DEB e GUPTA, 2006): Uma solução x^* é denominada solução robusta se a solução ótima é viável para o problema de otimização definido em relação à vizinhança δ de uma solução x :

$$\min \left(\frac{1}{|Y_\delta(x)|} \int_{y \in Y_\delta(x)} f dy \right) \quad (1)$$

na qual $|Y_\delta(x)|$ é o hipervolume da vizinhança e f é a função objetivo. Em termos práticos, a avaliação desta integral deve ser realizada numericamente. Assim, um conjunto finito de H soluções deve ser gerado aleatoriamente dentro do da vizinhança δ . Neste caso, a partir da definição deste parâmetro, N amostras do vetor de variáveis de projeto x são geradas empregando-se o Método do Hiper-cubo Latino. De posse destes pontos, a integral pode ser avaliada numericamente. Em termos de esforço computacional, a obtenção de uma solução robusta implicará no aumento do número de avaliações da função objetivo em relação à solução nominal, isto é, para cada candidato definido na i -ésima geração do algoritmo de ED, N avaliações adicionais da função objetivo são requeridas (DEB e GUPTA, 2006). Assim, obter uma solução robusta implica em um maior número de avaliações da função objetivo em relação à otimização nominal.

3 | EVOLUÇÃO DIFERENCIAL

O algoritmo de ED, proposto por Storn e Price (1995), é uma das técnicas evolutivas mais empregadas para resolução de problemas de otimização. Isto se deve a capacidade que esta apresenta na determinação do ótimo global, pela facilidade de implementação e no tratamento de problemas com diferentes tipos de variáveis (LOBATO, 2008). Basicamente, este algoritmo consiste em realizar operações vetoriais para a geração de um candidato à solução do problema de otimização. O seu procedimento geral pode ser resumido nas seguintes etapas (STORN et al., 2005):

- inicialmente, gera-se uma população inicial com NP soluções factíveis (o vetor de variáveis de projeto gerado pelo algoritmo deve respeitar o domínio estabelecido pelo usuário);

- para a geração de um candidato à solução do problema de otimização, seleciona-se um indivíduo, de forma aleatória, para ser substituído. Dois outros indivíduos (diferentes) são selecionados para realizarem a subtração vetorial;
- com a escolha destes três vetores, é realizada uma operação vetorial na qual consiste da soma do indivíduo a ser substituído com a diferença entre os outros dois. Esta diferença é ponderada por um fator denominado de taxa de perturbação (F);
- a partir desta operação, modifica-se o valor do indivíduo selecionado, a depender do valor da probabilidade de cruzamento CR definida pelo usuário (operador de cruzamento no algoritmo de ED);
- se o vetor resultante apresenta um melhor valor em termos da função objetivo, este substitui o candidato previamente escolhido, caso contrário, o candidato previamente escolhido é mantido na população;
- este procedimento é repetido de forma que uma nova população, formada por novos e indivíduos remanescentes da população anterior, formam a nova população do algoritmo de ED. Para finalizar o algoritmo, geralmente adota-se como critério de parada o número máximo de gerações.

4 | PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O procedimento experimental adotado neste trabalho foi realizado no Laboratório de Agroindústria do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos-GO. Como matéria-prima considerou-se o abacaxi pérola (*Ananascomosus L. Merrill*). Antes da etapa de secagem, este produto foi submetido a etapas preliminares com o objetivo de melhorar a qualidade sensorial do produto, além de prolongar a vida útil do mesmo. Estas são descritas a seguir:

- Higienização e sanitização: as frutas foram lavadas com sabão neutro a fim de eliminar as sujidades físicas contidas na casca e, posteriormente, mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio (100 mg.L^{-1}), por dez minutos.
- Descascamento e corte: após a sanitização as frutas foram descascadas e cortadas em rodela. O formato do corte é opcional, desde que se mantenha maior uniformidade possível. No caso do abacaxi, foi retirado o miolo.
- Branqueamento: finalizado o processo de corte as frutas passam por um branqueamento, que é um tratamento térmico preliminar à desidratação. Este visa remover gases, desativar enzimas, fixar cor e textura, além de reduzir a quantidade de microrganismos na superfície do produto. Neste processo, as frutas foram mergulhadas em solução de ácido cítrico (200 mg.L^{-1}) a 100°C , por 2,5 minutos e imediatamente resfriadas em água gelada.
- Preparação das amostras: as frutas foram cortadas em fatias, sendo as dimensões médias apresentadas na Tabela 1. Cabe ressaltar que o processo de

secagem foi realizado considerando três diferentes temperaturas (constantes durante todo o procedimento experimental), a saber, 60°C, 65°C e 70°C.

	60°C	65°C	70°C
Abacaxi	84,06 x 76,1 x 9	94,33 x 89,98 x 9,68	87,08 x 83,38 x 8,89

Tabela 1 - Dimensões médias (em mm) das amostras consideradas neste trabalho.

Em seguida, o produto fatiado foi disposto em uma bandeja e esta foi inserida em um secador de armário, conforme apresentado na Figura 1. Durante o processo foi realizada a movimentação das bandejas para que não haja variação na temperatura recebida por elas. A partir daí foi realizado o acompanhamento da redução do conteúdo de umidade das amostras por meio de pesagens em determinados instantes de tempo em balança digital com precisão de $\pm 0,01$ g até atingir a umidade entre 15 e 25%. Ao final deste procedimento, tem-se a variação da umidade em função do tempo. Cabe ressaltar que os valores utilizados para a formulação do problema de otimização são valores médios das amostras consideradas.



Figura 1 - Secador do tipo armário, com bandejas utilizado para a secagem do abacaxi.

5 | FORMULAÇÃO DO PROBLEMA INVERSO

A formulação do problema inverso (estimação de parâmetros) proposto neste trabalho consiste na determinação dos parâmetros cinéticos que minimizem o somatório dos desvios quadráticos (distância entre os valores experimentais e os valores preditos pelo modelo proposto), conforme a seguinte equação (*FO – função objetivo*):

$$FO \equiv \sum_{i=1}^{n_{\text{exp}}} (y_i^{\text{exp}} - y_i^{\text{cal}}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m))^2 \quad (2)$$

em que y^{cal} e y^{exp} representam o valor da variável dependente (y) predito pelo modelo e o valor da variável dependente (experimental), respectivamente. α_k ($k=1, \dots, m$) é o vetor que contém os m parâmetros que devem ser determinados e n_{exp} é o número de dados experimentais considerados.

Para mensurar a qualidade do ajuste obtido com cada modelo, será utilizado o coeficiente de determinação (r^2), definido como (CHAPRA, 2013):

$$r^2 \equiv 1 - \frac{S_r}{S_t} \quad (3)$$

onde S_r representa o somatório dos desvios quadráticos entre os dados experimentais e os valores computados pelo modelo considerado) e S_t representa o somatório dos quadrados dos resíduos entre os dados computados pelo modelo e a média, definidos como:

$$S_r \equiv \sum_{i=1}^{n_{\text{exp}}} (y_i^{\text{exp}} - y_i^{\text{cal}})^2 \quad (4)$$

$$S_t \equiv \sum_{i=1}^{n_{\text{exp}}} (\bar{y} - y_i^{\text{cal}})^2 \quad (5)$$

onde a média (\bar{y}) é definida como:

$$\bar{y} \equiv \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{exp}}} y_i^{\text{cal}}}{n_{\text{exp}}} \quad (6)$$

Em termos práticos, quanto mais próximo r^2 for da unidade, melhor é o ajuste proposto. Este valor representa o percentual dos dados experimentais que pode ser explicado pelo modelo matemático proposto. Neste caso, se o valor de r^2 for longe da unidade, isto implica que o modelo proposto não foi uma boa escolha (CHAPRA, 2013).

6 | METODOLOGIA

Como descrito anteriormente, este trabalho tem como objetivo a determinação de parâmetros empregados para a representação da cinética de secagem do abacaxi. Para essa finalidade, o seguinte procedimento é proposto:

- obtenção dos pontos experimentais (umidade versus tempo) para o abacaxi, conforme o procedimento apresentado anteriormente;
- a partir do conhecimento dos dados experimentais e da escolha da expressão

cinética empregada, formula-se a função objetivo (FO);

- define-se os parâmetros do algoritmo de ED, o número de amostras e o parâmetro de inserção de robustez (δ) (que representa o percentual de perturbação no vetor de variáveis de projeto);
- aplica-se a estratégia de otimização para a determinação dos parâmetros cinéticos no contexto nominal e robusto. Para o primeiro, nenhuma estratégia para a inserção de robustez é considerada (resultado nominal). Para o segundo tipo, incorpora-se o conceito de Média Efetiva apresentada ao algoritmo de ED (resultado robusto);
- para o problema robusto, uma série de amostras, relativo a cada indivíduo gerado pelo algoritmo de ED é gerado considerando o Hiper cubo Latino, de modo que a integral definida pela Eq. (1) possa ser avaliada numericamente.

7 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o aspecto final do abacaxi desidratado considerando o procedimento experimental descrito anteriormente. Nesta figura percebe-se que o objetivo da desidratação foi alcançado, isto é; a fruta perdeu água.



Figura 2 - Desidratação do abacaxi após a secagem.

Para aplicação da metodologia proposta neste trabalho foi considerado o modelo cinético de secagem em camada fina proposto por Page (1949) e amplamente utilizado na literatura. Este é descrito pela equação a seguir:

$$MR = \frac{X}{X_0} = \exp(-kt^n) \quad (7)$$

em que MR é a taxa de umidade – *Moisture Ratio* (g sólido seco/g sólido úmido), k

é a constante de secagem (h^{-1}), t é o tempo de secagem (h) e X e X_0 representam o teor de umidade em um instante de tempo qualquer e a umidade inicial, respectivamente.

Os parâmetros utilizados pelo algoritmo de ED (STORN et al., 2005; LOBATO, 2008) são: população com 25 indivíduos, número de gerações igual a 250, probabilidade de cruzamento e taxa de perturbação iguais a 0,8; respectivamente. O critério de parada adotado neste trabalho foi o número máximo de gerações, isto é, o procedimento evolutivo é finalizado se esse valor é alcançado. No estudo de caso robusto, foram considerados os seguintes valores para o parâmetro de inserção de robustez ($\delta=[0,02 \ 0,05 \ 0,10]$). É importante ressaltar que, para o estudo de caso nominal e para os parâmetros considerados, são necessárias $25+25 \times 250$ avaliações da função objetivo em cada execução do algoritmo. Já para o estudo de caso robusto e para os parâmetros considerados, são necessárias $25+25 \times 250 \times 50$ avaliações da função objetivo em cada execução do algoritmo (onde 50 é o número de amostras consideradas para avaliar a integral definida pela Eq. (1)). Cada um dos estudos de caso foram simulados dez vezes com o seguinte vetor de sementes iniciais para o gerador de números aleatórios ([0 1 ... 9]).

A Tabela 2 apresenta os parâmetros estimados pelo algoritmo de ED (nominal e robusto) considerando diferentes parâmetros para a inserção de robustez e diferentes temperaturas. Nesta tabela é possível observar que o algoritmo de ED foi capaz de estimar os parâmetros do modelo considerado, visto os bons valores da função objetivo e do coeficiente de determinação obtidos, conforme constatado na Figura 3. Em se tratando da metodologia robusta proposta, quanto maior o valor do parâmetro de inserção de robustez (δ), maior é o valor da função objetivo em comparação com a solução nominal. Este comportamento já era esperado já que este parâmetro representa o nível de sensibilidade da função objetivo com relação aos parâmetros.

Os resultados obtidos com a metodologia robusta proposta evidenciam que quanto maior o seu valor, maior é o valor da função objetivo. Para avaliar real influência deste parâmetro, a Figura 4 apresenta o valor médio da função objetivo considerando $\delta=[0,001 \ 0,005 \ 0,01 \ 0,02 \ 0,05 \ 0,1 \ 0,2 \ 0,3 \ 0,4 \ 0,5 \ 0,6 \ 0,7 \ 0,8 \ 0,9]$ e os pontos experimentais para a temperatura de 70°C. Esta figura foi obtida a partir da perturbação da solução nominal e de cada uma das soluções robustas apresentadas na Tabela 2 para o vetor δ considerado.

δ	T (°C)	k (h ⁻¹)	$n(-)$	FO (-)	r^2
0	60	0,285/0,087"	1,155/0,033	0,0004/1,2E-9	0,999
	65	0,344/0,003	1,011/0,006	0,003/1,1E-8	0,995
	70	0,433/0,093	1,164/0,035	0,0006/1,7E-8	0,999
0,02	60	2,857/0,095	1,151/0,054	0,0005/2,1E-8	0,999
	65	0,343/0,042	1,082/0,012	0,003/2,4E-7	0,994
	70	0,435/0,044	1,157/0,033	0,0006/2,1E-8	0,993
0,05	60	0,292/0,098	1,139/0,045	0,001/2,3E-8	0,998
	65	0,348/0,022	1,072/0,025	0,004/1,2E-8	0,994
	70	0,436/0,019	1,151/0,093	0,001/3,2E-8	0,992
0,1	60	0,288/0,084	1,157/0,023	0,003/1,1E-8	0,991
	65	0,351/0,011	1,066/0,054	0,005/2,1E-9	0,993
	70	0,433/0,039	1,162/0,034	0,002/1,3E-9	0,992

"Melhor solução e "Desvio padrão computados a partir das 10 execuções do algoritmo.

Tabela 2 - Parâmetros estimados para a cinética de secagem do abacaxi considerando diferentes modelos e temperaturas.

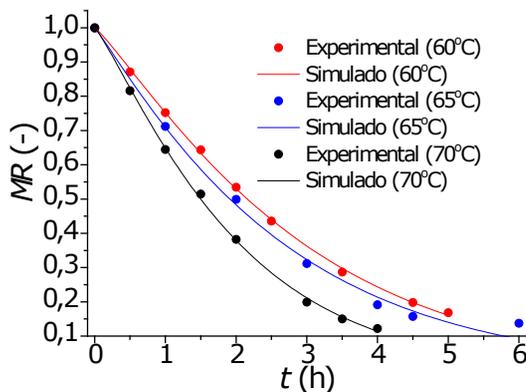


Figura 3 - Comparação entre os pontos experimentais e estimados por cada um dos modelos cinéticos para o abacaxi.

Como observado nesta figura e na Tabela 1, o incremento no valor do parâmetro de inserção de robustez implica em maiores médias computadas para a solução nominal em relação a cada uma das soluções robustas. Assim, apesar do aumento do custo computacional requerido pela abordagem robusta proposta em relação à abordagem nominal, ressalta-se que cada solução robusta é, em relação ao respectivo parâmetro de inserção de robustez, menos sensível a determinadas perturbações no valor do vetor de variáveis de projeto em relação à solução nominal.

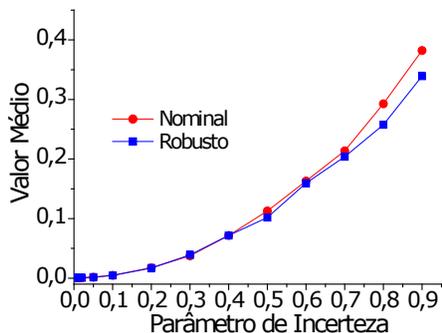


Figura 4 - Influência de perturbações no valor da função objetivo considerando as soluções nominal e robustas.

8 | CONCLUSÕES

Este trabalho experimental-computacional teve por objetivo a determinação da cinética de secagem do abacaxi através da formulação e resolução de um problema de otimização considerando pontos experimentais levantados em laboratório. Os parâmetros da equação cinética considerada foram estimados usando o algoritmo de Evolução Diferencial considerando duas abordagens, a saber, a nominal (sem a inserção de robustez) e a robusta (com a inserção de robustez), considerando diferentes sementes iniciais para a obtenção dos melhores valores e dos desvios padrão apresentados nas tabelas.

De forma geral observa-se, para o estudo de caso nominal analisado, que a metodologia apresentada foi capaz de obter resultados satisfatórios em relação ao valor da função objetivo e do desvio padrão. Já para os estudos de caso robustos analisados foi constatado que a solução robusta, mesmo com maior custo computacional com relação à solução nominal, é menos sensível a pequenas perturbações.

Finalmente, ressalta-se que o resultado apresentado neste trabalho justifica a necessidade da incorporação deste tipo de metodologia no projeto de sistemas de engenharia e áreas afins, de modo que possa ser obtida uma solução que, sob determinadas condições, é menos sensível a pequenas perturbações no vetor de variáveis de projeto.

Como sugestão para trabalhos futuros pretende-se aplicar a metodologia proposta em estudos de caso com mais parâmetros e constituídos por sistemas de equações mais complexos, como por exemplo, os diferenciais, algébrico-diferenciais e os integro-diferenciais.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, E. B. **Comparação do desempenho do secador roto fluidizado com o secador rotatório convencional: secagem de fertilizantes**. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2008.

CEYLAN, I.; AKTAS, M.; DOGAN, H., Mathematical modeling of drying characteristics of tropical fruits. **Applied Thermal Engineering**, vol. 27, p. 1931–1936, 2007.

CHAPRA, S. C. **Métodos numéricos aplicados com matlab para engenheiros e cientistas**. Editora Mc Graw Hill, 3ª Edição, 655 páginas. 2013.

DEB, K., GUPTA, H. Introducing Robustness in Multi-Objective Optimization, **Evolutionary Computation**, 14, 463-494, 2006.

IGUAZ, A.; ESNOZ, A.; MARTINEZ, G.; LÓPEZ, A.; VÍRSEDA, P. Mathematical modelling and simulation for the drying process of vegetable whole sale by products in a Rotary dryer. **Journal of Food Engineering**, vol. 59, p. 151–160, 2003.

KUMAR, C.; KARIM, A.; SAHA, S. C.; JOARDDER, M. U. H.; BROWN, R.; BISWAS, D. Multiphysics modelling of convective drying of food materials. **Proceedings of the Global Engineering**, Science and Technology Conference, Dhaka, Bangladesh, 2012.

LOBATO, F. S. **Otimização Multi-objetivo para o Projeto de Sistemas de Engenharia**. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-Brasil, 2008.

MONTEIRO, R. L.; A. M. B., CARCIOFI; LAURINDO, J. B. A microwave multi-flash drying process for producing crispy bananas. **Journal of Food Engineering**, vol. 178, p. 1–11, 2016.

OVERHULTS, D. G.; WHITE, G. M.; HAMILTON, H. E.; ROSS, I. J. Drying soybeans with heated air. **Transactions of the ASAE**, vol. 16, p. 112–113, 1973.

PAGE, G. E. **Factors influencing the maximum rate of air drying shelled corn in thin-layers**. M. S. Thesis, Purdue University, West Lafayette, Indiana, 1949.

SHAHARI, N. A., **Mathematical modelling of drying food products: application to tropical fruits**. University of Nottingham, 2012.

SINGH, F.; KATIYAR, V. K.; SINGH, B. P. Mathematical modeling to study drying characteristic of Apple and potato. **International Conference on Chemical, Environment & Biological Sciences (CEBS-2014)**, Kuala Lumpur (Malaysia), 2014.

STORN, R., PRICE, K., LAMPINEN, J. A. **Differential Evolution - A Practical Approach to Global Optimization**. Springer - Natural Computing Series, 2005.

STORN, R., PRICE, K. Differential Evolution: A Simple and Efficient Adaptive Scheme for Global Optimization over Continuous Spaces. **International Computer Science Institute**, vol. 12, pp. 1-16, 1995.

TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; MEIRELLES, A. J. A.; PESSOA-FILHO, P. A. **Operações unitárias na indústria de alimentos**. Editora LTC, vol. 2, 652 páginas, 2016.

TAGUCHI, G. **Quality Engineering through Design Optimization**. Kraus International Publications. New York, 1984.

UDOMKUN, P.; ARGYROPOULOS, D.; NAGLE, M.; MAHAYOTHEE, B.; JANJAI, S.; MÜLLER, J. Single layer drying kinetics of papaya amidst vertical and horizontal airflow. **LWT - Food Science and Technology**, vol. 64, p. 67–73, 2015.

WHITE, G. M.; BRIDGES, T. C.; LOEWER, O. J.; ROSS, I. J. Seed coat damage in thin layer drying of soybeans as affected by drying conditions. **ASAE paper**. 3052, 1978.

ZLATANOVIC, I; KOMATINA M.; ANTONIJEVIC, D. Low-temperature convective drying of apple cubes. **Applied Thermal Engineering**, vol. 53, p. 114–123, 2013.

ELABORAÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE MARACUJÁ E UTILIZAÇÃO EM PÃES TIPO BISNAGUINHA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 16/12/2020

Ana Caroline Barroso da Silva

Instituto Federal Fluminense – campus Bom Jesus do Itabapoana, Ciência e Tecnologia de Alimentos
Bom Jesus do Itabapoana – RJ
<http://lattes.cnpq.br/8947690202410929>

Diego Pádua de Almeida

Instituto Federal Fluminense – campus Bom Jesus do Itabapoana, Ciência e Tecnologia de Alimentos
Bom Jesus do Itabapoana – RJ
<http://lattes.cnpq.br/1691422835679139>

Lucilene Benevenuti

Instituto Federal Fluminense – campus Bom Jesus do Itabapoana, Ciência e Tecnologia de Alimentos
Bom Jesus do Itabapoana – RJ
<http://lattes.cnpq.br/0749067451416271>

Alcides Ricardo Gomes de Oliveira

Instituto Federal Fluminense – campus Bom Jesus do Itabapoana, Ciência e Tecnologia de Alimentos
Bom Jesus do Itabapoana – RJ
<http://lattes.cnpq.br/7263826827414815>

RESUMO: O Brasil é o principal produtor mundial de maracujá. No país o fruto é destinado em sua maioria para a fabricação de sucos e consumo in natura. Sabe-se que, no processamento de frutas nas indústrias de alimentos, as cascas

de frutas são os principais resíduos gerados. Uma alternativa para a utilização da casca de maracujá é a transformação em farinha podendo assim, ser utilizada como ingrediente em produtos alimentícios. Este trabalho teve como objetivo a obtenção da farinha e avaliar a influência da adição da mesma em diferentes concentrações nas formulações de pães do tipo bisnaguinha. A farinha de maracujá foi feita na própria instituição, também foram desenvolvidas quatro formulações: Padrão, Formulação A (10% de farinha de casca de maracujá) e Formulação B (15% de farinha de casca de maracujá). Realizaram-se as análises de altura e umidade, além de comparações visuais. Visualmente pode-se perceber que o pão elaborado com 15% apresentou a massa um pouco mais clara, com aparência de pão integral, sabor não ficou muito amargo. O pão elaborado com 10% foi o que apresentou a massa mais clara, o melhor crescimento, sabor não apresentou amargor. Conclui-se que o presente trabalho tem grande importância para o reaproveitamento das cascas de maracujá agregando valor ao produto elaborado e espera-se um resultado satisfatório com a realização da análise de teor de fibras.

PALAVRAS - CHAVE: Reaproveitamento, Panificação, Subproduto, Enriquecimento.

PREPARATION OF PASSION FRUIT FLOUR AND USE IN BISNAGUINHA BREADS

ABSTRACT: Brazil is the world's leading producer of passion fruit. In the country, the fruit is destined mostly for the manufacture of juices and

consumption in natura. It is known that in fruit processing in the food industries, fruit peels are the main waste generated. An alternative for the use of passion fruit peel is a transformation into flour, thus being an ingredient as an ingredient in food products. This work aimed to obtain the flour and evaluate the addition of the same standard in different solutions in the formulation of breads of the type bisnaguinha. Passion fruit flour was made at the institution itself, four formulations were also developed: Standard, Formulation A (10% passion fruit peel flour) and Formulation B (15% passion fruit peel flour). Height and humidity analyzes were performed, as well as visual comparisons. Visually it can be seen that the bread made with 15% had a slightly lighter dough, with the appearance of whole grain bread, the taste was not too bitter. The bread made with 10% was the one with the lightest dough, the best growth, the taste doesn't show bitterness. It is concluded that the present work is of great importance for the reuse of passion fruit peels adding value to the elaborated product and a satisfactory result is expected with the analysis of fiber content.

KEYWORDS: Reuse, Bakery, By-product, Enrichment.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo o site ABRAFRUTAS, o Brasil é atualmente o maior produtor mundial de maracujá, produzindo por ano um milhão de toneladas da fruta. A produtividade alcançada, no entanto, é considerada baixa – a média é de 14 toneladas/ha/ano. A demanda comercial por frutos in natura e produtos processados é crescente no Brasil, que é o maior consumidor mundial da fruta.

A farinha de maracujá é rica em pectina, uma fração de fibra solúvel. Esta fibra reduz a absorção de lipídeos e glicídeos. Uma alternativa para o reaproveitamento da casca do maracujá é a transformação em farinha, podendo assim, ser utilizada como ingrediente.

A panificação está entre os seis maiores segmentos da indústria do Brasil, com participação de 36% na indústria de produtos alimentares e 6% na de transformação. 76% dos brasileiros consomem pão no café da manhã e 98% consomem produtos panificados. O consumo per capita do brasileiro é de 22,61 kg de pães por ano. Devido ao aumento no preço do trigo, principal matéria-prima utilizada na panificação, os empresários estão investindo em outros produtos para a produção, como a mandioca e o milho (SEBRAE, 2017).

Este trabalho tem como objetivos, avaliar a influência da adição de farinha de casca de maracujá em diferentes concentrações nas formulações de pães tipo bisnaguinha, avaliando também seu teor de umidade e uma avaliação visual do produto elaborado.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O produto de origem vegetal utilizado para o estudo foi o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), obtido através de doações da comunidade e encaminhadas para o Laboratório de Cereais e Panificação do Instituto Federal Fluminense – campus Bom

Jesus do Itabapoana.

Todo o processo desde a chegada no laboratório de Cereais e panificação da instituição até a transformação do maracujá em farinha está representado na figura 1.

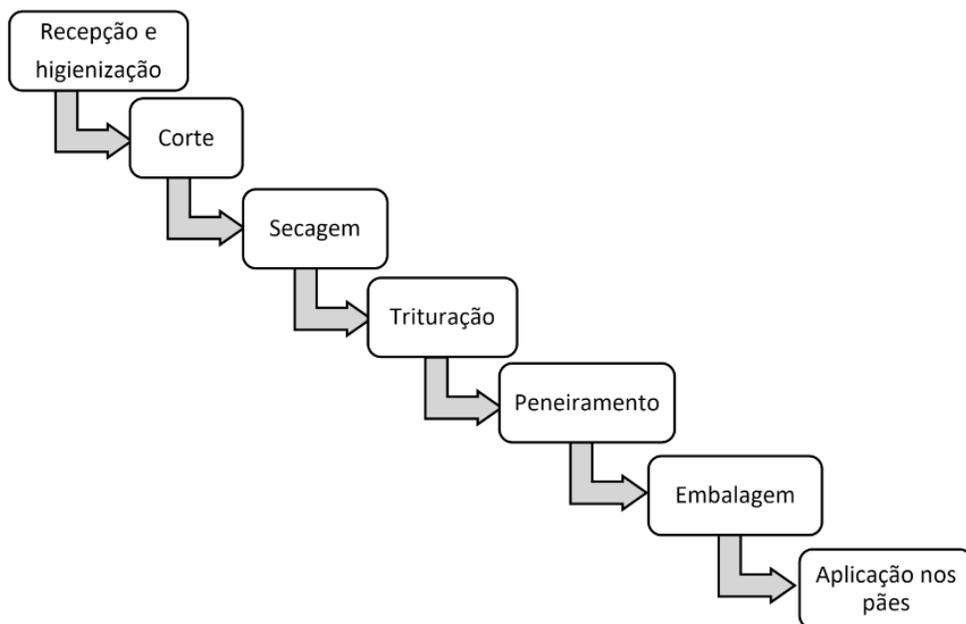


Figura 1 – Fluxograma de elaboração da farinha da casca de Maracujá

Logo após a recepção das cascas de maracujá, fez-se a higienização mecânica para a retirada das sujidades da parte externa da casca. Feito a higienização, passou-se a etapa de corte, onde foi retirada a membrana interna e as cascas foram cortadas em tiras de 1 cm. Depois de já estarem devidamente cortadas, as cascas foram dispostas em bandejas e levadas ao forno com ventilação forçada até atingirem a consistência de casca de árvore, abrindo a porta a cada 1 hora e deixando por 10 min antes de fechá-la novamente.

Ao atingirem a consistência de interesse, conforme mostra a figura 2 as cascas foram recolhidas e trituradas em processador até virarem pó, fez-se o peneiramento e caso necessário, triturá-las novamente.



Figura 2 – Casca de maracujá depois da etapa de secagem

Após a obtenção da farinha, foram acondicionadas em embalagens de polietileno próprias para serem seladas em seladoras de pedal e armazenadas até o momento da utilização.

A formulação de pão escolhidas foi a do tipo bisnaguinha, onde fez-se a substituição parcial de parte da farinha de trigo pela farinha de casca de maracujá em diferentes concentrações.

As escolhidas foram a Padrão, A (com substituição de 10% pela farinha de maracujá) e B (com 15% da farinha de casca de maracujá). Os pães foram elaborados no Laboratório de Cereais e Panificação da própria instituição.

Logo após as formulações estarem prontas, foram levadas ao Laboratório de Análises Físico-Químicas e submetidas à análise de umidade. A amostra padrão também foi analisada juntamente com as amostras com substituição parcial de 10 e 15% da farinha de trigo pela farinha de maracujá para método de comparação.

Para as análises de umidade, foram pesadas amostras de 25g de cada formulação, todos em triplicata e levadas para estuda a 105° C por seis horas ininterruptas para ser realizada a primeira pesagem, após obter o resultado foram realizadas outras pesagens a cada uma hora, até que as amostras atingissem peso constante.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visualmente, como pode-se perceber na figura 3, o pão tipo bisnaguinha elaborado

com substituição de 15% da farinha de trigo pela farinha de maracujá, apresentou a massa clara, porém sua aparência era de pão integral e o sabor não ficou com residual amargo tão forte. O pão elaborado com 10% foi o que mais se assemelhou a formulação padrão, o melhor crescimento e o sabor não apresentou amargor.



Figura 3 – Pães com formulação Padrão, com substituição, 10% e 15% de farinha de maracujá

As análises de Fibras e a Sensorial não puderam ser feitas devido a pandemia do Corona vírus.

Os resultados obtidos nas análises de umidade, fez-se uma média dos valores de cada amostra e podem ser encontradas na Tabela 1.

Formulação	Umidade
A	47.401200 ^a
B	47.713767 ^a
C	49.064233 ^a

Tabela 1 – Resultado da análise de umidade nas formulações desenvolvidas

Após a realização das análises de umidade, pode-se observar que não houve diferença significativa entre as amostras, com isso todas as formulações garantem maciez e conferem aspecto fresco aos pães.

4 | CONCLUSÃO

O presente trabalho tem grande importância para o reaproveitamento das cascas de maracujá, antes descartadas no lixo. Agregar valor nutricional ao produto elaborado. Com as análises de umidade observou-se que não houve diferença significativa entre as amostras e espera-se que com a análise de teor de fibras tenha um resultado satisfatório do pão devido ao teor da farinha de maracujá utilizado nas formulações.

REFERÊNCIAS

ABRAFRUTA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS (Brasil). **Maracujá**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2019. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2019/03/26/brasil-e-atualmente-o-maior-produtor-mundial-de-maracuja/>. Acesso em: 16 dez. 2020.

CATARINO, R. P F. **Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos**. 2016. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso Superior em Alimentos, Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016. Disponível em: . Acesso em: 21 set. 2019.

IBGE, **Produção Agrícola Municipal** 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2019

REVISTA BRASILEIRA DE FARMACOGNOSIA. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Farmacognosia, v. 18, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2008000500016. Acesso em: 09 nov. 2008.

REVISTA BRASILEIRA DE FARMACOGNOSIA. Curitiba: Sociedade Brasileira de Farmacognosia, v. 20, jul. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2010000300026. Acesso em: 03 jul. 2010.

SEBRAE. **Indústria**: panificação. Bahia: Sebrae, 2017. 45 p. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Ind%C3%BAstria%20da%20panifica%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2020.

ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE CASTANHA-DO-BRASIL (BERTHOLLETIA EXCELSA)

Data de aceite: 01/02/2021

Daniela Queiroz Leite

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/2170877658058972>

Ana Luiza Sousa de Lima

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9761760564195969>

Benedito Lobato

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/6159101843250380>

RESUMO: O hambúrguer de castanha-do-Brasil, produto elaborado a base de proteína texturizada de soja e a amêndoa da castanheira, têm como fundamento questões como a utilização do fruto da biodiversidade amazônica para inovar um dos alimentos que possuem crescimento constante no consumo das comidas rápidas – o hambúrguer – e que agrada o paladar da população, que cada vez mais busca compor suas refeições com alimentos que ofereçam boa base nutricional; além de incentivar com o objeto de estudo a valorização da matéria regional em uma aplicação que foge do convencional. O trabalho teve como objetivo, elaborar o hambúrguer de Castanha-do-Brasil submetendo o produto à análises físico-químicas (composição centesimal), e análises microbiológicas. Os resultados obtidos para análises físico-químicas foram: Umidade ($57,55 \pm 0,4\%$), Proteína ($22,76$

$\pm 3,4\%$), Cinzas ($2,66 \pm 1,1\%$), lipídeos ($12,09 \pm 0,02\%$), carboidratos ($4,49 \pm 0,05\%$), valor calórico ($219,61$ Kcal/100g), ph ($6,52 \pm 0,02\%$) sendo resultados satisfatório. Das análises microbiológicas, salmonella, coliformes a 45°C , e staphylococcus aureus, todas se mostraram ausentes, encontrando-se, portanto, dentro dos critérios exigidos pela legislação brasileira. Concluindo, assim, que com os estudos feitos e parâmetros encontrados o produto elaborado se encaixa nos requisitos pressupostos e correspondeu positivamente ao esperado.

PALAVRAS-CHAVE: Benefícios; Biodiversidade; Inovação; Nutritivo.

DRAWING OF BRAZILIAN CHESTNUT HAMBURGER (BERTHOLLETIA EXCELSA)

ABSTRACT: The Brazil nut burger, a product made with textured soy protein and Brazil nut almond, is based on issues such as the use of the fruit of Amazonian biodiversity to innovate one of the foods that have a constant growth in the consumption of fast foods - the hamburger - and which pleases the palate of the population, who increasingly seek to compose their meals with foods that offer a good nutritional base; besides encouraging with the object of study the valorization of the regional matter in an application that differs from the conventional. The objective of this work was to prepare the Brazil nut hamburger by submitting the product to physical-chemical analysis (chemical composition), and microbiological analysis. The results obtained for physical-chemical analyzes were: Moisture ($57.55 \pm 0.4\%$), Protein ($22.76 \pm 3.4\%$), Ash (2.66

$\pm 1.1\%$), lipids ($12, 09 \pm 0.02\%$), carbohydrates ($4.49 \pm 0.05\%$), caloric value (219.61 Kcal / 100g), ph ($6.52 \pm 0.02\%$) results considered satisfactory. From the microbiological analyzes, salmonella, coliforms at 45°C , and staphylococcus aureus, all were absent, therefore meeting the criteria required by Brazilian legislation. Therefore, concluding that with the studies carried out and the parameters found, the elaborated product fits the presupposed requirements and responded positively to what was expected.

KEYWORDS: Benefits; Biodiversity; Innovation; Nutritious.

1 | INTRODUÇÃO

Nativa da Região Amazônica, a castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) é considerada uma das maiores riquezas nos estados que formam a Amazônia Brasileira. A amêndoa é riquíssima em lipídios, vitaminas, minerais e proteínas de qualidade (os aminoácidos, como a metionina encontrada em grande quantidade, são muito importantes para o ser humano). Por isso, a castanha-do-brasil pode ser considerada um alimento altamente nutritivo e excelente complemento na dieta alimentar de crianças e adultos, (EMBRAPA, 2004).

A amêndoa da castanha-do-brasil apresenta 60%-70% de lipídios e 15%-20% de proteínas, sendo considerada um produto de alto valor alimentício. (Souza et al., 1963). Segundo Almeida (2015), “Em função do elevado teor de óleo na castanha-do-pará, alguns estudos revelaram uma relação entre o consumo dessas nozes e a diminuição na incidência de doenças cardíacas”. Segundo Myers et al. (2000), citado por Álvarez et al. (2012,p.2), Dentre os produtos florestais não madeireiros, a castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K) se caracteriza como um dos mais importantes recursos econômicos da Amazônia, ocupando lugar de destaque no extrativismo regional.

O peso de 14 gramas da amêndoa equivale a 100 calorias ou ainda duas amêndoas são equivalentes a um ovo de galinha. A amêndoa contém em torno de 70% de óleo doce, de sabor tido como agradável e semelhante ao gosto do azeite de oliva europeu. (ALMEIDA, 2015). Nota-se, portanto, que a amêndoa possui atributos nutricionais que se sobressaem em relação á alimentos convencionais e quando incluída na alimentação oferece ao consumidor um leque de benefícios e melhoria na qualidade de vida, sendo esse o ingrediente inovador e incomum para um hambúrguer e para um produto de sabor salgado, visto que a amêndoa é relacionada a comidas doces.

Além da castanha, outro produto derivado de um grão muito presente nas prateleiras dos supermercados também compõe o hambúrguer. A proteína de soja, alimento mais conhecido e consumido pelos brasileiros, é um macronutriente fornecedor de aminoácidos, vitaminas A, C, E e do complexo B, de minerais como cálcio, fósforo, ferro e potássio, possui alto teor de fibras, captando partículas de gorduras para que não sejam absorvidas no organismo. (DIAS et al., 2011). O grão da soja vem sendo considerado, por ser uma importante fonte proteica rica em substâncias como isoflavonas, fibras e esteróis que

possuem propriedades funcionais. Essas substâncias previnem de doenças degenerativas como câncer, osteoporose, diabetes, doenças cardiovasculares e menopausa. (PEDROZA et al, 2014).

A proteína de soja é comumente utilizada como extensor para produtos cárneos, tanto por possuir características nutricionais próximas, como suprir o consumo de proteína quanto por seus vastos benefícios oferecido ao consumidor. Os brasileiros têm passado por uma série de transformações desde a década de 50, e as mais perceptíveis talvez sejam os fenômenos da urbanização e da globalização. Devido ao cotidiano das famílias modernas o serviço de fast food expandiu-se, em decorrência do acelerado ritmo de vida, fazendo com que a população procure por serviços rápidos.

Comer fast food é um novo hábito do brasileiro, principalmente para os que residem nas grandes cidades. Conseqüentemente, a agroindústria brasileira vem explorando esse tipo de consumidor. (MENEZES & ALEXANDRINO, 2014). Em decorrência da sua praticidade de preparo e por possuir nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente, o hambúrguer se tornou um produto consumido por todas as classes populares. (OLIVEIRA et al, 2013).

O consumidor moderno tem utilizado cada vez mais produtos considerados convenientes, de fácil preparo, higienicamente corretos e com qualidade nutricional, e isto promove desafios na obtenção de produtos competitivos entre as indústrias. Esta mudança de atitude por parte dos consumidores deverá ter importância cada vez maior no processo de escolha dos produtos. (ALMEIDA, 2011).

Diante deste contexto, o hambúrguer tornou-se um produto muito popular na rotina alimentar das grandes cidades e, em consequência desta demanda, vem se destacando como um dos congelados mais vendidos nos mercados brasileiro e mundial. (DUCATTI, 2014). Sendo assim, objetiva-se, com o hambúrguer de castanha-do-brasil propor algo inovador como o mercado busca e que seja nutricionalmente vantajoso, um alimento completo, e de agrado ao consumidor contemporâneo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração das amostras foi utilizado a proteína texturizada de soja, castanha-do-Brasil, e temperos naturais. As quais foram preparadas manualmente apenas com auxílio de instrumentos básicos de cozinha, tais como liquidificador, recipientes, tábuas, faca e colher. Todas as análises descritas foram retiradas do livro Métodos Físico-Químicos Para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). Usados os parâmetros (012/IV) para umidade, (017/IV) para pH, (018/IV) para cinzas, (032/IV), para lipídeos e (036/IV) para proteínas.

2.1 Análises físico-químicas

2.1.1 Umidade

A umidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida. Na realidade, não é somente a água a ser removida, mas outras substâncias que se volatilizam nessas condições. O resíduo obtido no aquecimento direto é chamado de resíduo seco. O aquecimento direto da amostra a 105°C é o processo mais usual. O material usado foi estufa, balança analítica, dessecador com sílica gel, cápsula de porcelana ou de metal de 8,5 cm de diâmetro, pinça e espátula de metal. E o procedimento foi pesar 10 g da amostra em placa de petri, previamente tarada. Aquecida durante 3 horas. Resfriada em dessecador até a temperatura ambiente. Foi pesada novamente e foi repetido o procedimento de aquecimento e resfriamento até peso constante.

$$\%ST = ((Pf-Pi))/Pa \times 100$$

$$\%Umidade = 10 - \%ST$$

2.1.2 Cinzas

Resíduo por incineração ou cinzas é o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a (550-570)°C. Nem sempre este resíduo representa toda a substância inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento. Geralmente, as cinzas são obtidas por ignição de quantidade conhecida da amostra. O material usado foi cápsula de porcelana de 50 mL, mufla, banho-maria, dessecador com sílica gel, chapa elétrica, balança analítica, espátula e pinça de metal. O procedimento foi pesar 5 g da amostra em uma cápsula, previamente aquecida em mufla a 550°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada.

$$I((Pf-Pi))/Pa \times 100$$

2.1.3 Proteínas

A determinação de protídeos baseia-se na determinação de nitrogênio, geralmente feita pelo processo de digestão Kjeldahl. A matéria orgânica é decomposta e o nitrogênio existente é finalmente transformado em amônia. Sendo o conteúdo de nitrogênio das diferentes proteínas aproximadamente 16%, introduz-se o fator empírico 6,25 para transformar o número de g de nitrogênio encontrado em número de g de protídeos.

Material usado foi balança analítica, chapa elétrica, balão de destilação, frasco Erlenmeyer de 500 mL, bureta de 25 mL, espátula, papel de seda, dedal e pipeta graduada

de 25 mL. Os reagentes foram ácido sulfúrico 0,05 M, sulfato de cobre, sulfato de potássio, solução fenolftaleína, Vermelho de metila, Hidróxido de sódio, mistura catalítica. Procedimento foi pesar 1 mg da amostra em papel de seda transfira para o balão de Kjeldahl e adicionado 25 mL de ácido sulfúrico e cerca de 1 g da mistura catalítica. Levado ao aquecimento em chapa elétrica, na capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido (pontos pretos). Aquecido por mais uma hora, adicionado 10 gotas do indicador fenolftaleína foi para o balão de destilação e aquecido à ebulição e destilado para depois fazer a titulação.

$$\%N = (V_a - V_b) \times N \times F \times 14 \times 100 / P \times 1000$$

$$\% \text{ de Proteína} = \%N \times 6,25$$

2.1.4 Lipídeos

A determinação de lipídios em alimentos é feita, na maioria dos casos, pela extração com solventes, por exemplo, éter. Quase sempre se torna mais simples fazer uma extração contínua em aparelho do tipo Soxhlet, seguida da remoção por evaporação ou destilação do solvente empregado. Material usado foi aparelho extrator de Soxhlet, bateria de aquecimento com refrigerador de bolas, balança analítica, estufa, papel de filtro de 12 cm de diâmetro, balão de fundo chato de 250 com boca esmerilhada, lã desengordurada, algodão, espátula e dessecador com sílica gel. O reagente usado foi éter de petróleo. Procedimento foi pesar 2 g da amostra em papel de filtro e amarrado com fio de lã previamente desengordurado. Foi transferido o papel de filtro amarrado para o aparelho extrator tipo Soxhlet.

Foi acoplado o extrator ao balão de fundo chato previamente tarado a 105°C. Adicionado éter de petróleo em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio. Foi mantido sob aquecimento em chapa elétrica, à extração contínua por 8 (quatro a cinco gotas por segundo) ou 16 horas (duas a três gotas por segundo). Retirado o papel de filtro amarrado, destilou o éter e transferido o balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105°C, mantendo por cerca de uma hora. Resfriado em dessecador até a temperatura ambiente. Pesado e resfriado até peso constante.

$$\%L = ((P_f - P_i)) / P_a \times 100$$

$$\%G_{bu} = (100 - \%U_m) \times (G_{bs} / 100)$$

2.1.5 Carboidratos

Determinou-se a partir do cálculo abaixo

$$E = 100 - (A + b + C + D)$$

Onde: A = Proteína, B = Lipídeos, C = Umidade, D = Cinzas

2.1.6 Valor Calórico

Determinou-se a partir do cálculo abaixo

(Proteína x 4 + Lipídeos x 9 + Carboidratos x 4)

2.1.7 Ph

Os processos que avaliam o pH são colorimétricos ou eletrométricos. Os primeiros usam certos indicadores que produzem ou alteram sua coloração em determinadas concentrações de íons de hidrogênio. Material usado foi béqueres de 50 mL, pHmetro, balança analítica, espátula de metal e agitador magnético. O reagentes foi uma soluções-tampão de pH 7. O procedimento foi pesar 10 g da amostra em um béquer e diluir com auxílio de 100 mL de água destilada. Foi agitado até o conteúdo ficar com uma camada líquida por cima e a parte sólida embaixo.

2.2 Análises microbiológicas

2.2.1 Salmonela

A análise de salmonela foi feita segundo a ISSO 6579-1: 2017, com esse método a maioria dos sorovares de salmonela se destina a ser detectada. E feita incubação a 35°C em meio sólido.

2.2.2 Coliformes Totais

A análise de coliformes totais foi feita segundo a ISO 4832: 2006, que fornece diretrizes gerais para a enumeração de coliformes. É feita pela técnica de contagem de colônias após incubação em meio sólido a 35°C.

2.2.3 Staphylococcus Aureus

A análise de staphylococcus aureus foi feita segundo a ISO 6888-1:1999, com esse método é possível visualizar ao colônia caso a análise seja positiva. É feita a técnica de contagem de colônias após incubação em meio sólido a 35°C

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição centesimal encontram-se dispostas na tabela 1 cujos valores foram totalmente satisfatórios mostrando um produto de cunho nutricional adequado. Umidade (57,55±0,4%), Proteína (22,76 ±3,4%), Cinzas (2,66 ±1,1%), lipídeos (12,09 ±0,02%), carboidratos (4,49 ±0,05%), valor calórico (219,61 Kcal/100g), ph (6,52 ±0,02%).

Amostras	Média±DP
Umidade(%)	57,55 ± 0,4
Proteína(%)	22,76 ± 3,4
Cinzas(%)	2,66 ± 1,1
pH	6,52 ± 0,02
Lipídeos(%)	12,09 ± 0,02
Carboidratos(%)	4,94 ± 0,05
ValorCalórico(kcal)	219,61

Tabela 1 - Composição centesimal do hambúrguer de castanha-do-Brasil cru

Fonte: autor (2018)

Atendendo aos requisitos cobrados pelo Regulamento Técnico de Identificação e Qualidade de Hambúrguer (IN no 20, 31/07/2000 – Anexo IV), no qual gordura (máximo 23%), proteínas (mínimo 15%), carboidratos totais (3%) são essenciais para classificar o produto na classe. Na tabela 2 encontra-se dispostos os resultados para as análises microbiológicas:

Análises	Resultados
Salmonella	Ausência
Coliformes totais	Ausência
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausência

Tabela 2 - Resultado da Análises Microbiológicas do Hambúrguer de Castanha-do-Brasil

Fonte: autor (2018)

Os resultados das pesquisas microbiológicas que incluem contagens de coliformes totais, presença de salmonela e staphylococcus aureus mostraram ausência desses microrganismos, indicando condições higiênico-sanitárias eficientes. A presença dos diversos tipos de microrganismos nos alimentos fornece informações sobre a contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial do alimento, além de indicar condições inadequadas de processamento, produção ou armazenamento. (EMBRAPA, 2004).

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se, dessa forma, que os resultados obtidos comprovam um potencial tecnológico, inovador e nutricional do hambúrguer de Castanha-do-Brasil. Os resultados

dos estudos microbiológicos atestaram ausência de contaminantes, constatando a eficiência e higiene na elaboração do produto; viabilizando seu consumo seguro sem a presença de possíveis patógenos e com os valores nutricionais em padrões confiáveis, atendendo as novas demandas e critérios exigidos pelo consumidor. Após as análises físico-químicas, as características das amostras apresentou valor proteico de (22,76%), pouco mais elevado que um hambúrguer de soja industrializado (19%); o valor de lipídeos (12,09%) se mostrou abaixo do valor limite estabelecido pela legislação brasileira (Máximo 23%), e carboidratos (4,09%) estando com uma porcentagem muito satisfatória visto que há presença da amêndoa, o que não influenciou de forma a elevar negativamente este parâmetro. Classificando, com esses estudos, o hambúrguer de castanha do Brasil como alimento nutritivo e valor calórico aceitável.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES, Virgínia de Souza; CASTRO, Izabela Miranda de; COSTA, David Aquino da; LIMA, Angélica Costa de; MADRUGA, Ailson Luiz Sudan. **Qualidade da castanha-do-brasil do comércio de Rio Branco, Acre**. Acta Amazonica. Vol.42 no.2. Manaus, Junho 2012.

ALMEIDA José Jonas. **Do extrativismo à domesticação: as possibilidades da castanha-do-pará**. Tese (Doutorado em História Econômica)-Programa de Pós-Graduação em História Econômica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BRASIL. (jul. de 2000). **Instrução Normativa nº 20, De 31 de julho de 2000**. Disponível em Acesso em: 15 de abr. 2018.

BRASIL. (nov. de 1976). **Legislação da Castanha**. Disponível em: PORTARIA Nº846, DE 08 DE NOVEMBRO DE 1976: Acesso em: 20 de fev. 2018.

CALVALCANTE, Paulo Bezerra. **Frutas Comestíveis na Amazônia**. 7ª edição rev. e atual. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2010. p. 97-98

DIAS, Vanessa Messias; DIAS, Karla Maria; PILLA, Viviane. **Desenvolvimento e análise sensorial de hambúrguer de soja enriquecido com linhaça e quinoa**. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale da Paraíba, 2011.

DUCATTI, Rhani. **Análise microbiológica e quantificação de proteína de soja pela metodologia isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) em hambúrgueres bovinos de marcas comerciais brasileiras**. 2014. 1 f. Dissertação (Mestrado em Veterinária e Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

FERNANDES, Fábio Ramos; SILVA, Stélio Celso Coêlho. **Elaboração de hambúrguer de aviú (*Acetes marinus Omori*)**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Graduação Tecnologia Agroindustrial – Ênfase em alimentos). Universidade do Estado do Pará. Cametá-Pa.

International Organization for Standardization (ISO). Disponível em acesso em: 12/02/2018

MENEZES, Amanda Cristina; ALEXANDRINO, Ana Maria. **Análise microbiológica de hambúrguers comercializados em embalagens primárias e secundárias**. Rev. Saúde e Biol, v.9, n.3, p.94-100, out/dez, 2014.

OLIVEIRA, Débora Francielly de; COELHO, Alexandre Rodrigo; BURGARDT, Vânia de Cássia da Fonseca; HASHIMOTO, Elisabete Hiromi; LUNKES, Alessandra Machado; MARCHI, João Francisco; TONIAL, Ivane Benedetti. **Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão**. Brazilian Journal of Food Technology: vol. 16 no. 3. Campinas jul./set. 2013.

PEDROZA, Fernanda Moreira; HOLLAND; Renato Gusmão Soares; SIGARINI, Paola Alves; ARRUDA, Leticia Maria Magalhães; SANTOS, Elis Caroline Celestina dos; SIGARINI, Cleise Oliveira; **“Desenvolvimento de Um Protótipo de Barra de Cereal Contendo Proteína Texturizada de Soja Na Formulação”**, p. 443-444 . In: Proceedings of the XII Latin American Congress on Food Microbiology and Hygiene [=Blucher Food Science Proceedings, v.1, n.1]. São Paulo: Blucher, 2014.

PESCE, Celestino. **Oleaginosas da Amazônia**. 2ª edição rev. e atual. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. p. 299-303

SILVA, Fernanda Luiza; SILVA, Thaysa dos Santos; VARGAS, Flávia Carolina; FRANZOLIN, Raul; TRINDADE< Marco Antonio. Nota Científica: **Características físico-químicas e aceitação sensorial de hambúrguer de búfalo em comparação com hambúrguer bovino**. Brazilian Journal of Food Technology. Vol.17 no.4. Campinas, out/dez.2014.

SOUZA, Joana Maria Leite de; CARTAXO, Cleisa Brasil da Cunha; LEITE, Felícia Maria Nogueira; REIS, Fabiana Silva. **Avaliação microbiológica de amêndoas de castanha-do-brasil em usinas de beneficiamento no acre**. Embrapa. 2004.

ZENEBO, Odair; PASCUET, Neus Sadocco. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. Ed. Instituto Adolfo Lutz: São Paulo, 2005.

ELABORAÇÃO DE *SMOOTHIES* DE AÇAÍ COM MARACUJÁ, CUPUAÇU, CACAU OU GOIABA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 27/11/2020

Ana Lúcia Fernandes Pereira

Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos e Programa
de Pós Graduação em Saúde e Tecnologia
Imperatriz – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/7841826430721579>

Kaleny da Silva Firmo

Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/3125299795504452>

Bianca Macêdo de Araújo

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/7062502707013288>

Virgínia Kelly Gonçalves Abreu

Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos e Programa
de Pós Graduação em Saúde e Tecnologia
Imperatriz – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/8557075957484486>

Tatiana de Oliveira Lemos

Universidade Federal do Maranhão
Curso de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/0782010869554023>

leite. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar as características físico-químicas e sensoriais de quatro formulações de *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba. Cada formulação teve as seguintes proporções dos ingredientes: polpa de açaí (50%), polpa de maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba (25%), iogurte natural (18%) e açúcar (7%). Foram realizadas análises de cor instrumental, pH e sólidos solúveis totais. Além disso, foi avaliada a aceitação sensorial utilizando sessenta julgadores não treinados, usando escala hedônica, em relação aos atributos aparência, cor, aroma, sabor e impressão global, e escala do ideal para os termos sabor de açaí, doçura e viscosidade. A atitude de compra também foi avaliada usando escala estruturada mista de cinco pontos. Os *smoothies* de açaí com goiaba tiveram maior luminosidade ($31,95 \pm 0,37$). A coloração vermelha predominou em todas as formulações de *smoothies*. Os valores de pH dos *smoothies* foram baixos variando de $3,33 \pm 0,02$ a $3,86 \pm 0,03$. O teor de sólidos solúveis totais foi maior para o *smoothie* de açaí com cacau ($13,37 \pm 0,15$ °Brix), e o mesmo apresentou maior aceitação, seguido por açaí com goiaba e açaí com cupuaçu. O *smoothie* de açaí com maracujá apresentou baixa aceitação, em virtude da baixa doçura e alta acidez.

PALAVRAS-CHAVE: Polpa de frutas. Cor instrumental. Escala hedônica.

RESUMO: *Smoothies* são bebidas obtidas pela mistura de frutas, sumos de frutas e iogurte ou

ELABORATION OF AÇAÍ SMOOTHIES WITH PASSION FRUIT, CUPUAÇU, CACAO AND GUAVA

ABSTRACT: Smoothies are beverages obtained by blending fruits, fruit juices and yogurt or milk. The aim of the present study to develop and evaluate four formulations of açaí smoothies with passion fruit, cupuassu, cacao and guava. Each formulation had fixed proportions of the ingredients: assaí pulp (50%), passion fruit, cupuassu, cocoa or guava pulps (25%), natural yoghurt (18%) and sugar (7%). Instrumental color, pH and total soluble solids determinations were performed. Moreover, sensory acceptance was evaluated using 60 untrained panelists, through the hedonic scale, regarding the appearance, color, aroma, flavor and overall acceptance, and ideal scale for the terms assaí flavor, sweetness and viscosity. The purchase intent was also assessed using a mixed five-point structured scale. Assaí smoothies with guava had higher luminosity (31.95 ± 0.37) and red color predominated in all the formulations of smoothies. The pH values of the smoothies were low ranging from 3.33 ± 0.02 to 3.86 ± 0.03 . The total soluble solids contents were higher for formulation containing assaí and cocoa (13.37 ± 0.15 °Brix). The formulation containing açaí with cocoa showed greater acceptance, followed by assaí and guava, and assaí and cupuassu. The formulation containing the açaí and passion fruit had low acceptance, due to the low sweetness and high acidity.

KEYWORDS: Fruit pulp. Instrumental color. Hedonic scale.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com Rodríguez-Verástegui et al. (2016), *smoothies* são bebidas misturadas que contêm frutas ou suco de frutas com uma consistência típica semilíquida ou macia. Esses produtos podem ser preparados de forma caseira, ou adquirido pronto para consumo, adoçado ou não e, geralmente isento de corantes e aromatizantes. São reconhecidos como bebidas refrescantes não alcoólicas pelos consumidores e representam uma alternativa conveniente para promover o consumo de frutas (KEENAN et al., 2010; TELESZKO; WOJDYLO, 2014).

A elaboração dessas bebidas possibilita a combinação de diferentes atributos sensoriais, gerando novos sabores e aromas. Assim, *smoothies* tem sido desenvolvido com diferentes frutas. Balaswamy et al. (2013) elaboraram *smoothies* com diferentes combinações de frutas (mamão, manga, sapoti, banana, uva e abacaxi) e concluíram que a aceitação sensorial sofreu influência da relação sólidos solúveis totais: acidez e das frutas selecionadas. Telsezko e Wojdylo (2014), utilizando diferentes frutas, observaram mais aceitação para os *smoothies* produzidos de frutas vermelhas e mirtilo. Nowicka et al. (2016), por sua vez, elaboraram *smoothies* obtidos pela mistura de cereja ácida com suco de maçã, pêra, marmelo e marmelo em flor, e concluíram que os *smoothies* com adição de suco de maçã ou marmelo foram os mais aceitos pelos consumidores.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar as características físico-químicas e sensoriais dos *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A produção, bem como, as análises de cor instrumental, pH, sólidos solúveis totais e a aceitação sensorial dos *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba, foram realizadas nos Laboratórios do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

2.1 Elaboração das formulações de *smoothies*

Na elaboração das formulações de *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba foram utilizados polpas pasteurizadas e congeladas de açaí, maracujá, cupuaçu, cacau e goiaba, iogurte natural e açúcar comercial.

O desenho experimental consistiu de 4 formulações de *smoothies* de açaí, com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba e 3 repetições. As formulações foram preparadas com 50% de polpa de açaí, 25% de polpa de maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba, 18% de iogurte natural e 7% de açúcar.

Para o processamento, os ingredientes foram pesados em balança analítica e homogeneizados em liquidificador industrial por 1 minuto. As análises de cor, pH e sólidos solúveis totais e a aceitação sensorial foram realizadas imediatamente após o preparo. As análises de cor, pH e sólidos solúveis totais também foram realizadas nas polpas de açaí, maracujá, cupuaçu, cacau e goiaba (Tabela 1).

2.2 Cor instrumental, pH e sólidos solúveis totais dos *smoothies*

Para a determinação de cor, foi utilizado espectrofotômetro (Minolta, CM 2300D, Tokyo, Japão), operando no sistema CIE (L^* , a^* e b^*): o valor de L^* mediu a luminosidade variando de 0 (preto) para 100 (branco); o valor de a^* mediu a variação entre a cor verde (-60) e vermelha (+60), e o valor de b^* , a variação entre a cor azul (-60) e amarela (+60). A área de medição foi de 8 mm (diâmetro) com geometria $d/0^\circ$ e observador de 2° , sendo o equipamento calibrado com o iluminante D65. Para a medição, a sonda de medição foi colocada em contato com a superfície das polpas e dos *smoothies*.

A determinação do pH foi realizada com pHmetro (Biotech, mPa-210, Piracicaba, Brasil), calibrado com soluções tampões de pH 4 e 7.

A determinação de sólidos solúveis totais foi realizada por meio de leitura direta usando refratômetro digital (HI96801, Hanna, Woonsocket, USA) com escala de 0 a 85 °Brix.

2.3 Avaliação sensorial dos *smoothies*

Os testes sensoriais de aceitabilidade foram realizados em cabines individuais com incidência de luz branca, sob condições controladas. As amostras foram servidas, a aproximadamente 1°C , em copos descartáveis codificadas com três dígitos aleatórios, de forma monádica e sequencial, seguindo-se delineamento de blocos completos balanceados

com relação à ordem de apresentação (MACFIE et al., 1989).

Avaliou-se a aceitação sensorial das formulações de *smoothies* utilizando escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = não gostei; nem desgostei; 1 = desgostei muitíssimo), mediante os atributos: aparência, cor, aroma, sabor e impressão global (PERYAM; PILGRIM, 1957).

A aceitação também foi medida através da escala do ideal estruturada de 9 pontos (+4 = extremamente mais forte que o ideal; 0 = ideal; -4 = extremamente menos forte que o ideal) (STONE; SIDEL; SCHUTZ, 2004). A intenção de compra do produto baseou-se na impressão geral dos consumidores, sendo avaliada mediante escala de atitude de compra estruturada mista de 5 pontos (5 = certamente compraria; 3 = tenho dúvidas se compraria; 1 = certamente não compraria) (MEILGAARD et al., 1987).

2.4 Análise dos dados

Os dados de cor instrumental, pH e sólidos solúveis totais foram analisados utilizando-se o software ASSISTAT versão 7.7 beta. Os valores médios foram avaliados segundo modelo inteiramente casualizado, pelo procedimento ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Quanto aos dados da análise sensorial, nos resultados da escala hedônica, as notas foram agrupadas em regiões de aceitação (percentuais de frequência das categorias de 6 a 9), indiferença (percentuais de frequência da categoria 5) e rejeição (percentuais de frequência das categorias de 1 a 4). Nos dados da escala do ideal, as notas foram agrupadas em regiões: acima do ideal (percentuais de frequência das categorias de +1 a +4), ideal (percentuais de frequência da categoria 0) e abaixo do ideal (percentuais de frequência das categorias de -1 a -4). Para intenção de compra, os percentuais das categorias “certamente compraria” e “provavelmente compraria” foram somados e denominados de “Compraria”; os percentuais da categoria “tenho dúvidas se compraria” foram denominados, região de “Talvez compraria” e os percentuais das categorias “certamente não compraria” e “provavelmente não compraria” foram somados e denominados de região de “Não compraria”.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cor instrumental, pH e sólidos solúveis totais

Para cor instrumental, o componente de cor L* do *smoothie* de açaí com goiaba apresentou os maiores valores ($p < 0,05$) quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 2).

O componente de cor L* está relacionado à luminosidade e caracteriza o grau de claridade da cor. Assim, quanto maior o valor de L*, mais claro o alimento. A polpa de açaí foi a que teve menor luminosidade, o que refletiu nos *smoothies* que apresentaram valores

de L* bem próximos ao dessa polpa (Tabela 1). O *smoothie* de açaí com goiaba teve o maior valor, seguido por açaí com cupuaçu, cacau ou goiaba (Tabela 2).

A cor é um dos principais parâmetros indicadores de qualidade e tem forte influência na aceitação do consumidor (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al. 2010). Apesar de ter ocorrido diferença no componente de cor L* nas polpas utilizadas, não foram observadas implicações na aceitação da cor dos *smoothies*, uma vez que em todos a cor característica da polpa de açaí foi predominante, não interferindo na aceitação visual do julgador (Figura 1B).

No que se refere ao componente de cor a*, este indica a intensidade de cor vermelha. Embora as polpas de cupuaçu e cacau apresentarem valores negativos para o componente a* (Tabela 1), indicando que tendiam mais à coloração verde, nos *smoothies* ocorreu uma padronização desse componente tendendo mais ao vermelho, não havendo diferença entre os tratamentos (Tabela 2).

Essa cor vermelha pode ser proveniente dos pigmentos antocianinas presente em altas concentrações no açaí (PORTINHO et al., 2012). Keenan et al. (2012) também observaram uma maior tendência para a cor vermelha em *smoothies* contendo morango, maçã, banana e laranja. Esses autores atribuíram essa coloração vermelha as antocianinas presentes no morango. No presente estudo, os componentes de cor a* e b* não apresentaram diferenças significativas entre os *smoothies* (Tabela 2).

O componente de cor b* que indica a intensidade da cor amarela. Embora também tenha sido bastante variável entre as polpas (Tabela 1), não apresentou variações entre as formulações de *smoothies* (Tabela 2).

Polpas	Determinações				
	L*	a*	b*	pH	SST ¹
Açaí	23,98±1,26	24,05±0,09	3,62±1,04	4,14±0,01	2,23±0,42
Maracujá	39,20±0,61	7,79±0,03	28,66±0,53	2,86±0,02	10,73±0,06
Cupuaçu	81,34±0,13	-2,00±0,05	28,27±0,32	3,46±0,03	9,37±0,06
Cacau	63,17±1,35	-0,53±0,06	4,64±0,54	3,37±0,13	15,03±0,35
Goiaba	50,31±0,57	27,72±0,70	25,77±0,66	3,42±0,01	9,13±0,15

¹SST = sólidos solúveis totais (°Brix).

TABELA 1: Valores médios e desvio padrão da cor instrumental, pH e sólidos solúveis totais das polpas de açaí, maracujá, cupuaçu, cacau e goiaba.

No que se refere a análise de pH, o *smoothie* de açaí com goiaba teve maior valor ($p < 0,05$), seguido por àqueles de açaí com cacau, cupuaçu ou maracujá (Tabela 2). Esses dados refletem os valores obtidos para as polpas, visto que a polpa de maracujá obteve os menores valores de pH (2,86±0,02) (Tabela 1). Os *smoothies* apresentaram um pH ácido, abaixo de 4,0, o que favorece sua estabilidade e, conseqüentemente, sua segurança de

consumo (DIONISIO et al., 2016).

Quanto aos valores de sólidos solúveis totais, estes foram maiores ($p < 0,05$) para o *smoothie* de açaí com cacau e menores para açaí com goiaba (Tabela 2). Esses valores refletiram os valores obtidos para as polpas, visto que a de cacau obteve o maior valor de sólidos solúveis totais ($15,03 \pm 0,35$ °Brix) e a polpa de goiaba o menor ($9,13 \pm 0,15$ °Brix) (Tabela 1).

Smoothies	Determinações				
	L*	a*	b*	pH	SST ¹
Açaí com Maracujá	29,16±0,77b	8,47±0,13 ^a	7,16±0,52 ^a	3,33±0,02c	12,50±0,17c
Açaí com Cupuaçu	29,47±0,20b	7,99±0,17 ^a	6,06±0,26 ^a	3,80±0,02b	12,90±0,10b
Açaí com Cacau	29,24±0,69b	7,06±0,08 ^a	6,16±0,33 ^a	3,82±0,01ab	13,37±0,15 ^a
Açaí com Goiaba	31,95±0,37 ^a	8,61±1,40 ^a	6,38±1,08 ^a	3,86 ±0,03 ^a	12,26±0,10bc

¹SST = sólidos solúveis totais (°Brix).

TABELA 2: Cor instrumental e características físico-químicas dos *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba.

3.2 Avaliação sensorial dos *smoothies*

Participaram da avaliação sensorial 60 julgadores não treinados, de ambos os sexos, sendo a maioria do sexo feminino (55%), com idades entre 18 e 25 anos (87%) e escolaridade em ensino superior incompleto (60%).

Para os valores de escala hedônica, de modo geral, as quatro formulações apresentaram maiores percentuais na região de aceitação, evidenciando assim boa aceitação dos *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau e goiaba (Figuras 1 e 2). Tendo em vista que 81,67% dos consumidores afirmaram nunca terem consumido *smoothies*, esse resultado é bastante satisfatório.

No que se refere aos atributos aparência e cor, todos os *smoothies* tiveram percentuais na região de aceitação acima de 83,00%, com destaque para o *smoothie* de açaí com cupuaçu que apresentou percentuais de 95,00% e 93,33%, para aparência e cor, respectivamente (Figura 1A e B). Isso é um resultado importante visto que a decisão do consumidor em optar por determinado produto, é frequentemente baseada na aparência visual do mesmo (MIZUTANI et al., 2012).

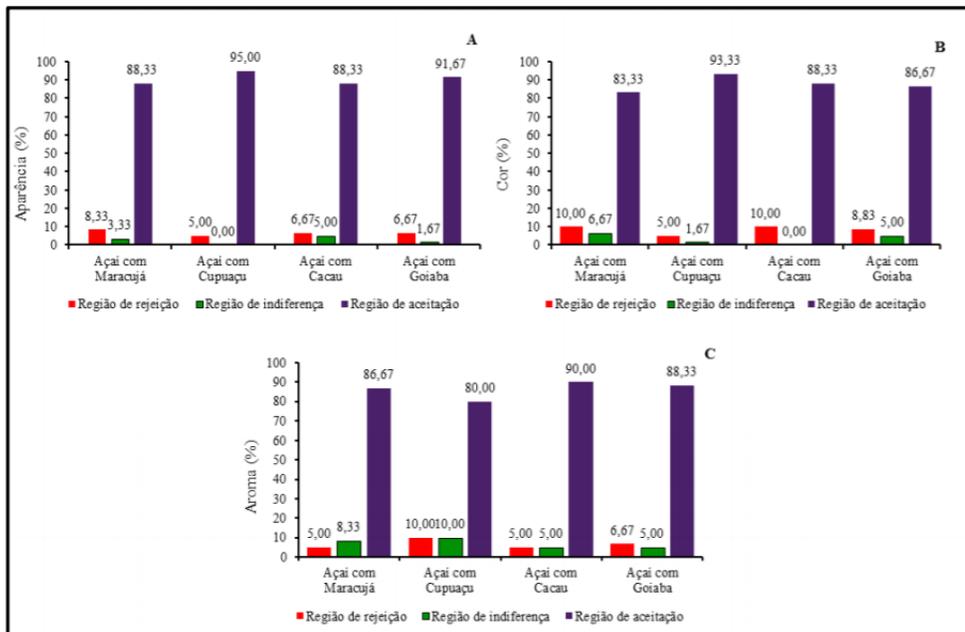


FIGURA 1: Percentuais das regiões de rejeição, indiferença e aceitação para os atributos aparência (A), cor (B) e aroma (C) avaliados por escala hedônica de *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba.

Quanto ao aroma, o *smoothie* de açaí com cacau apresentou o maior percentual na região de aceitação (90,00%), seguido do *smoothie* de açaí com goiaba (88,33%), açaí com maracujá (86,67%) e açaí com cupuaçu (80,00%) (Figura 1C).

Em relação ao sabor, o *smoothie* de açaí com maracujá (46,67%) e açaí com cupuaçu (63,33%) obtiveram os menores percentuais na região de aceitação (Figura 2A). Balaswamy et al. (2013), ao elaborarem *smoothies*, reportaram que àqueles contendo abacaxi e uva tiveram menor aceitação devido à alta acidez dessas frutas. Portanto, o resultado obtido no presente estudo pode ser devido a maior acidez desses *smoothies*, visto que foram os que apresentaram os menores valores de pH (Tabela 2).

Para o atributo sabor, os maiores percentuais na região de aceitação foram obtidos para os *smoothies* de açaí com cacau ou goiaba, com 83,33% (Figura 2A). No perfil do consumidor, quando perguntados sobre o grau de gostar das frutas utilizadas nos *smoothies*, o menor percentual de aceitação foi para a goiaba com 46,66%. Diante disso, os resultados obtidos demonstraram o relatado por Teleszko e Wojdylo (2014), que afirmaram que a combinação de diferentes frutas na elaboração de *smoothies* proporciona novos sabores, que podem aumentar a aceitação do consumidor. Assim, esse resultado indica que quando combinada ao açaí, a goiaba apresentou um sabor mais agradável.

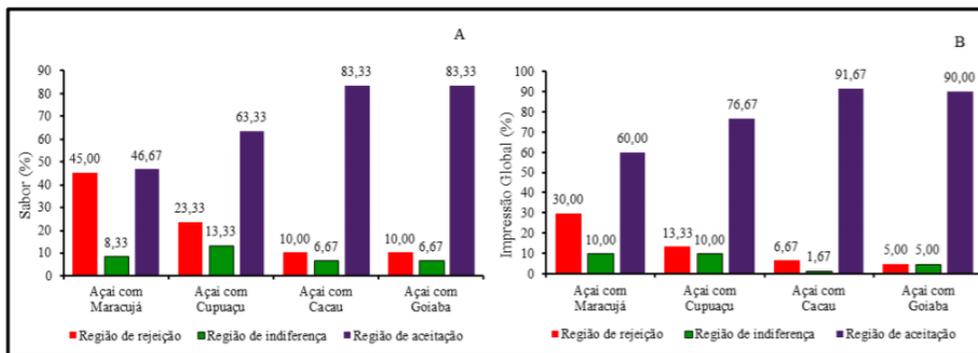


FIGURA 2: Percentuais das regiões de rejeição, indiferença e aceitação para os atributos sabor (A) e impressão global (B) avaliados por escala hedônica de *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba.

A impressão global representa a percepção geral dos julgadores em relação aos produtos avaliados. Esses resultados foram influenciados principalmente pelo atributo sabor, onde os *smoothies* de açaí com maracujá e açaí com cupuaçu tiveram menores percentuais na região de aceitação, 60,00% e 76,67%, respectivamente (Figura 2B).

Para a aceitação sensorial, medida através da escala do ideal, o termo sabor de açaí teve maiores percentuais na região do ideal (48,33%) apenas para o *smoothie* de açaí com cacau. Os demais *smoothies* tiveram seus maiores percentuais na região abaixo do ideal (Figura 3A).

Menezes et al. (2011) avaliaram as preferências dos consumidores com relação a produtos contendo açaí. Esses autores reportaram que o açaí geralmente apresenta sabor amargo e adstringente em razão do seu conteúdo fenólico e que o aumento da doçura aumenta a aceitabilidade dos produtos. Assim, esses autores concluíram que produtos de açaí mais doces são mais bem aceitos. Desta forma, no presente estudo, o maior percentual para o termo sabor de açaí na região do ideal, para o *smoothie* de açaí com cacau, pode ser devido ao maior teor de sólidos solúveis totais encontrados nesse *smoothie* (Tabela 2).

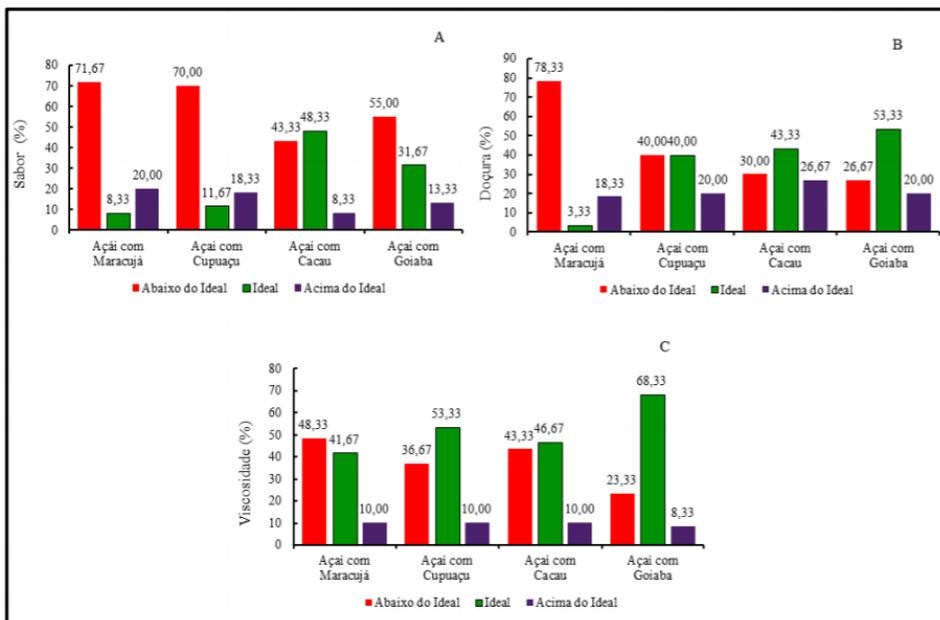


FIGURA 3: Percentuais de região acima do ideal, ideal e abaixo do ideal para sabor de açaí (A), doçura (B), e viscosidade (C) avaliados por escala do ideal de *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba.

No que se refere ao termo viscosidade, com exceção do *smoothie* de açaí com maracujá, em que a maioria dos julgadores (48,33%) considerou que a viscosidade estava abaixo do ideal, todas as formulações tiveram maiores percentuais na região do ideal, com destaque para o *smoothie* de açaí com goiaba (68,33%) (Figura 3C). De acordo com Keenan et al. (2012), a viscosidade é um importante parâmetro de qualidade que influencia na aceitação do consumidor. Wang et al. (2014) reportaram que *smoothies* com baixa viscosidade são rejeitados pelos consumidores. Desta forma, no presente estudo a viscosidade do *smoothie* contendo açaí e maracujá teve resultado insatisfatório para os consumidores.

Para a intenção de compra, os dados refletiram a aceitação obtida nos demais atributos, em que os *smoothies* de açaí com cacau, goiaba ou cupuaçu tiveram maiores percentuais na região de “compraria”. No entanto, a formulação contendo açaí e maracujá teve maior percentual na região de “não compraria” (63,33%) (Figura 4).

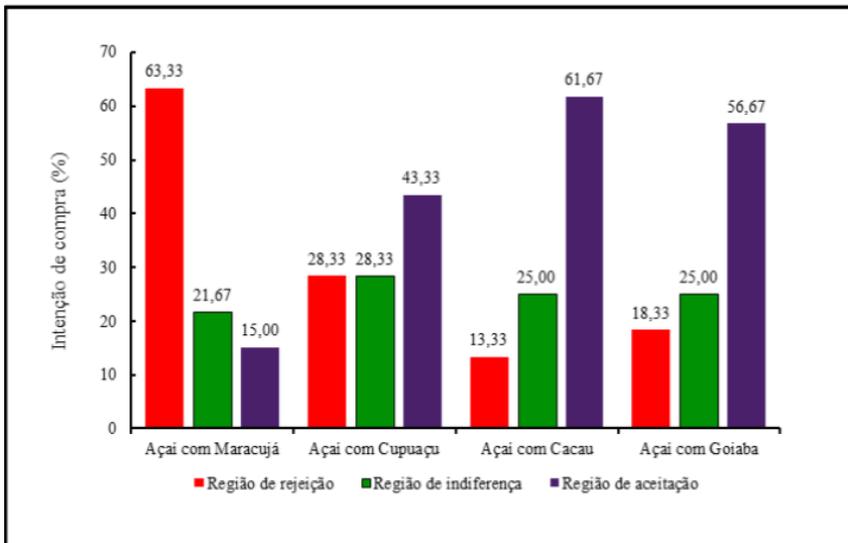


FIGURA 4: Intenção de compra de *smoothies* de açaí com maracujá, cupuaçu, cacau ou goiaba.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo permitem concluir que a elaboração de *smoothies* de açaí com cupuaçu, cacau ou goiaba, teve boa aceitação sensorial, constituindo uma excelente maneira de incentivar o consumo de frutas na forma de derivados alimentícios diferenciados.

O *smoothie* de açaí com goiaba teve maior luminosidade e a coloração vermelha predominou em todos os *smoothies*. Além disso, apresentaram baixos valores de pH. O teor de sólidos solúveis totais foi maior para o *smoothie* de açaí com cacau, onde o mesmo apresentou maior grau de aceitação principalmente nas características de aparência, aroma, sabor e sabor de açaí, o que pode ser justificado pelo sabor pouco pronunciado da polpa do fruto cacau, seguido pelos *smoothies* de açaí com goiaba e açaí com cupuaçu.

O *smoothie* de açaí com maracujá apresentou menor luminosidade e menor pH, e teve ainda os menores percentuais para a doçura, cor, sabor, impressão global, sabor de açaí, doçura e viscosidade, indicando assim uma baixa aceitação, em virtude principalmente da baixa doçura e alta acidez.

REFERÊNCIAS

BALASWAMY, K. et al. **Development of smoothies from selected fruit pulps/juices.** International Food Research Journal, v. 20, n. 3, p. 1181-1185, 2013.

- DIONISIO, A. P. et al., **Estabilidade de uma bebida funcional de frutas tropicais e yacon (*Smallanthus sonchifolius*) durante o armazenamento sob refrigeração.** Archivos latino americanos de nutricion, v. 66, n. 2, p. 1548-156, 2016.
- KEENAN, D. F. et al. **Effect of thermal and high hydrostatic pressure processing on antioxidant activity and colour of fruit smoothies.** Innovative Food Science and Emerging Technologies, v. 11, n. 4, p. 551–556, 2010.
- KEENAN, D. F. et al. **Flavour profiling of fresh and processed fruit smoothies by instrumental and sensory analysis.** Food Research International, v. 45, p. 17–25, 2012.
- RODRÍGUEZ-VERÁSTEGUI, L. L. et al. **Bioactive compounds and enzymatic activity of red vegetables smoothies during storage.** Food and Bioprocess Technology, v.9, p. 137-146, 2016.
- MACFIE, H. J. et al. **Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests.** Journal Sensory Studies, v. 4, p. 129-148, 1989.
- MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques.** V.II, Boca Raton: CRC Press, Inc. 159 p. 1987.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J. et al. **Effect of increased acidity on the carotenoid pattern and colour of orange juice.** European Food Research and Technology, v. 230, n.3, p. 527– 532, 2010.
- MENEZES, E. et al. **Preferences and attitudes towards açai-based products among North American consumers.** Food Research International, v. 44, p. 1997–2008, 2011.
- MIZUTANI, N. et al. **Package images modulate flavors in memory: Incidental learning of fruit juice flavors.** Food Quality and Preference, v. 24, p. 92-98, 2012.
- NOWICKA, P. et al. **Sensory attributes and changes of physicochemical properties during storage of smoothies prepared from selected fruit.** LWT - Food Science and Technology, v. 71, n. 102 e 109, 2016.
- PERYAM, D.R.; PILGRIM, P.J. **Hedonic scale method for measuring food preferences.** Food Technology, v. 11, p. 9-14, 1957.
- PORTINHO, J. A.; ZIMMERMANN, L. M.; BRUCK, M. R. **Efeitos benéficos do açai.** International Journal of Nutrology, v. 5, n. 1, p. 15 – 20, 2012.
- STONE, H.; SIDEL, J. L.; Y SCHUTZ, H. G. **Sensory Evaluation Practices.** 3 ed. Elsevier, Boston, 2004.
- TELESZKO, M.; WOJDYŁO, A. **Bioactive compounds vs. organoleptic assessment of smoothies - type products prepared from selected fruit species.** International Journal of Food Science and Technology, v. 49, p. 98-106, 2014.
- WANG, S. et al. **Effects of Anti-browning Combinations of Ascorbic Acid, Citric Acid, Nitrogen and Carbon Dioxide on the Quality of Banana Smoothies.** Food Bioprocess Technology, v. 7, p. 161–173, 2014.

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS TIPO *COOKIE* ADICIONADOS DE FARINHA DE CASCA DE ABACAXI

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 08/01/2021

Emily Taíz Bauer

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC, Câmpus São Miguel do Oeste
São Miguel do Oeste – SC
<http://lattes.cnpq.br/2081182066380513>

Juliana Signori Ziani

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC, Câmpus São Miguel do Oeste
São Miguel do Oeste – SC
<http://lattes.cnpq.br/2198620185696157>

Laura Thaís Kroth

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC, Câmpus São Miguel do Oeste
São Miguel do Oeste – SC
<http://lattes.cnpq.br/8867894693922595>

Maristella Letícia Selli

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC, Câmpus Jaraguá do Sul
Jaraguá do Sul – SC
<http://lattes.cnpq.br/7383366214579732>

Stefany Grützmann Arcari

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC, Câmpus São Miguel do Oeste
São Miguel do Oeste – SC
<http://lattes.cnpq.br/4283405474114717>

RESUMO: O aumento crescente da produção agroindustrial na área de tecnologia de frutas e hortaliças está provocando uma preocupação com a quantidade de resíduos gerados. Entretanto, resíduos como cascas, sementes, caroços e restos de polpa podem ser aproveitados como subprodutos de valor agregado. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a caracterização físico-química de biscoitos tipo *cookie* com adição de farinha de casca de abacaxi (FCA). Cascas de abacaxis (*Ananas comosus* (L.) Merrill) cv. Pérola foram higienizadas e desidratadas em estufa com circulação de ar a 60 °C por 24 horas. Posteriormente, foram trituradas e peneiradas para obtenção de farinha. Quatro formulações de *cookies* foram desenvolvidas e analisadas para determinação das características físico-químicas: F1 (0% FCA), F2 (10% FCA), F3 (18% FCA) e F4 (26% FCA). Os resultados mostraram um decréscimo na porcentagem de umidade (7,25% em F1 e 6,96% em F4) de acordo com a quantidade de FCA adicionada aos *cookies*. O conteúdo de cinzas se elevou conforme aumentou a quantidade de FCA nas formulações (1,36% em F1 e 1,86% em F4), bem como de carboidratos (54,53% em F1 e 76,26% em F4) e, acidez (0,10% de ácido cítrico em F1 e 0,41% em F4). Relativo às características físicas dos biscoitos, observou-se aumento do fator de expansão (3,77 em F1 e 7,27 em F4) e da dureza (32,28 N em F1 e 45,82 N em F4). Os resultados obtidos neste estudo mostram que é possível adicionar 18% de FCA em biscoitos tipo *cookie*, aproveitando de forma eficiente os resíduos deste fruto que são descartados pela indústria.

PALAVRAS-CHAVE: *Ananas comosus* (L.) Merrill; resíduos agroindustriais; farinhas livres de glúten; caracterização físico-química.

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF COOKIES WITH PINEAPPLE PEEL FLOUR

ABSTRACT: The increase in agro-industrial production in fruit and vegetable technology is causing concern about the amount of waste generated. However, waste such as skin, seeds, stones and pulp remains can be used as by-products of added value. In this sense, the present work aimed at the development and physical-chemical characterization of cookies with the addition of pineapple peel flour (PPF). Pineapple skins (*Ananas comosus* (L.) Merrill) cv. Pérola were sanitized and dehydrated in an oven with air circulation at 60 °C for 24 hours. Subsequently, they were crushed and sieved to obtain flour. Four cookie formulations were developed and analyzed to determine the physical and chemical characteristics: F1 (0% PPF), F2 (10% PPF), F3 (18% PPF) and F4 (26% PPF). The results showed a decrease in the percentage of moisture (7.25% in F1 and 6.96% in F4) according to the amount of pineapple peel flour added to the cookies. The ash content increased as the amount of pineapple peel flour in the formulations increased (1.36% in F1 and 1.86% in F4), as well as carbohydrates (54.53% in F1 and 76.26% in F4) and acidity (0.10% of citric acid in F1 and 0.41% in F4). Regarding the physical characteristics of the cookies, there was an increase in the expansion factor (3.77 in F1 and 7.27 in F4) and hardness (32.28 N in F1 and 45.82 N in F4). The results obtained in this study show that it is possible to add 18% of pineapple peel flour in cookies, to efficiently use the residues of this fruit that are discarded by the industry.

KEYWORDS: *Ananas comosus* (L.) Merrill; agro-industrial waste; gluten-free flours; physical-chemical characterization.

1 | INTRODUÇÃO

A produção e o consumo sustentáveis de alimentos são áreas que necessitam de pesquisas e estudos frequentemente, de forma a tornar possível a expansão da oferta de alimentos e ocasionar o menor impacto possível ao meio ambiente. Tendo em vista que o Brasil é um país em que muitas pessoas convivem com o flagelo da insegurança alimentar, a atenção deve ser voltada à redução das perdas e do desperdício (ERKEL et al., 2015; FORTES et al., 2020).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas e, em consequência disso, é grande o número de agroindústrias que atuam no ramo da tecnologia de frutas, utilizando-as para produção de geleias, sucos e polpas. Com o intenso crescimento desse mercado, houve um aumento na produção de resíduos agroindustriais, composto por cascas, caroços, restos de polpa e/ou sementes (EDILTON et al., 2006; SOUSA et al., 2020).

Uma alternativa para reduzir o desperdício de alimentos é o aproveitamento integral de frutas e hortaliças, utilizando suas partes não convencionais, que geralmente são desprezadas, para a elaboração de novos produtos. Visto de outro ângulo, o aproveitamento

integral de frutas e hortaliças funciona como um meio de incentivar o consumo de alimentos desse grupo, uma vez que é visto como uma prática alimentar saudável e que contribui para a promoção da saúde (FASOLIN et al., 2007; RORIZ, 2012).

O abacaxi, por exemplo, possui elevado valor energético, devido a sua alta composição de açúcares e, valor nutritivo, pela presença de sais minerais e de vitaminas, além do alto teor de fibras. Em decorrência disso, uma alternativa de reaproveitamento dos resíduos do processamento dessa fruta seria a utilização da casca, que concentra a maior parte dos nutrientes da fruta, para a elaboração de farinha, tornando-a um ingrediente alternativo de alto potencial nutritivo e de fácil adição em diversos tipos de produtos de panificação (LEONEL; LEONEL; SAMPAIO, 2014; NUNES et al., 2017).

Uma alternativa para aplicação das farinhas de cascas de frutas é na elaboração de biscoitos, que são alimentos altamente consumidos no mundo todo, principalmente pelo público infantil e jovem. Por isso, muitos estudos estão buscando alternativas para substituição da farinha de trigo por outras fontes de fibras ou proteínas, tornando o biscoito uma opção àqueles que têm preferência por uma alimentação mais saudável. Nesse caso, adicionar a farinha de casca de abacaxi na formulação de um *cookie* parece uma alternativa interessante, tendo em vista que ela possui um elevado teor de fibras (SANTOS et al., 2011).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento e caracterização físico-química de biscoitos tipo *cookie* com adição de farinha de casca de abacaxi (FCA), visando o aproveitamento de um resíduo agroindustrial.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na unidade curricular de Projeto Integrador do Curso Técnico em Agroindústria Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus São Miguel do Oeste.

As cascas de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) cv. Pérola foram obtidas de um produtor de alimentos orgânicos do município de Guaraciaba - SC. Realizou-se a limpeza das cascas com água corrente e esfregão de frutas, com posterior imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,66% por 15 minutos. Em seguida, realizou-se o enxague das cascas em água corrente para retirada de excessos da solução de sanitização. Posteriormente, as cascas foram acomodadas em bandejas e levadas à estufa de circulação forçada de ar (82/480, Lucadema, Brasil) a 60 °C por 24 horas, conforme metodologia adaptada de Lima et al. (2010). Os resíduos secos foram triturados em liquidificador doméstico e em moinho analítico (A11, Ika, Brasil) e, peneirados em peneiras de 18 mesh, resultando na farinha da casca de abacaxi (FCA).

2.1 Elaboração dos biscoitos tipo *cookie* com adição de FCA

Foram elaboradas quatro formulações de biscoitos (Tabela 1), conforme metodologia adaptada de Erkel et al. (2015), com diferentes percentuais de farinha da casca de abacaxi: F1 (0% FCA), F2 (10% FCA), F3 (18% FCA) e F4 (26% FCA). Os demais ingredientes utilizados na elaboração dos biscoitos foram adquiridos no comércio local do município de São Miguel do Oeste – SC.

Ingrediente (%)	F1	F2	F3	F4
Farinha da casca de abacaxi	0	10	18	26
Farinha de trigo	49	39	31	23
Açúcar cristal	11	11	11	11
Açúcar mascavo	7	7	7	7
Ovos	7	7	7	7
Manteiga	26	26	26	26
Bicarbonato de sódio	1	1	1	1
Essência de baunilha	2	2	2	2

Tabela 1 – Formulação dos biscoitos tipo *cookie* com diferentes proporções de farinha da casca de abacaxi (FCA).

Para elaboração da massa, todos os ingredientes foram misturados em batedeira planetária. Depois de obtida uma massa homogênea, os biscoitos foram moldados no formato circular (50 mm de diâmetro, 10 mm de espessura e 20 g por porção), foram dispostos sobre papel manteiga em formas retangulares e, foram assados em forno pré-aquecido a 180 °C por 13 minutos. Após o resfriamento (25 ± 1 °C), os biscoitos foram acondicionados em sacos de polietileno e embalados a vácuo por 5 dias, quando foram realizadas as análises físico-químicas. Todas as formulações foram elaboradas em triplicata.

2.2 Análises físico-químicas dos biscoitos tipo *cookie* com adição de FCA

Dez biscoitos de cada formulação foram medidos, depois de assados, com paquímetro (530-101, Mitutoyo, Japão), para determinação do diâmetro e da espessura. A massa dos dez biscoitos assados foi obtida em balança analítica (ATY-224, Shimadzu, Japão). O fator de expansão foi obtido pela razão entre o diâmetro e a espessura dos biscoitos. Para expressar a redução de massa após cocção (RMC), foi calculada a diferença de massa antes e depois do forneamento.

A cor foi medida por meio do colorímetro digital Delta Vista com esfera difusa d/0 ° em dez biscoitos de cada formulação. Para essa determinação, o equipamento foi posicionado e pressionado sobre os biscoitos até a leitura. Foram avaliados os parâmetros L* (luminosidade), a* (vermelho a verde), b* (amarelo ao azul), croma (C) e o Hue-Angle

(h), conforme metodologia de Harder et al. (2007).

A dureza foi determinada em analisador de textura (TA-XT2i, Texture Technologies Corp., EUA). Cada biscoito foi colocado em uma plataforma e cortado ao meio através de *probe* tipo faca HDP/BSK, *blade set with knife*, com velocidade de teste, pré-teste e pós-teste de 5,0 mm/s, com força do trigger de 0,20 N e 5,0 mm de distância, obtendo-se a força de quebra ou ruptura (MARETI; GROSSMANN; BENASSI, 2010). Dez biscoitos de cada formulação foram submetidos à análise de dureza.

A atividade de água foi determinada em equipamento Lab Master AW (Novasina, Brasil). Acidez total foi determinada por método titulométrico, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), com expressão dos resultados em % de ácido cítrico. Cinzas foram determinadas por incineração em mufla a 550 °C, lipídios por extração em Soxhlet, umidade por secagem em estufa a 105 °C, proteínas pelo método de Kjeldahl com fator de conversão de nitrogênio total em proteína bruta de 6,25 e carboidratos pelo método de diferença (AOAC, 2006). O valor energético foi determinado por cálculo de conversão, em kcal, considerando que carboidratos e proteínas fornecem 4 kcal/g e lipídios, 9 kcal/g.

2.3 Análise estatística

Os resultados foram analisados com o software Statistica, versão 10.0 (StatSoft, EUA). Aplicou-se Análise de Variância (*one-way ANOVA*), seguida pelo teste de Tukey ($\alpha \leq 0,05$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de acidez total, atividade de água, composição centesimal e valor energético dos biscoitos elaborados com adição de diferentes concentrações de FCA são apresentados na Tabela 2. Verificou-se um decréscimo na porcentagem da umidade conforme o aumento da quantidade de farinha de casca de abacaxi nos biscoitos, sendo que os teores das formulações F3 e F4 não diferem significativamente. Esses resultados condizem com os estudos de Erkel et al. (2015), que avaliaram as características físico-químicas de biscoitos tipo *cookies* com a adição de farinha da casca de abacaxi. Possivelmente, a diminuição do teor de umidade em função do aumento de FCA ocorreu por consequência da redução da farinha de trigo nas formulações, que afetou diretamente a formação da rede de glúten, que retém uma quantidade considerável de água para sua hidratação, influenciando no aumento da umidade do produto. A atividade de água, que indica o conteúdo de água disponível para reações bioquímicas e crescimento microbiano, apresentou decréscimo conforme a adição de FCA nas formulações de biscoitos (Tabela 2). Não se observou diferença significativa entre os resultados para atividade de água nas formulações F3 e F4, com maior concentração de FCA.

Parâmetros	Formulações			
	F1 (0% FCA)	F2 (10% FCA)	F3 (18% FCA)	F4 (26% FCA)
Umidade (%)	7,45 ± 0,12 ^c	7,31 ± 0,15 ^b	5,53 ± 0,12 ^a	6,96 ± 0,11 ^a
Cinzas (%)	1,36 ± 0,02 ^c	1,67 ± 0,07 ^b	1,47 ± 0,06 ^b	1,86 ± 0,03 ^a
Lipídeos (%)	31,70 ± 2,56 ^a	24,02 ± 2,71 ^b	21,23 ± 0,37 ^b	10,14 ± 0,86 ^c
Carboidratos (%)	54,53 ± 2,39 ^d	61,88 ± 2,37 ^c	67,12 ± 0,25 ^b	76,26 ± 0,95 ^a
Proteínas (%)	4,96 ± 0,75 ^a	5,12 ± 0,18 ^a	4,65 ± 0,21 ^a	4,78 ± 0,03 ^a
Valor energético (kcal)	523,26 ± 13,14 ^a	484,19 ± 14,22 ^b	478,16 ± 1,95 ^b	415,47 ± 3,98 ^c
Acidez (% ác. cítrico)	0,10 ± 0,02 ^c	0,19 ± 0,02 ^{bc}	0,24 ± 0,02 ^b	0,41 ± 0,07 ^a
Atividade de água	0,56 ± 0,001 ^a	0,55 ± 0,001 ^b	0,51 ± 0,001 ^c	0,52 ± 0,001 ^c

* Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

Tabela 2 – Composição centesimal, valor energético, acidez total e atividade de água dos biscoitos tipo *cookie* elaborados com diferentes concentrações de FCA.

Em relação a cinzas, observou-se o maior teor em F4 (Tabela 2), que apresenta maior adição de FCA. Fasolin et al. (2007), encontraram resultados superiores para teor de cinzas quando analisaram biscoitos produzidos com farinha de banana, enquanto Erkel et al. (2015), encontraram valores semelhantes em biscoitos com adição de farinha de cascas de abacaxi. Com base nos resultados obtidos, verifica-se que, quanto maior o conteúdo de farinha de casca de abacaxi, maior a quantidade de minerais presentes no biscoito. Isso se deve ao fato de que a casca de abacaxi é rica em minerais e essa característica se reflete diretamente no produto final, com o incremento de micronutrientes.

Sobre o conteúdo de lipídeos, foi possível verificar que quanto maior a quantidade de FCA adicionada, menor o teor do componente em questão, sendo a formulação F4 aquela com menor teor de lipídeos (Tabela 2). Esse resultado é observado pelo fato de a farinha de trigo possuir maior teor de lipídios em comparação à farinha de casca de abacaxi, sendo assim, a diminuição da farinha de trigo acarretou o decréscimo do teor lipídico. Em contraposição, o estudo de Fasolin et al. (2007), que caracterizou biscoitos elaborados com farinha de banana, verificou que quanto maior a quantidade de farinha de banana adicionada, maior era o porcentagem de lipídeos na composição dos biscoitos.

Quanto ao conteúdo de carboidratos, verificou-se elevação conforme aumentava a quantidade de FCA adicionada na formulação (Tabela 2). Considerando que os carboidratos consistem em monossacarídeos e dissacarídeos redutores e não redutores, bem como oligossacarídeos e polissacarídeos, a adição de FCA, que contém quantidade considerável de glicose e frutose, bem como de fibras, confere esta característica aos biscoitos tipo *cookie*.

Todas as formulações elaboradas apresentaram resultados similares para o teor de proteínas (Tabela 2). Comparativamente aos resultados obtidos por Fasolin et al. (2007), os

biscoitos tipo *cookie* com adição de FCA apresentaram teor proteico inferior aos observados para biscoitos com adição de cascas de banana.

O valor energético, expresso em kcal, apresentou decréscimo conforme o aumento de FCA nas formulações, com valores similares para F2 e F3 (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos nos estudos de Erkel et al. (2015), que elaboraram biscoito com adição de farinha de casca de abacaxi.

O teor de acidez aumentou gradativamente com o aumento da concentração de FCA nas formulações de biscoitos (Tabela 2). Isso é explicado pelo alto teor de ácido cítrico presente no abacaxi (SALUNKHE; DESAI, 1984), que culmina com a diminuição do pH e aumento da acidez.

Quando observados os parâmetros físicos, foi perceptível o aumento do diâmetro e do fator de expansão, e diminuição da espessura dos biscoitos tipo *cookie*, conforme aumentava a porcentagem de FCA adicionada à formulação (Tabela 3), fator decorrente da diminuição de glúten. O mesmo comportamento pode ser observado nos estudos de Mariani et al. (2015), no qual foram elaborados biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja, em que o fator de expansão e diâmetro se elevaram com a ausência da farinha de trigo, enquanto a espessura dos biscoitos diminuiu. Não foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para massa e redução de massa após cocção (RMC) dos biscoitos com diferentes concentrações de FCA.

Parâmetros	Formulações			
	F1 (0% FCA)	F2 (10% FCA)	F3 (18% FCA)	F4 (26% FCA)
Massa (g)	16,92 ± 0,10 ^a	16,96 ± 0,16 ^a	16,87 ± 0,22 ^a	17,12 ± 0,11 ^a
RMC (g)	3,08 ± 0,10 ^a	3,04 ± 0,16 ^a	3,13 ± 0,22 ^a	2,88 ± 0,11 ^a
Diâmetro (mm)	56,33 ± 1,15 ^b	56,50 ± 2,65 ^b	60,33 ± 1,04 ^b	69,00 ± 2,50 ^a
Espessura (mm)	15,17 ± 2,02 ^a	11,83 ± 0,58 ^b	9,83 ± 0,76 ^b	9,50 ± 0,50 ^b
Fator de expansão	3,77 ± 0,58 ^c	4,78 ± 0,19 ^c	6,16 ± 0,45 ^b	7,27 ± 0,35 ^a
Dureza (N)	32,28 ± 2,25 ^b	33,14 ± 3,70 ^b	25,56 ± 1,30 ^b	45,82 ± 5,63 ^a
L*	42,62 ± 1,84 ^a	42,03 ± 1,76 ^a	39,74 ± 1,22 ^a	41,48 ± 3,61 ^a
a*	17,29 ± 0,64 ^a	16,96 ± 0,99 ^a	16,74 ± 0,18 ^a	16,23 ± 1,88 ^a
b*	42,48 ± 0,46 ^a	44,50 ± 2,35 ^a	45,08 ± 1,54 ^a	43,26 ± 0,73 ^a
C*	45,87 ± 0,23 ^a	47,02 ± 1,26 ^a	48,10 ± 1,40 ^a	46,51 ± 1,92 ^a
h*	67,84 ± 0,94 ^a	68,86 ± 1,74 ^a	69,61 ± 0,84 ^a	69,49 ± 1,83 ^a

** Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade de erro. RMC = redução de massa após cocção.

Tabela 3 - Características físicas dos biscoitos tipo *cookie* elaborados com diferentes concentrações de FCA.

A qualidade dos biscoitos está diretamente ligada ao fator de expansão, diâmetro e espessura. Para a indústria de biscoitos, é necessário que exista um equilíbrio nestes três quesitos, tendo em vista que biscoitos com fator de expansão muito alto ou muito baixo geram problemas com relação ao tamanho ou peso não desejáveis. Os biscoitos apresentam a vantagem de não necessitar grandes quantidades de glúten, ainda que ele possa interferir no fator de expansão (DE MORAES et al., 2010).

Maior dureza foi observada na formulação F4 (26% FCA), que diferiu significativamente das demais (Tabela 3). Esse fato se deve à maior adição de farinha de casca de abacaxi, tendo em vista que o abacaxi é uma fruta rica em fibras, o que causa o aumento da rigidez do produto (GULARTE et al., 2012).

Quanto à cor dos biscoitos tipo *cookie*, não foram observadas diferenças significativas entre as formulações elaboradas (Tabela 3). Todas as amostras apresentaram coloração amarelada e mostraram-se escuras quando se trata da luminosidade (Figura 1).

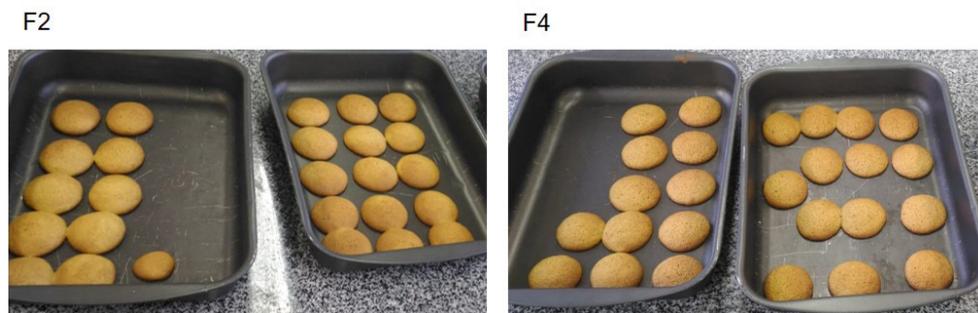


Figura 1 – Biscoitos tipo *cookie* elaborados com diferentes concentrações de FCA depois de assados.

4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo mostram que é possível adicionar 18% de farinha de casca de abacaxi (FCA) em biscoitos tipo *cookie*, aproveitando de forma eficiente os resíduos deste fruto que são descartados pela indústria.

A adição de 18% de FCA proporcionou aumento nos teores de carboidratos, cinzas e acidez. Diminuição da umidade e atividade de água também foram verificadas com a adição de FCA na concentração mencionada. A adição de concentrações superiores a 18% de FCA implicaram em aumento considerável dos parâmetros de dureza e fator de expansão, que culminam em biscoitos muito duros e que se expandem demais ao serem assados, o que pode afetar a aceitação sensorial pelo consumidor.

REFERÊNCIAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15 ed. Arlington: AOAC, 2006.

DE MORAES, K. S. et al. Technological evaluation of cookies with lipid and sugar content variations. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 233–242, 2010.

EDILTON, J. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70–76, 2006.

ERKEL, A. et al. Utilização da farinha da casca de abacaxi em cookies: caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. **Revista UNIABEU**, v. 8, n. 19, p. 272–288, 2015.

FASOLIN, L. H. et al. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 524–529, 2007.

FORTES, T. R. et al. Caracterização física e química de farinha de arroz, farinhas de cascas de abacaxi e banana e farinha de sementes de abóbora. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1–17, 2020.

GULARTE, M. A. et al. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 48, n. 2, p. 209–214, 2012.

HARDER, M. N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 102, n. 563–564, p. 339–342, 2007.

IAL (Instituto Adolfo Lutz). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (coord.). 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LEONEL, S.; LEONEL, M.; SAMPAIO, A. C. Processamento de frutos de abacaxizeiro cv Smooth cayenne: perfil de açúcares e ácidos dos sucos e composição nutricional da farinha de cascas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 433–439, 2014.

LIMA, U. A. **Matérias-primas dos alimentos**. 1 ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2010.

MARETI, M. C.; GROSSMANN, M. V. E.; BENASSI, M. DE T. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 878–883, 2010.

MARIANI, M. et al. Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. Elaboration and evaluation of gluten-free cookies made with rice bran. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 1, p. 70–78, 2015.

NUNES, J. S. et al. Influence of drying temperature on the physical-chemical properties of pineapple residues. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 1, n. 1, p. 41–46, 2017.

RORIZ, R. F. C. **Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás S/A para alimentação humana**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC, 1984.

SANTOS, A. A. O. et al. Elaboração de biscoitos de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo por polvilho azedo e farinha de albedo de laranja. **Ciencia Rural**, v. 41, n. 3, p. 531–536, 2011.

SOUSA, R. S. et al. Análise sensorial de cookie desenvolvidos com farinha da casca de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. 1–18, 2020.

ISOTERMAS DE SORÇÃO DE SEMENTES DE PITAIA BRANCA E ROSA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Data de aceite: 01/02/2021

Carolina Morello de Castro

Curso de Engenharia de Alimentos, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná
Jandaia do Sul – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4456126661171330>

Caroline Mondini

Curso de Engenharia de Alimentos, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná
Jandaia do Sul – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8394927385913478>

Luana Carolina Bosmuler Züge

Curso de Engenharia de Alimentos, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná
Jandaia do Sul – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3009139629539928>
<https://orcid.org/0000-0003-4539-8887>

O presente trabalho foi apresentado no XV ERSCTA, em 2019, na cidade de Curitiba.

RESUMO: As sementes de pitaia possuem ácidos graxos essenciais, atividade antioxidante e diferentes compostos fenólicos, incluído a catequina, e devido a isto, seu consumo pode ser associado com benefícios à saúde. Entretanto, a conservação destas sementes está relacionada com a presença de água e como esta água interage com os componentes presentes. As

isotermas de sorção de umidade podem ser úteis para avaliar a estrutura superficial de um material, sua conservação e melhor projetar sua embalagem. Assim, este estudo teve como objetivo determinar a umidade de equilíbrio de adsorção de sementes pitaia das variedades *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* a 10, 20 e 30°C, e o modelo matemático com melhor ajuste aos dados. As sementes foram separadas das pitaias e secas em estufa a 105°C por 24 horas. Com as sementes secas foram realizadas isotermas de sorção a 10, 20 e 30°C pelo método gravimétrico, utilizando soluções salinas saturadas com umidades relativas entre 7,9 e 97,0%. As sementes foram pesadas diariamente até atingirem a umidade de equilíbrio. Os modelos matemáticos de Oswin, Freundlich e Smith foram ajustados aos dados. A umidade de equilíbrio foi atingida rapidamente, em torno de 15 dias a 10°C, 10 dias a 20°C e 7 dias a 30°C, portanto quanto maior a temperatura, mais rápido ocorreu o processo de adsorção da água na superfície das sementes. Verificou-se que não há diferença significativa na umidade de equilíbrio nas diferentes temperaturas, sendo que as maiores umidades de equilíbrio foram 11,25 g/100g a 30°C para a casca de pitaia branca e a menor de 10,73 g/100g para a casca de pitaia rosa a 10°C. Isto indica que o armazenamento das sementes de pitaia é bastante fácil uma vez que baixas umidades de equilíbrio são atingidas, mesmo em alta umidade relativa. O modelo que melhor ajustou aos dados foi Freundlich.

PALAVRAS-CHAVE: Armazenamento, Modelos matemáticos, umidade de equilíbrio

WHITE AND PINK PITAYA SEEDS SORPTION ISOTHERMS AT DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT: Pitaya seeds have essential fatty acids, antioxidant activity and different phenolic compounds, including catechin, and because of this, their consumption can be associated with health benefits. However, the conservation of these seeds is related to the presence of water and how this water interacts with the components present. Moisture sorption isotherms can be useful to assess the surface structure of a material, its conservation and better design its packaging. Thus, this study aimed to determine the moisture adsorption of pitaya seeds of the varieties *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus* at 10, 20 and 30°C, and the mathematical model with better fit to the data. The seeds were separated from the pitayas and dried in an oven at 105°C for 24 hours. With dry seeds, sorption isotherms were performed at 10, 20 and 30°C by the gravimetric method, using saturated saline solutions with relative humidity between 7.9 and 97.0%. The seeds were weighed daily until they reached equilibrium moisture. The mathematical models of Oswin, Freundlich and Smith were adjusted to the data. The equilibrium moisture was reached quickly, around 15 days at 10°C, 10 days at 20°C and 7 days at 30°C, so the higher the temperature, the faster the water adsorption process on the seeds surface. It was found that there is no significant difference in the equilibrium humidity at different temperatures, with the highest equilibrium humidity being 11.25 g / 100g at 30°C for the white pitaya bark and the lowest of 10.73 g / 100g for the peel of red pitaya at 10°C. This indicates that the storage of pitaya seeds is quite easy since low equilibrium humidity is reached, even in high relative humidity. The model that best fitted the data was Freundlich.

KEYWORDS: Storage, Mathematical modelling, Equilibrium moisture content.

1 | INTRODUÇÃO

A pitaya é uma cactácea, do gênero *Hylocereus*, também chamada de “Dragon Fruit” (Fruta do dragão), cultivada em mais de 20 países. Apesar de atualmente ser comercializada como uma novidade, a pitaya já era conhecida pelos povos indígenas das Américas. Dependendo da espécie, os frutos podem ter características físico-químicas diversas, alterações na casca, polpa e cor, devido à grande diversidade genética. (MIZRAHI, 2014; CORDEIRO et al., 2015)

O interesse do plantio e cultivo é devido ao mercado consumidor promissor pois as pitaias são consideradas frutas exóticas, ricas em fontes de vitaminas, minerais, carboidratos complexos, fibras e antioxidantes. Também servem como fontes de betacianinaG, um pigmento que pode variar do vermelho ao roxo, com propriedades antioxidantes. (CORDEIRO et al., 2015; LIAOTRAKON, 2013).

Assim como as demais partes da pitaya, as sementes são ricas em antioxidantes, além de apresentar compostos bioativos tanto hidrofílicos como lipofílicos (ADNAN et al, 2011).

A água é de extrema importância para a forma de conservação de um alimento. Sua presença nos alimentos pode interagir com vários componentes como soluções salinas,

carboidratos, proteínas, favorecendo reações químicas e bioquímicas, e até o crescimento de microrganismos. Essas reações podem acarretar em alterações nas propriedades dos alimentos e influenciar sua vida de prateleira (CRUZ et al. 2018; OLIVEIRA et al. 2005). Para sementes, o armazenamento em condições adequadas pode manter seus estoques mesmo em anos com menor produção (FRANCISCO et al., 2007).

A fim de conhecer melhor as propriedades higroscópicas das sementes de pitaiá, este estudo teve como objetivos determinar a umidade de equilíbrio de adsorção para as amostras de pitaiá das variedades *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*, nas temperaturas de 10°C, 20°C e 30°C e realizar a modelagem matemática dos dados obtidos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

As sementes de pitaiá utilizadas no estudo foram provenientes de produtores rurais da cidade de Jandaia do Sul no estado do Paraná, da safra de 2016/2017 e 2017/2018. Os reagentes utilizados foram: NaCl, CaCl₂+H₂O, K₂CO₃, K₂CrO₄ e NaOH (Neon, Brazil, grau de pureza > 99,0%), MgCl₂ (Biotec, Brazil, grau de pureza = 99,0%), KCl (Vetec, Brazil, grau de pureza = 99,0%), NaBr (Synth, Brazil, grau de pureza > 99,0%).

2.2 Metodologia

2.2.1 Isotermas de sorção

As sementes de pitaiá foram separadas da polpa da fruta através de peneiração em água corrente. Após separadas, as sementes foram secas em estufa (LUCADEMA, LUCA-82/150) a 105°C durante 24 horas.

As isotermas de adsorção foram obtidas pelo método gravimétrico estático. Os sais utilizados foram: cloreto de cálcio, cloreto de sódio, cloreto de potássio, cloreto de magnésio, carbonato de potássio, cromato de potássio e brometo de sódio, também foi utilizado o hidróxido de sódio. A partir destes reagentes foram preparadas soluções saturadas, que forneceram umidades relativas entre 7,9 e 97,0%, sendo 7,9% a umidade para o recipiente com NaOH, e 97% a umidade relativa do recipiente contendo a solução de K₂CrO₄, a 30 °C.

As soluções salinas saturadas juntamente com as amostras foram colocadas em reservatórios herméticos, e armazenadas nas temperaturas controladas de 10, 20 e 30 °C, em BOD. Estas temperaturas foram escolhidas por estarem próximas as temperaturas comuns de armazenamento dos alimentos. As amostras eram pesadas todos os dias até atingirem massa constante em três dias seguidos. Os ensaios foram realizados em triplicata para as amostras de sementes de pitaiá vermelha e branca.

2.2.2 Modelagem matemática

Foram utilizados os modelos matemáticos de Smith, Oswin e Freundlich conforme apresentados na Tabela 1.

Modelo	Equação		Referência
Smith	$X_e = A - B \cdot \log(1 - U_r)$	(1)	Smith (1947)
Oswin	$X_e = A \left(\frac{U_r}{1 - U_r} \right)^B$	(2)	Oswin (1946)
Freundlich	$X_e = A \cdot U_r^B$	(3)	Togrul and Arslan (2007)

Nota: X_e , umidade de equilíbrio (kg água kg⁻¹ sólidos secos); U_r , atividade de água; X_m , umidade da monocamada (kg água kg⁻¹ sólidos secos); A, B, c e k, parâmetro das equações.

TABELA 1: Modelos utilizados para o ajuste das isotermas de sorção de sementes de pitaia.

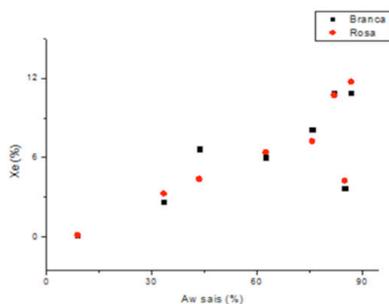
O ajuste dos modelos aos dados foi avaliado utilizando o software R, avaliando os parâmetros coeficiente de determinação (R^2), Erro Quadrático Médio (MSE), Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE), Critério de Informação de Akaike (AIC) e Critério de Informação Bayesiano (BIC).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

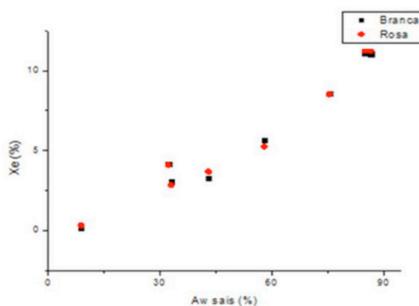
A umidade de equilíbrio das sementes foi atingida rapidamente, em 15 dias a 10°C, 10 dias a 20°C e 7 dias a 30°C. Quanto maior a temperatura mais rápido foi atingida a umidade de equilíbrio.

Na Figura 1 são apresentadas as isotermas de sorção para as sementes de pitaia branca e rosa nas temperaturas de 10, 20 e 30 °C.

ISOTERMAS DE SORÇÃO PARA 10°C



ISOTERMAS DE SORÇÃO PARA 20°C



ISOTERMAS DE SORÇÃO PARA 30°C

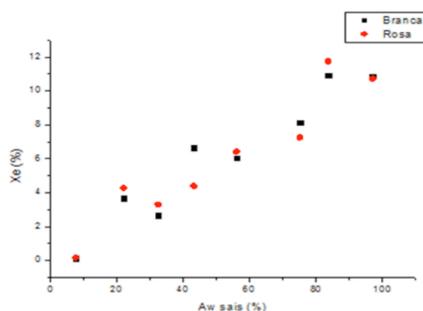


Figura 1: Isotermas de sorção para sementes de pitaita branca e rosa em diferentes temperaturas.

A maior umidade de equilíbrio foi de 11,25 g/100 g para a pitaita branca a 30°C e a menor foi de 10,73 g/100 g para a pitaita rosa a 10°C, para a atmosfera com 97% de umidade relativa. Normalmente há uma diminuição da umidade de equilíbrio com o aumento da temperatura. No entanto, no presente trabalho não houve diferença significativa estatisticamente entre os valores para as diferentes temperaturas. Isto pode ser devido ao fato da umidade de equilíbrio ser baixa para todas as sementes de pitaita.

A baixa umidade encontrada no equilíbrio tanto para a semente de pitaita rosa, como para a de pitaita branca indicam que este produto provavelmente será menos susceptível à alterações por reações com água e ao crescimento dos microrganismos, uma vez que é necessária uma quantidade de água livre para que estes fenômenos ocorram.

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam os parâmetros de ajuste para os modelos de Smith, Oswin e Freundlich, respectivamente.

	Pitaia Branca			Pitaia Rosa		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
R ²	0,69	0,76	0,71	0,71	0,78	0,83
MSE	4,2708	3,6269	4,5422	4,1415	3,4483	1,9501
RMSE	2,0666	1,9044	2,1312	2,0350	1,8570	1,3965
AIC	36,02	34,88	40,81	35,81	34,53	23,53
BIC	35,86	34,72	41,05	35,65	34,37	22,38

Nota: R² – coeficiente de determinação, MSE – Erro Quadrático Médio, RMSE – Raiz do Erro Quadrático Médio, AIC – Critério de Informação de Akaike e BIC – Critério de Informação Bayesiano.

Tabela 2: Parâmetros estatísticos para o ajuste do modelo de Smith.

	Pitaia Branca			Pitaia Rosa		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
R ²	0,73	0,76	0,72	0,73	0,77	0,76
MSE	3,7653	3,7057	4,3204	3,8986	3,5944	2,6278
RMSE	1,9404	1,9250	2,0785	1,9745	1,8959	1,6410
AIC	35,14	35,03	40,41	35,39	34,82	25,14
BIC	34,98	34,87	40,65	35,22	34,65	23,97

Nota: R² – coeficiente de determinação, MSE – Erro Quadrático Médio, RMSE – Raiz do Erro Quadrático Médio, AIC – Critério de Informação de Akaike e BIC – Critério de Informação Bayesiano.

Tabela 3: Parâmetros estatísticos para o ajuste do modelo de Oswin.

	Pitaia Branca			Pitaia Rosa		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
R ²	0,93	0,97	0,95	0,93	0,97	0,96
MSE	0,9417	0,4527	0,7790	0,9748	0,4274	0,3792
RMSE	0,9704	0,6729	0,8826	0,9873	0,6538	0,6158
AIC	25,44	20,32	26,70	25,68	19,91	15,34
BIC	25,28	20,15	26,94	25,54	19,75	14,17

Nota: R² – coeficiente de determinação, MSE – Erro Quadrático Médio, RMSE – Raiz do Erro Quadrático Médio, AIC – Critério de Informação de Akaike e BIC – Critério de Informação Bayesiano.

Tabela 4: Parâmetros estatísticos para o ajuste do modelo de Freundlich.

Entre os modelos utilizados, o melhor ajuste foi observado para Freundlich, pois obteve melhores valores de R², e menores valores de MSE, RMSE, que os demais. Utilizando também os critérios de informação de Akaike e Bayesiano para ranquear os

modelos também observa-se que o modelo de Freundlich foi melhor que os demais, com menores valores para ambos os critérios.

4 | CONCLUSÃO

Concluiu-se que quanto maior a temperatura, mais rápido a adsorção da água na superfície das sementes, não havendo diferença significativa na umidade de equilíbrio nas diferentes temperaturas. Além disso a baixa umidade de equilíbrio indica que as sementes de pitaya podem ser armazenadas de maneira fácil, mesmo em condições de alta umidade relativa. Entre os modelos matemático, o que melhor descreveu os dados experimentais foi o de Freundlich.

REFERÊNCIAS

ADNAN, et al. Antioxidant Activity of Different Extracts of Red Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) Seed. **International Journal of Food Properties**, v. 14, p. 1171–1181, 2011.

CORDEIRO, M. H. M. et al . Caracterização física, química e nutricional da pitaya-rosa de polpa vermelha. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 37, n. 1, p. 20-26, Mar. 2015 .

CRUZ, M. R. et al. Statistical evaluation of models for sorption and desorption isotherms for barleys. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 40, e37689, 2018.

FRANCISCO, F. G; USBERTI, R; TONELI, J. T. de C. L. Ajuste de isotermas de sorção de sementes de cultivares de feijoeiro. **Rev. bras. sementes**, v. 29, n. 1, p. 35-39, 2007.

LIAOTRAKOON, W. **Characterization of Dragon Fruit (*Hylocereus Spp.*) Components with Valorization Potential**. Ghent, Belgium: Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, 2013.

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014.

OSWIN, C. R.. The kinetics of package life. III. The isotherm. **Journal of the Society of Chemical Industry**, v. 65, p. 419-421, 1946.

OLIVEIRA, M. M. de et al . Isotermas de sorção do resíduo agroindustrial de casca do abacaxi (*Ananas comosus* L. Mer). **Rev. bras. eng. agric. ambient.**, Campina Grande , v. 9, n. 4, p. 565-569, Dec. 2005 .

SMITH, S. E.. The sorption of water vapor by high polymers. **Journal of the American Chemical Society**, v. 69, p. 646-651, 1946.

TOGRUL, H., & ARSLAN, N. Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of walnut kernels. **Journal of Stored Products Research**, v. 43, p. 252-264, 2007.

MATURAÇÃO DE CERVEJAS COM CHIPS DE MADEIRAS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Osmar Roberto Dalla Santa

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Guarapuava – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/2592077234468128>

Rainhard William Kreuzer

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Guarapuava – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9605096502792200>

David Chacón Alvarez

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Guarapuava – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7674846679988526>

Roberta Letícia Kruger

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Guarapuava – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6022126815262731>

Michele Cristiane Mesomo Bombardelli

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Guarapuava – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9550512702059307>

Cristina Maria Zanette

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO
Guarapuava – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9218612065892041>

RESUMO: O cenário nacional de produção de cervejas artesanais apresenta um grande avanço, tendo em vista o surgimento de um público cada vez mais seletivo. Assim, este setor vem trazendo à tona novos estilos ou formulações de cervejas, utilizando várias alternativas para obter um produto para todos os gostos. Neste escopo, este trabalho teve como objetivo estudar a maturação de cerveja utilizando chips de madeira de diferentes espécies vegetais. O estudo foi realizado utilizando uma formulação de cerveja do estilo scotch ale, pois possui características adequadas para o envelhecimento em madeira, como teor alcoólico elevado e perfil maltado. A cerveja foi levado à maturação na presença chips de madeira de sete espécies vegetais: amendoim, amburana, balsamo, carvalho nacional, carvalho europeu, jatobá e jequitibá. As madeiras antes de serem expostas a cerveja passaram pelo processo de tosta. Após a maturação as cervejas foram caracterizadas em relação ao resíduo seco, acidez, pH, extrato real, densidade, cor e teor de álcool. A utilização de chips de madeiras, para a produção de cerveja com sabores e aromas amadeirados, apresenta vantagens em relação ao método tradicional de maturação em barris. Neste sentido, cabe destacar a diminuição do tempo de produção e conseqüentemente do custo, bem como, a exploração de espécies vegetais que não apresentam características adequadas para a fabricação de barris. A exploração de espécies regionais/nativas se torna uma alternativa atraente para obter produtos com características sensoriais peculiares, contribuindo com a diversificação da oferta de cervejas maturadas/

amadeiradas aos consumidores, bem como, produzir cervejas com identidade local.

PALAVRAS-CHAVE: Cervejas especiais; madeiras nativas; maturação.

BEER MATURATION WITH WOOD CHIPS

ABSTRACT: The national scenario of craft beer production presents a great advance, in view of the emergence of an increasingly selective public. Thus, this sector has been bringing up new styles or formulations of beers, using several alternatives to obtain a product for all tastes. In this scope, this work aimed to study the maturation of beer using wood chips of different vegetable species. The study was carried out using a scotch ale style beer formulation, as it has characteristics suitable for aging in wood, such as high alcohol content and malted profile. The beer was brought to maturation in the presence of wood chips of seven vegetable species: peanuts, amburana, balsam, national oak, European oak, jatobá and jequitibá. The wood before being exposed to beer went through the toast process. After maturation, the beers were characterized in terms of dry residue, acidity, pH, real extract, density, color and alcohol content. The use of wood chips, for the production of beer with woody flavors and aromas, has advantages over the traditional method of maturation in barrels. In this sense, it is worth noting the decrease in production time and, consequently, the cost, as well as the exploration of plant species that do not have adequate characteristics for the manufacture of barrels. The exploration of regional / native species becomes an attractive alternative to obtain products with peculiar sensory characteristics, contributing to the diversification of the offer of matured / woody beers to consumers, as well as producing beers with local identity.

KEYWORDS: Special beers; native woods; maturation.

1 | INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida com uma longa trajetória, sua produção iniciou-se a milênios, resistiu ao tempo vencendo muitas dificuldades e foi um produto relevante em vários momentos da nossa civilização. Ao longo do tempo a cerveja sofreu várias modificações em sua formulação e no seu processo, isto permitiu a evolução do produto, atualmente é a bebida alcoólica mais consumida no mundo (SILVA; LEITE; PAULA, 2016).

A cerveja passou por muitas alterações ao longo do tempo, em alguns casos devido a mudanças nas etapas de sua produção em função de avanços científicos e tecnológicos, em outros, em função de demandas geradas pelos consumidores. O mercado cervejeiro brasileiro e mundial tem mudando significativamente na última década, isto ocorre devido a expansão das microcervejarias que estão experimentando um grande crescimento (DORRETO et al., 2018).

O sucesso do segmento das microcervejarias está relacionado com a produção e oferta de cervejas com características sensoriais variadas, aliada a utilização de diferentes apelos comerciais. Além de considerar questões culturais, também são exploradas matérias primas regionais, visando produzir cervejas com identidade local. Isto permite obter produtos peculiares e contribui com o desenvolvimento regional e com a distribuição de

renda (ROSA; AFONSO, 2015; MEGA; NEVES; ANDRADE, 2011; BRUNELLI; MANSANO; VENTURINI FILHO, 2014).

Neste sentido, são necessárias ações de inovação para dar suporte a estas novas tendências do setor, com o objetivo de produzir produtos com identidade, ou seja, com características sensoriais peculiares, diferenciando-se dos produtos ofertados pelas grandes marcas que dominam o mercado cervejeiro (DALLA SANTA et al., 2020a; FERREIRA et al., 2011).

Na produção de cerveja são inúmeras as alternativas que podem ser exploradas para diversificar a oferta do produto, gerando alterações de aroma e sabor mesmo dentro de um estilo. Neste sentido, cabe destacar que, a incorporação de diferentes insumos e linhagens de leveduras utilizadas, variações nos fatores intrínsecos e extrínsecos do processo de produção, interferem significativamente nas características, bem como, no custo final do produto (DALLA SANTA et al., 2020b).

A oferta de cervejas com uma enorme diversidade de características sensoriais é devido ao espírito indomável dos cervejeiros, especialmente os das microcervejarias, estes exploram ou extrapolam todas as alternativas para produzir cervejas que surpreendam os consumidores. Aqui cabe destacar, o papel das microcervejarias ou das cervejarias artesanais, pois, nestas empresas o ambiente é propício para a experimentação/criação e consequente inovação na produção. O compromisso destes cervejeiros, muitas vezes excêntricos, é com a oferta de produtos que surpreendam o consumidor, disponibilizado periodicamente novos rótulos (TOZETTO et al., 2019).

Dentre os diversos estilos de cervejas especiais ofertados pelas microcervejarias aos consumidores, estão aquelas com aromas e sabores amadeirados. Estas características podem ser obtidas por diferentes processos de produção, onde o método de maturação em barril de madeira é o mais tradicional (RIBEIRO et al., 2015).

Inicialmente, para ser armazenada ou transportada, a cerveja era acondicionada em recipientes de madeira, assim, a relação da cerveja com a madeira vem de longa data. Mesmo sem o conhecimento científico das reações que ocorriam durante o período de armazenamento, era verificado que o contato da bebida com a madeira trazia características benéficas ao produto, muito apreciadas pelos consumidores (COELHO et al., 2019a; GOMEZ-PLAZA et al., 2004).

A maturação tradicional, em barris, apresenta algumas limitações, como custo elevado e disponibilidade no mercado. Este processo pode ser realizado utilizando barris novos, onde a bebida originada adquire, especialmente, os aromas e sabores das madeiras das espécies vegetais utilizadas na fabricação dos barris. Entretanto, os barris mais utilizados na maturação de cervejas, geralmente são provenientes de indústrias produtoras de outros tipos de bebidas, como vinho, uísque e cachaça. Neste caso, a cerveja além de adquirir os aromas e sabores da madeira, também pode obter características da última bebida contida no barril (COELHO et al., 2019b; NAVARRO et al., 2016; BARBOZA et al., 2010).

O aumento da demanda por produtos maturados e/ou amadeirados leva a necessidade do entendimento dos processos que ocorrem durante o armazenamento, bem como, o desenvolvimento de novos modelos onde seja possível ter um maior controle do processo, visando a obtenção de produtos padronizados e com diminuição do tempo e custo de produção (COELHO et al., 2019a; WILKINSON; GRBIN; WARREN, 2013).

Em substituição a maturação tradicional, a utilização de chips de madeiras é uma alternativa, onde podem ser exploradas madeiras de diversas espécies vegetais, bem como, preparadas de diversas formas, especialmente variando a intensidade da tosta.

Neste escopo, este trabalho aborda o uso de chips de madeira, de diferentes espécies vegetais, incluindo espécies regionais/nativas brasileiras, na produção de cerveja, como forma de contribuir com a diversificação da oferta de cervejas, neste caso, com aromas e sabores amadeirados aos apreciadores de cervejas especiais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da cerveja

Para contribuir com este segmento, foi conduzido este estudo, onde foi elaborada uma formulação de cerveja *scotch ale*, com uma base de 25 kg de malte *pale ale* para uma produção de 70 litros de cerveja, tendo como lupulagem apenas lúpulo da variedade *magnum*, em três adições de 40 g cada na etapa de fervura, assim não resultando em uma aromatização forte da cerveja, para permitir evidenciar as características da madeira. Para a fermentação foi utilizado o fermento Nottingham, característico para este estilo da cerveja.

Após o tempo de fermentação de 8 dias, a cerveja passou por uma primeira maturação de 20 dias, sem estar em presença da madeira. Após este período, a cerveja foi transferida para galões de 5 litros contendo agora as amostras de madeiras. A madeira ficou em contato com a cerveja durante 85 dias, tempo suficiente para que adquirisse as características da espécie vegetal que foi exposta, bem como, para que ocorresse reações químicas entre os constituintes.

As madeiras foram adquiridas em formato de *chips*, com aproximadamente 8 cm de comprimento e 1 cm de largura. Essas madeiras foram submetidas a uma tosta em forno convencional a 200°C/25 min, tendo pequenas diferenças no grau de tostagem entre as madeiras das espécies vegetais. Esta tosta se dá como uma temperatura de tosta média, porém, com um tempo de tosta intensa, procurando assim atribuir aromas mais voltados a baunilha e café.

Em cada galão foi adicionado *chips* de madeiras de diferentes espécies vegetais e também com diferentes concentrações, sendo eles: amendoim 3 *chips*, amburana 2 e 3 *chips*, balsamo 2 e 3 *chips*, carvalho europeu 2 e 3 *chips*, carvalho nacional 3 *chips*, Jatobá 3 *chips* e jequitibá 3 *chips*.

Após o tempo de maturação foi realizada a carbonatação forçada e as cervejas envasadas em garrafas âmbar de 300 mL. As amostras foram deixadas alguns dias em repouso para se estabilizarem nas garrafas e então levadas para análise e caracterização. As análises foram feitas nos laboratórios do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, seguindo os Métodos físico-químicos para análise de alimentos descritos nas normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.2 Caracterização física e química das cervejas produzidas

2.2.1 Densidade do mosto e da cerveja produzida

A densidade original do mosto (OG) e a densidade final – mosto fermentado (FG) foram medidas utilizando um densímetro colocado em contato com as mostras em uma proveta. A densidade foi corrigida para a temperatura de 20°C.

2.2.2 Teor alcoólico teórico

O teor alcoólico (Alcohol by volume – ABV) das diferentes formulações de cerveja foi determinado teoricamente utilizando a seguinte equação.

$$ABV=(OG - FG)\times 131$$

Onde:

ABV: Álcool por volume

OG: Densidade original

FG: Densidade final

2.2.3 pH

A medida do pH das amostras foi realizada utilizando potenciômetro de bancada, conforme descrito nos Métodos físico-químicos para análise de alimentos, do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.2.4 Acidez

A acidez das amostras foi determinada por titulação de neutralização com solução alcalina padronizada, utilizando indicador fenolftaleína (IAL, 2008). Os cálculos foram feitos utilizando a seguinte equação:

$$At = \frac{1000 * f * v * N}{V} \quad (1)$$

Onde:

At = Acidez total (meq.L⁻¹)

f = Fator de correção do titulante (solução de NaOH).

v = Volume de NaOH gasto na titulação (mL).

N = Normalidade da solução de NaOH.

V = Volume da amostra (mL).

2.2.5 Extrato seco

O extrato seco foi determinado por método gravimétrico, pela desidratação da amostra (IAL, 2008). A porcentagem de extrato seco foi calculada utilizando a seguinte equação.

$$EXT(\%) = \frac{100 * P}{V} \quad (3)$$

Onde: P refere-se a diferença de peso da amostra inicial e da amostra desidratada e V corresponde ao volume da amostra adicionado no cadinho.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características das cervejas produzidas neste projeto, com a adição de chips de madeiras de diferentes espécies vegetais, estão apresentadas nas tabelas 1 e 2.

As cervejas obtidas apresentaram extrato real em torno de 4% (dados não apresentados), segundo Pinto et al. (2015), para uma cerveja ser considerada de boa qualidade, o extrato real deve estar acima de 3%.

Após a maturação na presença de chips de madeiras, verificou-se que as cervejas continham aromas e sabores diferenciados, assim, o uso de madeiras de diferentes fontes vegetais pode contribuir para a obtenção de produtos com aromas e sabores diferenciados.

Madeira	Chips (unidades)	Resíduo seco (% m/v)	Acidez (% v/m)	pH
Amendoim	3	0,16±0,12	0,31±0,04	4,34±0,04
Amburana	2	0,18±0,08	0,27±0,02	4,41±0,05
Amburana	3	0,15±0,09	0,27±0,04	4,38±0,09
Balsamo	2	0,09±0,01	0,29±0,03	4,39±0,04
Balsamo	3	0,10±0,03	0,30±0,06	4,38±0,02
Carvalho europeu	2	0,11±0,04	0,28±0,06	4,38±0,05
Carvalho europeu	3	0,09±0,01	0,31±0,09	4,38±0,07
Carvalho nacional	3	0,13±0,07	0,25±0,03	4,39±0,05
Jatobá	3	0,10±0,01	0,25±0,01	4,39±0,04
Jequitibá	3	0,15±0,06	0,27±0,04	4,39±0,06

Tabela 1 – Características das cervejas maturadas com chips de madeiras de diferentes espécies vegetais.

Durante o processo de maturação, notou-se que os chips ficaram suspensos no líquido, exceto a cerveja produzida com madeira de Jatobá, isso está relacionado com a estrutura, composição e conseqüentemente a densidade da madeira do vegetal.

A coloração é um atributo sensorial importante para alimentos e bebidas, quanto a este atributo, não foi evidenciado diferenças visuais entre as amostras das cervejas maturadas com chips de madeiras de diferentes espécies vegetais, permanecendo dentro do limite de cor para o estilo produzido (BJCP, 2015).

Produzir cervejas com aromas e sabores amadeirados, utilizando chips de madeiras nas dornas de maturação é uma alternativa prática e bastante atraente. Este método permite uma maior padronização do produto final, bem como, obter cervejas onde é verificada a presença da madeira sem aromas e sabores resultantes da fermentação secundária, comum na maturação tradicional em barris. Por outro lado, também é possível selecionar madeiras de espécies vegetais que harmonizem com os diferentes estilos de cervejas.

Madeira	Chips (unidades)	Densidade original (OG)	Densidade final (FG)	Teor alcoólico (%)
Amendoim	3	1077	1017	7,7
Amburana	2	1077	1018	7,6
Amburana	3	1077	1018	7,6
Balsamo	2	1077	1018	7,6
Balsamo	3	1077	1019	7,5
Carvalho europeu	2	1077	1018	7,6
Carvalho europeu	3	1077	1018	7,6
Carvalho nacional	3	1077	1019	7,5
Jatobá	3	1077	1020	7,3
Jequitibá	3	1077	1019	7,5

Tabela 2 – Densidade do mosto no início e final da fermentação, e respectivos teores alcoólicos das cervejas maturadas com adição de chips de madeiras de diferentes espécies vegetais.

4 | CONCLUSÃO

A utilização de chips de madeiras, para a produção de cerveja com sabores e aromas amadeirados, apresenta vantagens em relação ao método tradicional de maturação em barris. Neste sentido, cabe destacar a diminuição do tempo de produção e conseqüentemente do custo, bem como, a exploração de espécies vegetais que não apresentam características adequadas para a fabricação de barris.

A utilização de chips de madeiras, em substituição ao método tradicional de maturação em barris, também pode contribuir com a diminuição do impacto ambiental, pois este método utiliza uma quantidade muito menor de madeira quando comparado com a

maturação em barris.

A exploração de espécies regionais/nativas se torna uma alternativa atraente para obter produtos com características sensoriais peculiares, contribuindo com a diversificação da oferta de cervejas maturadas/amadeiradas aos consumidores, bem como, produzir cervejas com identidade local.

REFERÊNCIAS

BARBOZA, R. A. B.; MENEZES, M. C.; SANTOS, V. R.; FONSECA, S. A.; FARIA, J. B. Efeito do envelhecimento na qualidade da cachaça produzida por pequenos produtores. **Revista Ciência em Extensão**, v. 6, n. 2, p. 46-56, 2010.

BJCP – Beer Judge Certification Program. **Guia de estilo de cervejas**. Brasil, 2015. Disponível em https://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf

BRUNELLI, L. T.; MANSANO, A. R.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. **Braz. J. Food Technol.**, v. 17, n. 1, p. 19-27, 2014.

COELHO, E.; DOMINGUES, L.; TEIXEIRA, J. A.; OLIVEIRA, J. M.; TAVARES, T. Understanding wine sorption by oak wood: Modeling of wine uptake and characterization of volatile compounds retention. **Food Research International**, v.116, p. 249–257, 2019a.

COELHO, E.; TEIXEIRA, J. A.; DOMINGUES, L.; TAVARES, T.; OLIVEIRA, J. M. Factors affecting extraction of adsorbed wine volatile compounds and wood extractives from used oak wood. **Food Chemistry**, v. 295, p. 156–164, 2019b.

DALLA SANTA, O. R.; ROSA, C. T.; SILVA, N. S. R.; MICHELETTI, I. N.; KRUGER, R. L.; MESOMO, M. C.; ZANETTE, C. M. Estudo da adição de pitaya na produção de cerveja. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n. 10, p.80891-80900, 2020a.

DALLA SANTA, O. R.; SILVA, N. S. R.; ROSA, C. T.; MICHELETTI, I. N.; KRUGER, R. L.; MESOMO, M. C.; ZANETTE, C. M. Elaboração de cerveja com adição de alcachofra. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n. 9, p. 72918-72928, 2020b.

DORETTO, D. A.; FIGUEIRA, R.; SARTORI, M. M. P.; VENTURI FILHO, W. G. Análise físico-química e sensorial de cervejas comerciais brasileiras. **Energ. Agric.** vol. 33, n. 3, p. 277-283, 2018.

FERREIRA, R. H.; VASCONCELOS, M. C; R. L.; JUDICE, V. M. M.; NEVES, J. T. R. Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 16, n. 4, p. 171-191, 2011.

GOMEZ-PLAZA, E., PEREZ-PRIETO, L. J., FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. I., LOPEZ-ROCA, J. M. The effect of successive uses of oak barrels on the extraction of oak-related volatile compounds from wine. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 39, n. 10, p. 1069–1078, 2004.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020 p.

MEGA, J. F.; NEVES, E.; ANDRADE, C. J. A produção de cerveja no Brasil. **Revista CITINO – Ciência, Tecnologia, Inovação e oportunidade**, v. 1, n. 1, p. 21-29, 2011.

NAVARRO, M.; KONTOUDAKIS, N.; GOMEZ-ALONSO, S.; GARCIA-ROMERO, E.; CANALS, J. M.; HERMOSIN-GUTIERREZ, I.; ZAMORA, F. Influence of the botanical origin and toasting level on the ellagitannin content of wines aged in new and used oak barrels. **Food Research International**, v. 87, p. 197–203, 2016.

PINTO, L. I.; ZAMBELLI, R. A.; JUNIOR, E. C. S.; PONTES, D. F. Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). **Revista Verde (Pombal - PB - Brasil)**, v. 10, n. 4, p. 67 - 71, 2015.

RIBEIRO A. G.; GHEDIN A.; JÚNIOR C. A.; MENDES K.; CARVALHO M. B.; YUNES P.; BARBOZA P. G. **Estudo sobre Madeira e Cerveja. curso Mestre em Estilos do Instituto da Cerveja do Brasil.** Breja Pedia, 2015.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A Química da Cerveja. **Quím. nova esc.**, vol. 37,n. 2, p. 98-105, 2015.

SILVA, H. A.; LEITE, M. A.; PAULA, A. R. V. Cerveja e sociedade. Contextos da Alimentação. **Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, vol. 4, n. 2, 2016.

TOZETTO, L. M.; NASCIMENTO, R. F.; OLIVEIRA, M. H.; VAN BEIK, J.; CANTERI, M. H. G. Production and physicochemical characterization of craft beer with ginger (*Zingiber officinale*). **Food Sci. Technol**, v. 39, n. 4, p. 962-970, 2019.

WILKINSON, K.; LI, S.; GRBIN, P.; WARREN, P. Barrel reclamation: Everything that's old can be new again. **Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker**, v. 594, p. 70–72, 2013.

OTIMIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS TEMPO, TEMPERATURA E CONCENTRAÇÃO DE SACAROSE NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO CUPUAÇU UTILIZANDO A METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Data de aceite: 01/02/2021

Andréa Gomes da Silva

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Departamento de Tecnologia Rural e Animal - DTRA. Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal Itapetinga-Bahia

Geanderson Paiva Chaves

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal Itapetinga-Bahia

Juarez da Silva Souza Júnior

Prime Engenharia e Consultoria Jequié-Bahia

Victor César Nogueira Nunes de Lima

Prime Engenharia e Consultoria Jequié-Bahia

Alexandre Araújo Pimentel

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Departamento de Tecnologia Rural e Animal - DTRA. Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal Itapetinga-Bahia

Patrícia Beltrão Lessa Constant

Universidade Federal de Sergipe (UFS). Departamento de Tecnologia de Alimentos Aracaju-Sergipe

Sérgio Souza Castro

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Departamento de Ciências Naturais - DCEN Itapetinga-Bahia

RESUMO: O objetivo do estudo foi determinar as variáveis tempo, temperatura e concentração de sacarose para estabelecer os parâmetros ótimos para desidratação osmótica do cupuaçu. Utilizou-se um delineamento composto central rotacional (DCCR), usando seis pontos axiais, seis pontos centrais e oito pontos fatoriais, totalizando 20 unidades experimentais e 15 tratamentos, com temperaturas variando de 25 a 70°C, concentração de sacarose de 30 a 70% (m/m) e tempo de tratamento de 60 a 600 minutos. Utilizando a metodologia de superfície de resposta, foi observada que as variáveis do processo influenciaram o ganho de sólidos. A concentração se mostra como principal fator para o ganho de sólidos, seguidos do tempo e temperatura. Obteve-se o ponto ótimo de concentração de sacarose de 84,57%, temperatura de 50,16°C e tempo de 250,79 minutos.

PALAVRAS-CHAVE:

Cristalização. DCCR. *Theobroma grandiflorum*.

OPTIMIZATION OF VARIABLES TIME, TEMPERATURE AND SACCHAROSE CONCENTRATION IN THE PROCESS OF THE OSMOTIC DEHYDRATION OF CUPUAÇU USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

ABSTRACT: The present study aimed to determine the variables time, temperature and sucrose concentration, to establish the optimal parameters for cupuaçu osmotic dehydration. A central composite rotational design (CCRD) was used using six axial points, six central points and eight factorial points, totaling 20 experimental

units and 15 treatments. With temperatures ranging from 25 to 70°C, sucrose concentration from 30 to 70% (m/m) and treatment time from 60 to 600 minutes. Using the response surface methodology, it was observed that the process variables influenced the solids gain. Concentration is shown as the main factor for the solids gain, followed by time and temperature. The optimum sucrose concentration point of 84.57%, temperature of 50.16°C and time of 250.79 minutes were obtained.

KEYWORDS: Crystallization. CCRD. *Theobroma grandiflorum*.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de desidratação de frutas é um nicho de mercado com grande potencial de crescimento e muito pouco explorado empresarialmente no Brasil. Diversos fatores contribuem para esse tímido mercado e, sem dúvida alguma, a oferta de frutas frescas durante o ano todo é a mais significativa, reduzindo com isso o hábito de se consumir frutas secas ou desidratadas. Outro fator é que a produção de frutas secas no Brasil esteve concentrada, nos últimos anos, principalmente em banana passa, sendo a produção, na maioria das vezes, realizada em escala artesanal (MELONI, 2003).

Os produtos alimentícios podem ser desidratados por processos baseados na vaporização, sublimação, remoção de água por solventes ou na adição de agentes osmóticos. Os métodos de desidratação, utilizados em maior escala, são os que têm como base a exposição do alimento a uma corrente de ar aquecido, sendo que a transferência de energia na forma de calor para o alimento se dá basicamente por convecção (MELONI, 2003). Na desidratação osmótica, as frutas podem ser tratadas em xarope e o produto final conserva características mais próximas da fruta natural. O processo consiste em mergulhar pedaços da fruta em xarope quando ela perde água por osmose para que a secagem seja finalizada na estufa. Vale informar que este processo tem por objetivo melhorar qualidade da fruta seca, de forma a manter características similares as frutas naturais (MATOS, 2007).

A qualidade da desidratação osmótica depende de fatores como a concentração, o tipo de agente desidratante, a temperatura da solução, a pressão de trabalho, o tempo de imersão, a natureza das frutas e a área de superfície exposta à troca osmótica (MACCARTHY, 1986; SANTOS, 2003; TEDJO et al., 2002).

As frutas desidratadas osmoticamente podem ser recobertas ou não com uma camada de cristais de açúcar ou glaceadas quando recobertas por uma camada contínua de açúcar. Esses produtos costumam ser consumidos diretamente ou servidos com café, ou usados em bolos, confeitos e sobremesas. As frutas cristalizadas ou glaceadas, comercializadas frequentemente, são o abacaxi, a cereja, o figo, a laranja, a cidra, o mamão verde e as tâmaras (JACKIX, 1989). Outras frutas ganham destaque nesse cenário como o cupuaçu, cuja principal utilização é na forma de polpa, sendo largamente utilizada no preparo de bombons, sorvetes, sucos e refrescos. Ainda, das sementes, pode-se obter o cupulate e a manteiga de cupuaçu.

A alta perecibilidade do cupuaçu, juntamente com a dificuldade na armazenagem durante os picos do processamento industrial, contribui para perdas pós-colheita. Deste modo, há grande expectativa para o desenvolvimento de processos que visem agregar valores a esse fruto e possam ser utilizados tanto pelas unidades produtoras familiares quanto pelo segmento industrial (ALZAMORA et al.,1992). O objetivo deste trabalho foi otimizar as variáveis tempo, temperatura e concentração da sacarose na desidratação osmótica do cupuaçu, usando a metodologia de superfície de resposta.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal, Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias (CEDETEC), Laboratório de Engenharia de Processos (LEP) e Laboratório de Ensaio Materiais e Projetos Agroindustriais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Itapetinga-BA. A polpa do cupuaçu, cortada artesanalmente por meio de tesoura (polpa “tesourada”), foi fornecida por produtores familiares, localizados no sul da Bahia, na cidade de Itabuna-BA.

Pesou-se uma alíquota de sacarose e água (m/m) para o preparo das soluções hipertônicas. Logo após, pesou-se a polpa da fruta e a imergiu em solução de sacarose, mantendo a proporção de 1 (uma) parte de polpa para cada 10 (dez) partes de solução de sacarose.

Para a determinação do teor de sólidos solúveis, expressos em °Brix, utilizou-se o refratômetro, calibrado previamente com água deionizada. Já para a determinação de umidade utilizou-se estufa à vácuo, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O Delineamento composto central rotacional-DCCR montado teve pontos axiais definidos em dois níveis (-1 e +1), que foram obtidos 2^k pontos fatoriais + 2 x k pontos axiais + um número arbitrário de pontos centrais, onde K é o número de variáveis independentes, assim foi obtido 2^3 pontos fatoriais + 2 x 3 pontos axiais + seis pontos centrais, perfazendo um total de 15 tratamentos e 20 unidades experimentais (Tabela 1). Os dados experimentais foram ajustados a um modelo polinomial de segunda ordem (Eq.1) e os coeficientes de regressão obtidos por meio de regressão linear múltipla.

$$K = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_i^2 + \sum \beta_{ij} X_i X_j \quad (1)$$

Variável	Nível				
	-1,68	-1	0	1	+1,68
Temperatura	25	34	48	62	70
Concentração	30	38	50	62	70
Tempo	60	169	330	491	600

Tabela 1-Variáveis e níveis do delineamento composto central rotacional (DCCR)

Fonte: Dados da pesquisa.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento dos valores, medidos em graus °Brix (sólidos solúveis), conforme mostra a Figura 1A, está relacionado ao ganho de sólidos solúveis, obtidos pela imersão da polpa em solução osmótica de sacarose. Nota-se que quanto maior a concentração de sacarose, maior é a pressão osmótica, portanto há um ganho maior de sólidos até o ponto de saturação da célula. Na Figura 1B, é possível verificar a faixa ótima por volta da temperatura de 50 °C e para um tempo de, aproximadamente, 250 minutos. Na Figura 1C, o gradiente de ganho de sólidos, medidos em °Brix, mostra uma tendência aos valores de maiores concentrações, por volta de 70° Brix, tempo de 250 minutos, onde pode-se alcançar valores de aproximadamente 45° Brix, observados na superfície de resposta e no gráfico de contorno.

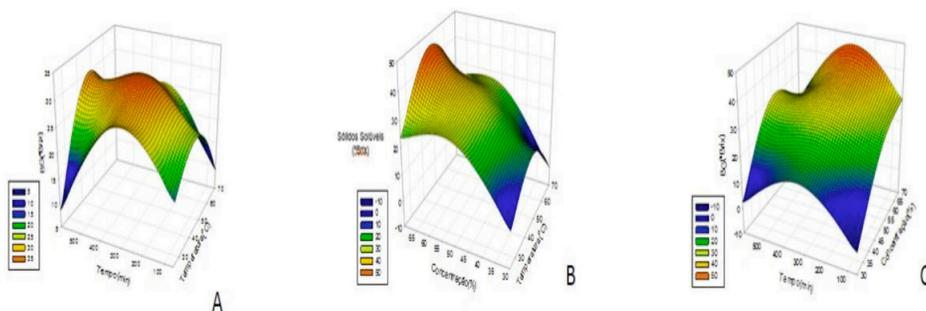


Figura 1– Superfície de resposta para o teor de sólidos solúveis (°Brix) em função da sacarose e temperatura da solução (A); Superfície de resposta para sólidos solúveis (°Brix) em função do tempo e temperatura da solução (B); Superfície de resposta (°Brix) em função do tempo e concentração da solução (C).

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 2D mostra que as menores concentrações favoreceram a perda de água e as concentrações maiores, o coeficiente de retirada de água durante o processo, tenderam a ser menores. Na Figura 2E, os valores médios de tempo, entre 250 a 300 minutos,

mostram pouca retirada de água durante o processo, assim como também para essa mesma posição, temos a temperatura mediana entre 40°C e 50°C, onde a perda de água durante a desidratação osmótica foi maior, justificando a pouca água disponível durante o processo de determinação de umidade. Pelos dados da Figura 2F, é notável que há menor disponibilidade de água para retirada da célula, visto que o contingente de água livre é menor.

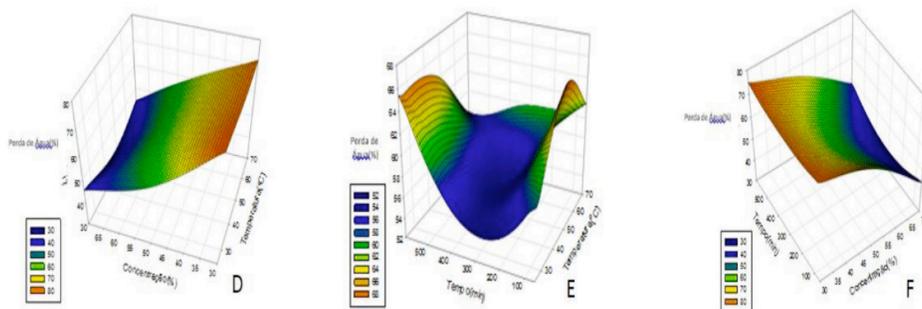


Figura 2 – Superfície de resposta para perda de água(%) em função da concentração e da temperatura da solução (D); Superfície de resposta para perda de água (%) em função do tempo e temperatura da solução (E); Superfície de resposta para perda de água(%) em função do tempo e concentração da solução (F).

Fonte: Dados da pesquisa.

Buscando otimizar variáveis inerentes ao processo de desidratação osmótica, Jain et al. (2011) encontraram valores para o mamão papaia, em cubos, de 60 °Brix para a solução osmótica, temperatura de 37 °C, no período de 4:25 h de tratamento. Já Archila et al. (2008), ao avaliarem a batata de Jacatupé (feijão-macuco), obtiveram ponto de otimização das referidas variáveis, com uma concentração da calda de 60°Brix, a 60°C por 2 horas. Em estudos feitos com manga cortada em pedaços, Madamba e Lopez (2006) encontraram uma concentração de 65%, a uma temperatura de 35°C no tempo de 6 horas, como parâmetros ótimos do processo osmótico. Em outro estudo realizado por Eren e Ertekin (2007), utilizando batata a uma temperatura de 22°C, foi encontrada uma concentração de sacarose de 54,5%, 14% de sal, em um período de 329 minutos, onde o sal acelerou o processo osmótico, justificando o menor tempo de tratamento e concentrações de açúcar.

Por meio da análise estatística, foi possível identificar o ponto ótimo para ganho de sólidos solúveis e otimização da desidratação osmótica, conforme apresentados na Tabela 2.

O modelo obtido na análise estatística apresentou uma falta de ajuste 6,8%, com um coeficiente de determinação (R^2) de 92,02% para o teor de sólidos solúveis, e para a

perda de água foi obtido uma falta de ajuste de 3,9%, para um coeficiente de determinação (R^2) de 97,49%.

Fator	Valores Críticos	
	Valor	Variável
X1	50,16	Temperatura(°C)
X2	84,57	Concentração(%)
X3	250,79	Tempo(Min.)

Tabela 2- Valores críticos para a desidratação osmótica

Fonte: Dados da pesquisa.

4 I CONCLUSÃO

O processo de desidratação osmótica do cupuaçu tem o ponto ótimo para o processo de desidratação osmótica a concentração de 84,57%, temperatura de 50,16 °C e tempo de 250,79 minutos. Todas as variáveis influenciam de forma significativa no ganho de massa, partindo primeiramente da concentração da de sacarose, posteriormente tempo e temperatura. O processo de desidratação osmótica é visto como alternativa capaz de obter um produto de boa qualidade mediante redução de sua umidade, sem mudança de fase durante o processo, agregando valor ao produto mediante o processamento, aumentando o teor de sólidos solúveis, portanto de massa no produto final, ao contrário da secagem convectiva.

REFERÊNCIAS

ALZAMORA, S.M.; ARGALIZ, A.; WELTI, J. Fruit preservation by combined factors. **Food Research International**, v.25, n. 2, p.159-165, 1992.

ARCHILA, M.et al. Optimization of osmotic dehydration of yambean (*Pachyrhizuserosus*) using a northogonal experimental design. **Journal of Food Engineering**, v. 84, n.3, p. 413-419, 2008.

EREN, I.; ERTEKIN,F. K. Optimization of osmotic dehydration of potato using response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 1, p. 344-352, 2007.

JACKIX, M. H. Geléias e doces em massa, In: JACKIX, M. H. **Industrialização de frutas em caldas e cristalizadas, geléias e doces em massa**. São Paulo: UNICAMP, 1988. p.107-210.

JAIN, S. K.*et al.*Optimization of process parameters for osmotic dehydration of papaya cubes. **Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 2, 2011.

MACCARTHY, D. **Concentration and drying of foods**. London: Elsevier Applied Science, 1986.

MADAMBA, P. S.; LOPEZ, R. I. Optimization of the osmotic dehydration of mango (*Mangifera indica* L.). **Drying Technology: An International Journal**, v. 20, n. 6, p.1227-1242, 2006.

MATOS, E. H. S. F. **Processamento de Frutas Desidratadas**. Brasília: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da UnB, 2007.

MELONI, P. L. S. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 87p.

CAPÍTULO 26

POTENCIAL DA PASTA DE COCO ENRIQUECIDA COM CHIA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 04/11/2020

Flávia Luiza Araújo Tavares da Silva
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/5962232927148916>

Taís Letícia de Oliveira Santos
Instituto Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/0113288078316701>

Jideane Menezes Santos
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/1189313326599664>

Tuânia Soares Carneiro
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/1946901459830265>

Raissa Ingrid Santana Araujo Costa
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/6521010577789949>

Alysson Caetano Soares
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/6959185837092684>

Filipe de Oliveira Melo
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/7481399031089994>

Angela da Silva Borges
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/5339513560352778>

Thaís Sader de Melo
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/0886674081231886>

Andrea Gomes da Silva
Universidade do Sudoeste da Bahia
Itapetinga – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9057886641093912>

João Antônio Belmino dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/9277814890785373>

Patrícia Beltrão Constant Lessa
Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe
<http://lattes.cnpq.br/2424269805717579>

RESUMO: A demanda por alimentos saudáveis tem crescido muito nos últimos anos devido à preocupação da população com a saúde e o bem estar, fazendo com que os consumidores se tornem mais criteriosos na escolha dos produtos alimentícios, e, em decorrência desses fatores, a indústria de alimentos começa a enfrentar um grande desafio. Esse artigo tem como objetivo avaliar o potencial de uma pasta de coco enriquecida com proteínas, como uma alternativa de consumo de alimento funcional. A metodologia baseou-se na produção da pasta de

coco enriquecida com farinha de chia, e análises de cinzas, lipídeos, umidade e pH, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005). O insumo escolhido para a produção da pasta foi o coco seco em virtude das suas características nutricionais e as propriedades funcionais da gordura presente no seu extrato vegetal. As sementes de chia passaram por processos de moagem e peneiramento para diminuir sua granulometria, obtendo-se uma farinha. A pasta foi obtida por meio de processamento da polpa do coco seco, sendo necessária a adição de 150mL de água. Para a extração do extrato vegetal foi usada a técnica de filtração, em seguida foi adicionado ao extrato a farinha de chia, e homogeneizou-se essa mistura até obter a consistência esperada. Para evitar a oxidação lipídica e aumentar o tempo de vida útil da pasta foi adicionado tocoferol, um antioxidante cuja função é reduzir o estresse oxidativo devido a sua quantidade de lipídios. As análises físico-químicas determinaram os valores de lipídios, pH, umidade e cinzas, sendo respectivamente: 30.81%, 5.4, 33.97%, 1.05%. Conclui-se que a pasta de coco obteve as características as esperadas devido a capacidade espessante, gelificante e estabilizante da chia, não houve comparativo com outro produto, pois não foram encontrados estudos com pasta de coco enriquecida.

PALAVRAS-CHAVE: Coco, chia, alimentos funcionais, enriquecimento.

POTENTIAL OF COCONUT PASTE ENRICHED WITH CHIA

ABSTRACT: The demand for healthy foods has grown a lot in the last years due to the population's concern for health and well-being, making costumers become more discerning in choosing food products, and as a result of these factors, the food industry is beginning to face a major challenge. This article aims to evaluate the potential of a coconut paste enriched with proteins, as an alternative of functional food consumption. The methodology was based on the production of coconut paste enriched with chia flour, and analysis of ash, lipids, moisture and pH, following the methodology of the Instituto Adolfo Lutz (2005). The input chosen for the production of the paste was the dry coconut due to its nutritional characteristics and the functional properties of the fat present in its vegetable extract. Chia seeds went through grinding and sieving processes to reduce their granulometry, obtaining a flour. The paste was obtained by processing the pulp of the dry coconut, it was necessary to add 150mL of water. For the extraction of the vegetable extract, the filtration technique was used, then the chia flour was added to the extract, and this mixture was homogenized until the expected consistency was obtained. To prevent lipid oxidation and increase the shelf life of the paste was added tocopherol, an antioxidant whose function is to reduce oxidative stress due to its amount of lipids. The physicochemical analyses determined the values of lipids, pH, moisture and ash, being respectively: 30.81%, 5.4, 33.97%, 1.05%. It was concluded that the coconut paste obtained the characteristics expected due to the thickening, gelling and stabilizing capacity of chia, there was no comparison with another product, because no studies were found with enriched coconut paste.

KEYWORDS: Coconut, chia, food functional, enrichment.

1 | INTRODUÇÃO

O coco é originário da região asiática, mas é altamente difundido por toda a extensão litorânea do planeta, provavelmente devido ao transporte dos frutos pelas embarcações e

pelas correntes marítimas. No Brasil ele foi introduzido por volta do ano de 1553 por navios portugueses na área do recôncavo baiano, e daí propagou-se por toda a costa brasileira por dispersão natural. A espécie possui duas importantes variedades que são a *Typica* (coqueiro gigante) e *Nana* (coqueiro-anão). No Brasil, existe uma área plantada de 257.157 ha, com produção superior a 2.820.468 toneladas de frutos por ano, se constituindo na quarta produção mundial (MAGALHÃES et al., 2017).

Segundo Santana (2012), o coqueiro é a palmeira mais útil no mundo, devido a sua capacidade de aproveitamento. O Brasil, relacionado a dados de 2012, se encontra como um dos quatro maiores produtores de coco do mundo. O consumo brasileiro do coco se dá principalmente pela matéria prima, ou seja, produção de coco ralado, leite de coco e também o consumo in natura da água do coco.

Ainda não há estudos sobre o uso da polpa do coco para obtenção da pasta de coco, porém há comercialização de algumas “manteigas” de coco. Segundo a PORTARIA Nº 146, DE 07 de março de 1996, “Com o nome de manteiga entende-se o produto gorduroso obtido exclusivamente pela bateção e malaxagem, com ou sem modificação biológica do creme pasteurizado derivado exclusivamente do leite de vaca, por processos tecnologicamente adequados. A matéria gorda da manteiga deverá estar composta exclusivamente de gordura láctea”, ou seja, o produto oriundo do coco não pode ser considerado uma manteiga e sim uma pasta (BRASIL, 1996).

A semente de chia (*Salvia hispanica* L.) é uma fonte potencial de nutrientes e vem sendo cada vez mais cultivada devido ao aumento da sua popularidade e das suas propriedades benéficas à saúde. Isto se deve ao fato das suas propriedades benéficas a saúde, devido aos seus elevados teores de proteína, antioxidantes e fibra dietética (VILELA et al., 2017).

Substituir ingredientes menos nutritivos ou adicionar outros de maior valor nutricional, sem comprometer o sabor dos alimentos, é o fator impulsionador da indústria de alimentos para a alimentação da nova era, que visa o consumo de alimentos funcionais. A chia é particularmente interessante dentro dessa lógica, que além de melhorar o valor nutritivo, apresenta grande capacidade para reter água e óleo (COELHO, 2014).

Nos últimos anos, os consumidores viram aparecer nas gôndolas dos supermercados novos produtos alimentares, que prometem contribuir na busca por uma vida mais saudável. Os alimentos funcionais são a nova tendência do poderoso mercado alimentício neste início do século XXI. Iogurtes, margarinas, leites fermentados, cereais, águas minerais etc. prometem ajudar na cura ou na prevenção de doenças como as cardiovasculares, certos tipos de câncer, alergias, problemas intestinais etc. Entre os fatores-chave que explicam o êxito dos alimentos funcionais (RAUD, 2008).

Devido as ótimas qualidades apresentadas pela chia como fator enriquecedor em outras pesquisas, esta, se justifica pelo estudo do potencial de uma pasta de coco enriquecida com farinha de chia como uma alternativa de consumo de alimento funcional.

2 I METODOLOGIA

2.1 Processamento da pasta de coco

Foi retirada a polpa do coco seco, cortada em pedaços menores e processada em um processador por 25 minutos até diminuir a granulometria. Para a formação da pasta, foi necessário a adição de 150mL de água e processado por mais 5 minutos. Após esta etapa, para a extração do extrato vegetal, foi removido toda a matéria sólida do coco presente através da filtração. No extrato vegetal do coco seco, de 225mL, foi adicionado 25g de farinha de chia, homogeneizados até a consistência esperada. Após a homogeneização, a pasta foi pesada e foi adicionado 0,0225g de tocoferol. Em seguida, foi armazenada em potes de vidro hermeticamente fechados sob refrigeração.

Ingredientes	Quantidade
Coco seco	286,5 (g)
Água	150 (mL)
Extrato vegetal	225 (mL)
Farinha de chia	25 (g)
Tocoferol	0,0225 (g)

Tabela 1: Formulação da Pasta de coco

2.2 Análises físico químicas

2.2.1 Lipídios

Segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz, Golfish (2005), a amostra da pasta de coco foi mantida na estufa a 105°C por 1 hora, após este tempo as amostras foram pesadas em aproximadamente 2g e colocadas em cartuchos de papel filtro e algodão. Os tubos de reboiler que também foram condicionados na estufa a 105°C por 1 hora, foi adicionado 100mL do solvente hexano. Após o preparo, a extração de Lipídios seguiu-se no Sohlex por 1 hora e mais 30 minutos de percolação. Terminado o processo de extração, foi feita a recuperação do solvente por 1 hora. Após a recuperação do solvente, as amostras dos tubos de reboiler foram colocadas na estufa a 105°C por 1h, resfriadas no dessecador, pesadas e colocadas de volta na estufa por 30 minutos. Esse procedimento se repetiu até se obter peso constante.

2.2.2 pH

Segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005), para o preparo de amostras sólidas, foram pesados 10g da amostra, diluída em 100 mL de água destilada e homogeneizada. Após a homogeneização, a amostra foi medida o pH através do pHmetro.

2.2.3 Umidade

A análise de umidade foi feita em dois equipamentos: Estufa e balança de infravermelho. Segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005), na estufa, o preparo do cadinho foi de 30 minutos a 105°C na estufa. Pesou-se 1,9438g da pasta de coco, onde foi levada para a estufa por 3 horas a 105°C, após esse tempo a amostra foi colocada no dessecador, resfriada, pesada e colocada novamente na estufa. Esse procedimento repetiu-se até peso constante. Na balança de infravermelho, foi pesada 1,994g da amostra e colocada a 105°C até uma variação de 0,01% no valor da umidade expresso na balança no modo auto. Este procedimento durou 1 hora e 22 minutos.

2.2.4 Cinzas

Os cadinhos foram colocados na mufla a 550°C por meia hora, após esfriarem no dessecador, foi feita a pesagem dos mesmos vazios. Foram pesados 5g das amostras de pasta e levadas a carbonização em chapa elétrica. Após a carbonização, as amostras foram levadas para a mufla a 550°C até ficarem com os aspectos cinza-claro. Em seguida, as amostras foram colocadas no dessecador e após esfriar, foram pesadas e colocadas novamente na mufla. Esse procedimento se repetiu até peso constante.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Formulação da pasta

Através da Tabela 1, a pasta foi preparada. A figura 01 mostra os aspectos visuais da formulação.



Figura 01: Pasta de coco enriquecida com farinha de chia

Autoria Própria, 2020

Segundo Sabarense CM, Mancini-Filho J., (2003), após aquecimento por longos períodos e sob altas temperaturas, os óleos e gorduras quando aquecidos têm sua composição física, química e nutricional alterados. Diante disso, a formulação da pasta foi feita sem nenhum tratamento térmico, afim de preservar suas propriedades.

A utilização do coco seco in natura inviabilizou a formação da pasta devido a não extração do óleo presente na polpa do coco seco, oriundo de um tratamento térmico. Para conseguir a textura de pasta foi necessária a adição de mais uma etapa na metodologia, que consistiu na adição de água para posteriormente extrair apenas o extrato vegetal do coco. De modo que a pasta já possui um grande teor lipídico, a não utilização da água presente no coco se justifica através de não aumentar ainda mais esse teor.

As propriedades funcionais da gordura do coco presente do extrato vegetal podem sofrer oxidação lipídica, para evitar essa degradação foi adicionado tocoferol na pasta. Segundo Bertolin et al. (2011), “Os tocoferóis, compostos monofenólicos, estão presentes de forma natural na maioria dos óleos vegetais. A atividade antioxidante desses compostos se deve principalmente à capacidade de doar seus hidrogênios fenólicos aos radicais livres lipídicos, interrompendo a propagação em cadeia. O α -tocoferol é o composto que apresenta maior poder. ”

A farinha de chia utilizada foi triturada e peneirada a fim de diminuir a granulometria ao ser adicionada no extrato vegetal do coco. Sua concentração foi determinada a partir da textura esperada. Segundo Ramos (2013), como as sementes apresentam capacidades tecnológicas diversas, podendo atuar como agentes espessantes, gelificantes e estabilizantes. Para indústria de alimentos e para aplicações domésticas, são de extrema importância no desenvolvimento de novos produtos alimentares. De modo que, além de poderem apresentar texturas e sabores inovadores, podem contribuir positivamente para a saúde, considerando os efeitos bioativos já referidos da chia.

3.2 Análises físico químicas

Através da Tabela 2, é possível ver os dados obtidos após as análises físico químicas das formulações pasta de coco enriquecida com farinha de chia.

Umidade (%) (m/m)	Lípídeos (%) (m/m)	Cinzas (%) (m/m)	pH
33,97	30,81	1,05	5,4

Tabela 2 - Dados das análises físico químicas

Para a pasta de coco enriquecida foi encontrado um valor de 33,97% de umidade (Tabela 2). Segundo Tortola (2014), a umidade encontrada para diversos tipos de extrato

vegetal de coco foi de 86,71%. De modo que a utilização da farinha de chia para formação da textura de pasta, e sua capacidade de retenção de água e óleo (OLIVOS-LUGO et al., 2010), houve influência direta dessa interação na formação da pasta, resultando na diminuição da umidade do produto.

O teor de lipídios apresentou um valor de 30,81% (Tabela 2). Segundo Puig e Haros (2011), em estudos realizados com a farinha de chia, a mesma apresenta um teor de até 33,9%. Segundo a Resolução - CNNPA nº 12, de 1978, o teor de lipídeos do extrato vegetal do coco pode ser atribuído como baixo teor de gordura se apresentar no mínimo 17% e como natural se apresentar no mínimo 25% (BRASIL, 1978). Dessa forma, o produto não apresenta um alto teor de lipídeos.

Para o teor de cinzas, foi encontrado 1,05% (Tabela 2). Segundo Tortola (2014), que realizou um estudo sobre vários tipos de extratos vegetais de coco, concluiu que os teores de cinzas estavam dentro de 0,69% a 0,74%. O que mostra um enriquecimento de aproximadamente 0,34% no produto e a efetividade devido a quantidade da farinha de chia adicionada, que para Puig e Haros (2011), apresenta 2,33% de teor de cinzas.

De acordo com o valor de pH encontrado por Tortola (2014) de 5,8 para o extrato vegetal do coco e que segundo Martins et al. (2016), a farinha de chia apresenta um pH de 6,3. O resultado dessa interação entre as matérias primas na formulação da pasta, resultou em um pH de 5,4 (Tabela 2), sendo considerado um alimento de baixa acidez.

4 | CONCLUSÕES

A pasta de coco enriquecida com farinha de chia obteve as características propostas devido a capacidade espessantes, gelificantes e estabilizantes da chia. As características físico químicas se aproximaram das características das matérias primas encontradas na literatura. Não houve comparativo de produto devido ao fato de que atualmente não foram encontradas nenhuma pasta de coco enriquecida com farinha de chia.

O fator de enriquecimento foi satisfatório para o teor de cinzas, onde a adição da farinha de chia resultou em um aumento de 48% para o produto.

REFERÊNCIAS

BERTOLIN, Telma Elita et al. **Ficocianina, tocoferol e ácido ascórbico na prevenção da oxidação lipídica em charque**. Brazilian Journal Of Food Technology, [s.l.], v. 14, n. 04, p. 301-307, 9 dez. 2011. Institute of Food Technology. <http://dx.doi.org/10.4260/bjft2011140400036>

BRASIL. Leis, decretos, etc. - Resolução nº12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Diário Oficial, Brasília, 24 ju1.1978. Seção I, pt.1, p.11.505. Aprova Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, relativas a alimentos(e bebidas).

BRASIL. Portaria nº 196, de 07 de março de 1996. : Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. São Paulo.

COELHO, Michele Silveira. **PÃO ENRIQUECIDO COM CHIA (*Salvia hispanica* L.): DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO FUNCIONAL**. 2014. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 2005. p. 21-22.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 2005. p. 27.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 2005. p. 42-43.

LUIZETTO, Estela Machado et al. **Alimentos funcionais em alimentação coletiva: reflexões acerca da promoção da saúde fora do domicílio**. Nutrire, Paraná, v. 2, n. 40, p.188-199, ago. 2015.

MAGALHÃES, Táris Ney Castelo Branco Barros et al. **CONJUNTURA DE MERCADO DO COCO DA BAÍA (*Cocos nucifera* L.) NA REGIÃO AMAZÔNICA, COM ÊNFASE NO ESTADO DO PARÁ**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2., 2017, Amazônia. Anais... . Amazônia: Cointer - Pvdagro 2017, 2017. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://repositorio.ufrpa.edu.br/jspui/bitstream/123456789/647/1/CONJUNTURA%20DE%20MERCADO%20DO%20COCO%20DA%20BA%20c3%8dA%20%28Cocos%20nucifera%20L.%29....pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.

MARTINS, D. B. et al. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA FARINHA DE CHIA (*Salvia hispanica* L.)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais [...]. Gramado: Sbcta-rs, 2016. p. 1-6

OLIVOS-LUGO, B. L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. Á.; TECANTE, A. **Thermal and Physicochemical Properties and Nutritional Value of the Protein Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispanica* L.)**. Food Science and Technology International, Oxford, v. 16, n. 1, p. 89-96, 2010. PMID:21339125. <http://dx.doi.org/10.1177/1082013209353087>.

PUIG, E. I.; HAROS, M. **La Chia en Europa: El Nuevo Ingrediente en Productos de Panadería**. Alimentaria, Lugo, v. 420, p. 73-77, 2011.

RAMOS, Susana Cristina Ferreira. **Avaliação das propriedades gelificantes da farinha de chia (*Salvia hispanica* L.): desenvolvimento de novas aplicações culinárias**. 2013. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Gastronômicas, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.

RAUD, Cécile. **Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da Danone e da Nestlé no mercado brasileiro de iogurtes**. Revista de Sociologia e Política, [s.l.], v. 16, n. 31, p.85-100, nov. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-44782008000200008>.

Sabarense CM, Mancini-Filho J. **Efeito da gordura vegetal parcialmente hidrogenada sobre a incorporação de ácidos graxos trans em tecidos de ratos**. Rev Nut. 2003 Oct-Dec;16(4):22-38. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S141552732003000400003>

SANTANA, Inês Aparecida. **Avaliação química e funcional de polpa de coco verde e aplicação em gelato comestível**. 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Engenharia de Mauá, São Caetano do Sul, 2012.

TORTOLA, D. de Araújo. **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE DE COCO INDUSTRIALIZADO, DOS TIPOS INTEGRAL E LIGHT, COMERCIALIZADO EM BELÉM-PA E SUA DISCRIMINAÇÃO VIA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 54., 2014, Natal. **Trabalho.** Natal: Abq - Associação Brasileira de Química, 2014. p. 1-1.

VILELA, Paulo Márcio Faria et al. **PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA CHIA NO SUL DE MINAS GERAIS.** Tecnologia Educacional, Poço de Caldas, v. 13, n. 1, p.68-79, set. 2017.

CAPÍTULO 27

PROCESSAMENTO DE TOMATE SECO

Data de aceite: 01/02/2021

José Ranieri Mazile Vidal Bezerra

Professor Associado C, do Departamento de Engenharia de Alimentos, DEALI, Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, LAPIA, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO
Guarapuava, Paraná, Brasil

RESUMO: De acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, a Tecnologia de Alimentos se preocupa com a aplicação de métodos e técnicas para o preparo, armazenamento, processamento, controle, embalagem, distribuição e utilização dos alimentos. Pode-se dizer, também, que é o estudo da aplicação da Ciência e da Engenharia na produção, processamento, embalagem, distribuição e utilização dos alimentos. A Tecnologia de Alimentos contempla a sequência de operações, desde a seleção da matéria prima até o processamento, preservação e distribuição. O desperdício de alimentos começa na colheita, com a má regulação das máquinas, equipamentos obsoletos e falta de treinamento dos operadores. As perdas continuam durante o transporte aos armazéns, normalmente feito em caminhões inadequados, que trafegam por estradas em péssimo estado de conservação. Nos armazéns, a falta de tratamentos preventivos multiplicam as pragas, aumentando o desperdício. Muitos alimentos passam pelo processo de secagem, por necessidade de conservação, ou para adquirirem sabores refinados, como é o caso

de tomate seco, comercializado por altos preços no mercado. A secagem é uma operação muito utilizada, desempenhando importante papel em praticamente todos os setores da indústria de consumo, sendo, muitas vezes, a etapa final de uma série de operações unitárias. Além disso, a secagem visa a conservação do material (alimentos, por exemplo), o armazenamento por um longo período de tempo, a redução dos custos de transporte, a facilidade no manuseio, etc.

PALAVRAS-CHAVE: Processamento; Tomate; Desidratadas.

ABSTRACT: According to the Brazilian Society of Food Science and Technology, Food Technology is concerned with the application of methods and technique for the preparation, storage, processing, control, packaging, distribution and use of food. It can also be said that it is the study of the application of Science and Engineering in the production, processing, packaging, distribution and use of food. Food Technology contemplates the sequence of operations, from the selection of raw materials to processing, preservation and distribution. Food waste starts at harvest, with poor regulation of machinery, obsolete equipment and lack of training for operators. Losses continue during transport to warehouses, usually done on unsuitable trucks, which travel on roads in a poor state of repair. In warehouses, the lack of preventive treatments multiplies the pests, increasing waste. Many foods go through the drying process, for preservation needs, or to acquire refined flavors, such as dried tomatoes, sold at high prices in the market. Drying is

a widely used operation, playing an important role in almost all sectors of the consumer industry, and is often the final step in a series of unit operations. Among others, drying aims at the conservation of the material (food, for example), storage for a long period of time, the reduction of transportation costs; facilitate further handling, etc.

KEYWORDS: Processing; Tomato; Dehydrated.

1 | INTRODUÇÃO

O desperdício de alimentos começa na colheita, com a falta de treinamento dos colhedores, e continua no transporte, no armazenamento e na embalagem dos produtos, que muitas vezes não têm padrão de comercialização. Para evitar esse desperdício, são necessários investimentos para superar problemas estruturais. Visando o aproveitamento de produtos de origem vegetal, muitos processos têm sido objeto de estudo, como a desidratação de tomates (tomate seco) e o *ketchup*, entre outros. O tomate é a hortaliça mais processada no mundo, e, historicamente, apesar de ser originária das Américas, logo alcançou o Velho Mundo.

Segundo Meloni (2008), um tomate seco de boa qualidade começa com uma matéria-prima de boa qualidade e, para que isso aconteça, é fundamental que os cuidados comecem na colheita. É preciso que os tomates sejam colhidos no ponto de maturação adequado e acondicionados em caixas apropriadas para um transporte seguro do campo até a fábrica.

O consumo de tomate tem crescido significativamente nos últimos anos, principalmente porque o tomate contém uma substância bioativa, de alegação de saúde, o licopeno. Esse carotenoide de cor vermelha, que tem o tomate como sua principal fonte, foi destacado, recentemente, como uma potente vitamina antioxidante, de proteção ao organismo humano, contra alguns dos danos produzidos pelos radicais livres e associados com a incidência de certos tipos de câncer, particularmente o de próstata (TOLONEN, 1995; FETT, 2000). O tomate seco, por sua vez, além de apresentar maior período de conservação, tornou-se uma alternativa para minimizar as perdas do comércio in natura, bem como permite o aproveitamento dos produtos que não desclassificados para esse mercado.

A desidratação, que consiste no processo de transferência de calor e massa, resulta na remoção da umidade, contida no interior do produto, por meio de evaporação, e, portanto, na redução da atividade de água, o que, por conseguinte, prolonga a vida útil dos alimentos.

Em secador, contendo bandeja de superfície contínua e circulação de ar, o calor é transferido, a partir do equipamento, para o produto, pelo mecanismo de convecção (ar quente) e condução (superfície aquecida). Quando o alimento úmido é aquecido, a água que ele contém passa ao estado de vapor, é arrastada pelo ar em movimento, e o gradiente de pressão de vapor gerado entre o ar e o alimento proporciona uma força impulsora que

permite a eliminação de mais água a partir do alimento. Com a intensificação da secagem, a água migra à superfície do alimento, em velocidade menor, se comparada com àquela da água que evapora a partir dela. É nessa fase, caracterizada também pelo ressecamento na superfície do alimento e aumento de sua temperatura, que ocorre significativa redução na qualidade do produto alimentício. Os defeitos mais comuns dos alimentos desidratados são, dessa maneira, a dureza excessiva, a dificuldade de reidratação, bem como a degradação da cor, aroma e sabor (FELLOWS, 1994).

2 | PROCESSAMENTO DE TOMATE SECO EM CONSERVA

2.1 Recepção

Os tomates devem chegar na plataforma de recepção da indústria em caixas padronizadas, a fim de facilitar sua pesagem (Figura 1). Deve-se anotar, em formulário próprio, o peso da matéria-prima recebida, para que, ao final do processo, possa-se efetuar os cálculos do rendimento.



Figura 1 – Tomates em caixas.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.

2.2 Lavagem

A lavagem tem como objetivo descontaminar os alimentos, reduzindo, em níveis seguros, a presença de microrganismos. Portanto, trata-se de uma etapa fundamental para se obter um produto final de boa qualidade, conforme mostra a Figura 2.

O agente sanitizante mais utilizado na indústria é o cloro, na forma líquida, de

hipoclorito de sódio (NaOCL). Na primeira lavagem, a concentração de cloro ideal é de 80 mg/L e o tempo de imersão é de 20 minutos (MELONI, 2008). Na segunda lavagem, a concentração de cloro ideal é de 50 mg/L e o tempo de imersão é de 10 minutos. No terceiro estágio, a lavagem é feita sem a adição de cloro, entretanto, é preciso ter certeza sobre a potabilidade da água utilizada.



Figura 2 – Tomates no tanque de lavagem por imersão.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.

2.3 Corte e Retirada das Sementes

Os tomates destinados ao preparo em conserva devem ser cortados ao meio e no sentido longitudinal. Antes do corte, recomenda-se retirar o miolo do tomate com um extrator (Figura 3). O corte é realizado manualmente, com o auxílio de facas de aço inoxidável (Figura 4).



Figura 3 – Retirada do miolo do tomate com extrator.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.



Figura 4 – Corte do tomate no sentido longitudinal.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.

Os tomates que apresentarem defeitos na pele devem ser trabalhados de tal forma que essas partes sejam retiradas, para não comprometerem a qualidade final do produto (Figura 5).



Figura 5 – Retirada de defeitos do tomate.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.

2.4 Salmoura

O teor residual de sal nos tomates deve ser definido em função dos produtos já existentes no mercado ou de acordo com as exigências de um cliente específico. A salmoura sugerida pode ser de 5%, ou seja, para cada litro de água serão adicionadas 50 gramas de sal. Depois de misturada a solução, coloca-se os tomates imersos na salmoura por, no mínimo, 40 a 50 minutos, conforme mostra a Figura 6.

Outra forma de fazer um pré-tratamento é a utilização de açúcar, com o sal, o que proporcionará sabor e aparência melhores.

A desidratação osmótica de alimentos consiste na remoção parcial de água, pela pressão ocasionada, quando se coloca o produto em contato com uma solução hipertônica de solutos (açúcar ou sal), diminuindo, assim, a atividade de água e aumentando a sua estabilidade, em combinação com outros fatores, como o controle de pH e a adição de antimicrobianos, entre outros (POKHARKAR et al., 1997).

Devido à diferença de concentração entre o agente osmótico (açúcar ou sal) e o tomate, são criados dois fluxos simultâneos em contra corrente, através das paredes celulares: um da água que sai do tomate para a solução – o mais importante do ponto de vista da desidratação – e outro do soluto (sal ou açúcar) da solução para o tomate (LENART e FLINK, 1984; TORREGIANI, 1993).



Figura 6 – Tomates em imersão na salmoura.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.

2.5 Desidratação

A secagem dos tomates é realizada, normalmente, por secadores de bandejas, com circulação de ar aquecido. Nessa etapa, os tomates retirados da salmoura são igualmente distribuídos sobre as bandejas (Figura 7).

O secador deve ser ajustado para que o ar de secagem circule na temperatura de 60-65°C, sendo importante que as bandejas sejam giradas, a cada 4 horas, para que se reduza o tempo de secagem e obtenha-se um produto com teor de umidade final uniforme (Figura 8). O tempo de secagem pode variar de 14 a 16 horas, de acordo com as condições de processo.



Figura 7 – Distribuição dos tomates na bandeja.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.



Figura 8 – Distribuição dos tomates no desidratador de cabine.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.

É preciso destacar que as metades de tomates não secam ao mesmo tempo, em função de alguns fatores, como: ponto de maturação, espessura da polpa, tamanho da cada metade e a distribuição de ar dentro do desidratador. A Figura 9 apresenta as características

de tomates que atingiram a umidade final desejada para o preparo da conserva.



Figura 9 – Tomates com teor de umidade final desejada.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.

2.6 Característica do Tomate Seco

Tomates adequadamente secos têm coloração vermelho-escuro, mostrando-se secos e “borrachentos”, sem serem duros e quebradiços. Quando tocados, no centro, a polpa não deve grudar no dedo, conforme mostra a Figura 10.



Figura 10 – Tomate seco.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.

2.7 Preparo do Tempero

O tipo do tempero (condimento) a ser utilizado depende do custo final e das exigências do mercado, portanto, uma pesquisa de mercado pode ser interessante na

tomada da decisão (Tabela 1).

Condimento	Peso (g)
Orégano	2
Manjerona	2
Manjeriçao	2
Alecrim	0,5
Pimenta do reino em grão (escura)	1,5
Pimenta do reino em grão (branca)	1,5
Alho desidratado em flocos	18

Tabela 1 – Condimentos para cada 1000ml de óleo.

Fonte: Autor

2.8 Envase

O envase dos tomates secos deve ser feito o mais rápido possível depois de concluída a desidratação. O acondicionamento dos tomates secos é feito em potes de vidros ou em recipientes de plástico (Figuras 11 e 12).



Figura 11 – Potes de vidros.

Fonte: Autor – Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, UNICENTRO.



Figura 12 – Recipiente de plástico.

2.9 Esterilização dos Vidros e Tampas

A esterilização dos vidros e tampas para a envase deve ser feita conforme os seguintes passos:

- Lave os vidros com água e detergente neutro.
- Pegue uma panela com água, coloque todos os vidros e tampas lavados, de boca para baixo, e deixe ferver com água em ebulição, por 10 minutos.
- Retire os vidros e as tampas e coloque-os de boca para baixo sobre a bancada.
- Coloque um pouco de óleo dentro do vidro.
- Pese, em outro recipiente, em torno de 150 g de tomate seco temperado com os condimentos.
- Acomode os tomates dentro do vidro, com auxílio de uma colher.
- Feche os vidros.

2.10 Tratamento Térmico do Produto

O tratamento térmico do produto deve seguir as seguintes etapas:

- Coloque os vidros num recipiente com água em ebulição, por 20 minutos.
- Retire a água quente e, lentamente, adicione água fria até atingir à temperatura ambiente.
- Limpe e rotule.

2.11 Estocagem

Os produtos devem permanecer estocados até a comercialização e em ambiente

que tenha espaço suficiente para uma organização dos lotes, de maneira que os mais antigos saiam sempre antes dos mais novos. O setor de estocagem deve ser ventilado e protegido da entrada de pássaros, insetos e roedores.

3 I PRÁTICA – ELABORAÇÃO DE TOMATE SECO

Antes de iniciar o preparo da matéria-prima, deve-se elaborar a salmoura para proceder a desidratação osmótica. Deve-se higienizar os frascos de vidro em hipoclorito 200 ppm, por 30 minutos, enxaguá-los em hipoclorito 20 ppm e escorrê-los. As tampas devem ser higienizadas em álcool 70%.

3.1 Salmoura

Pode-se, por exemplo, preparar 30 litros de salmoura, a 30%, sendo 25% de NaCl e 75% de açúcar, e seguir o fluxograma de processamento, abaixo.

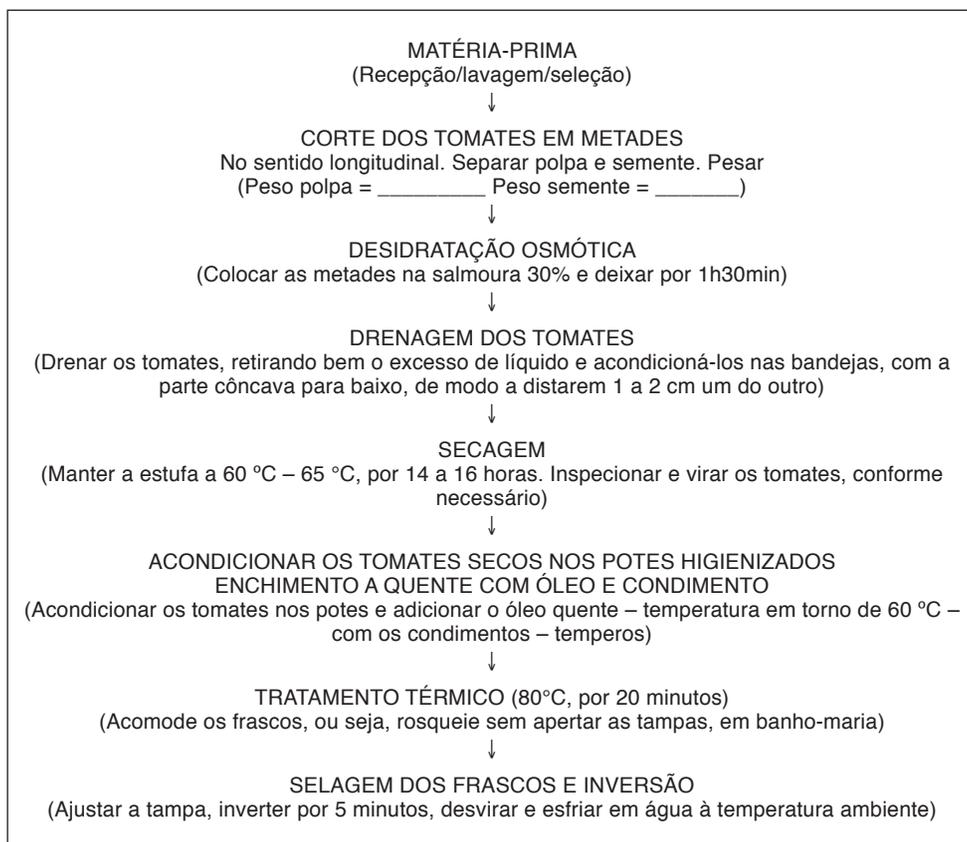


Figura 13 – Fluxograma de produção de tomate seco em conserva.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA da SILVA, C. A.; FERNANDES, A. R. **Projetos de empreendimentos agroindustriais: produtos de origem vegetal**, vol. 2, Viçosa-MG: Ed. UFV, 2005. 459p.
- CAMARGO, G. A. **Secagem de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) para conserva: estudo de parâmetros com base na qualidade final**. Campinas, UNICAMP. (Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola). 74 p, 2000.
- CAMARGO, G. A. **Processo produtivo de tomate seco: Novas tecnologias (Manual Técnico)**, Departamento de Tecnologia de Alimentos-FEA/UNICAMP. Campinas. 8P, 2003.
- CORRÊA, J. L. G. et. al. **Desidratação osmótica de tomate seguida de secagem**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 10, n.1, p. 35-42, 2008.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo. 2ª ed. Editora Atheneu, 1992.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**; Tradução Florencia Cladera Oliveira et al.-2 ed. Porto Alegre/RS: Artmed, 2006. 602p.
- FETT, C. Vitaminas, minerais, proteínas, aminoácidos, gorduras, carboidratos e suas indicações. In: **Ciência da suplementação alimentar**. Rio de Janeiro: Ed. Sprint, 2000. cap. 3, p. 53-145.
- GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo. Livraria Nobel S.A., 1997.
- GOULD, WILBUR, A. **Tomato Production**, Prossecing and Quality Evaluation. 1974.
- LENART, A.; FLINK, J.M. **Osmotic concentration of potato. II. Spatial distribution of the osmotic effect**. Journal Food Technology, Chicago v.19, p.65-89, 1984.
- LOVATEL, J. L. **Processamento de frutas e hortaliças**, Caxias do Sul, RS: Educus, 2004. 189p.
- MELONI, P. L. S & STRINGHETA, P. C; **Produção de tomate seco em conservas e shiitake desidratado**. Viçosa-MG, CPT, 2008. 200p.
- MINANI, K., FONSECA, H. **Tomate – Produção, Pré-Processamento e Transformação Agroindustrial**. Série Extensão Agroindustrial, nº 8.
- MUNHOZ, L. Cláudia. et al. Caracterização e Aceitabilidade do Tomate Seco. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, UTFPR, Ponta Grossa; Paraná. n. 01, p. 252 a 262, 2011.
- NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C.; CORNEJO, F. P. **Manual para a Produção em Pequena Escala de Conserva de Tomate Desidratado**. EMBRAPA, Rio de Janeiro, Outubro, 2003.
- OETTERER, M; **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006. 612p.
- ORDÓÑEZ et al. **Tecnologia de Alimentos**. Volume 1. Componentes dos Alimentos e Processos, Arimed, 2005, 294p.

POKHARKAR, S. M.; PRASAD, S.; DAS, H. A. **Model for osmotic concentration of bananas slices.** Journal Food Science and Technology, Mysore, v. 34, n. 3, p. 230-232, 1997.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia de alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 2000.

TOLONEN, M. Vitaminas. In: Vitaminas y minerales en la salud y la nutrición. Traduzido por: PÉREZ, B.S. Zaragoza: Ed. Acribia, 1995. cap. 4, p. 125-185.

TORREGGIANI, D. **Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing.** Food Research International, Oxford, v. 26, p. 59-68, 1993.

PROCESSO CERVEJEIRO E SUAS RELAÇÕES COM A CONTAMINAÇÃO POR MICOTOXINAS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 04/01/2021

Jaqueline Garda Buffon

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/6618114310934575>
<https://orcid.org/0000-0002-7699-6217>

Rafael Diaz Remedi

Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/1912840070016012>

Francine Kerstner de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/0448130162019919>

RESUMO: As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por diferentes espécies fúngicas que podem estar presentes em matérias-primas e alimentos, tal como a cerveja, devido ao uso de insumos contaminados. Dentre as principais micotoxinas associadas a cerveja e seus insumos, tem-se os tricotecenos, com destaque ao DON, 15-ADON, 3-ADON e NIV. Durante o processo cervejeiro, várias operações como moagem, mostura, filtração, fervura e fermentação podem alterar os níveis de micotoxinas, no entanto, o processamento pode não ser suficiente para reduzir a concentração destes contaminantes à níveis considerados seguros. Diante do exposto, informações relacionadas à micotoxinas e o processo

cervejeiro podem auxiliar o setor produtivo a reduzirem perdas econômicas principalmente associadas descarte de insumos ou bebida.

PALAVRAS-CHAVE: Cerveja. Fermentação alcoólica. Tricotecenos. Descontaminação.

BREWING PROCESS AND ITS RELATIONSHIPS WITH MYCOTOXIN CONTAMINATION

ABSTRACT: Mycotoxins are secondary metabolites produced by different fungal species that can be present in raw materials and foods, such as beer, due to the use of contaminated inputs. Among the main mycotoxins associated with beer and its inputs, there are trichothecenes, with emphasis on DON, 15-ADON, 3-ADON, and NIV. During the brewing process, various operations such as milling, mashing, filtration, boiling, and fermentation can alter the mycotoxins levels, however, the processing may not be sufficient to reduce the concentration of these contaminants to levels considered safe. Given the above, information related to mycotoxins and the brewing process can help the productive sector to reduce economic losses, mainly associated with the disposal of inputs or beverages.

KEYWORDS: Beer. Alcoholic fermentation. Trichothecenes. Decontamination.

1 | INTRODUÇÃO

As micotoxinas são produzidas pelo metabolismo secundário de fungos principalmente por algumas espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*.

Dentre as micotoxinas destacam-se as aflatoxinas (AFLA), fumosinas (FBS), ocratoxina A (OTA), patulina (PAT) e a classe dos tricotecenos (BENNETT; KLICH, 2003). As micotoxinas da classe dos tricotecenos, com destaque para o deoxivalenol (DON), 3-acetil-deoxivalenol (3-ADON), 15-acetil-deoxivalenol (15-ADON), nivalenol (NIV) e toxina T-2 (T-2) por sua toxicidade, podem inibir o crescimento de plantas (BRUINS et al., 1993; MCLEAN, 1996) e quando ingeridos causar vômitos (ROTTER, 1996), inibição de síntese proteica (WEAVER et al., 1978), apoptose celular (YANG et al., 2000), entre outras complicações (ROCHA; ANSARI; DOOHAN, 2005).

Uma vez que essas micotoxinas são produzidas, elas são de difícil remoção, visto que são estáveis sob condições usuais empregadas na conservação ou processamento de alimentos. Além disso, a presença de micotoxinas causam perdas na qualidade de grãos e efeitos tóxicos à saúde humana e animal (MEERDINK, 2002). Há estudos que visam prevenir ou reduzir a contaminação fúngica e/ou de micotoxinas (KUPSKI; QUEIROZ; BADIALE-FURLONG 2018; HATHOUT, ALY 2014).

A presença de micotoxinas pode interferir em diversos processos alimentícios, principalmente aqueles em que organismos como bactérias e leveduras são utilizados. Dentre estes, a produção de cerveja se destaca pela grande variedade de matrizes alimentares empregadas na sua produção, como também seu elevado consumo (50,5 litros/ano pessoa) (CERVBRASIL, 2020).

Entende-se por cerveja a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (Lei Federal nº 8.918/94, regulamentada pelo Decreto 2.314/97). O malte de cevada é o cereal mais utilizado mundialmente para produção dessa bebida, entretanto outros cereais maltados como trigo, arroz, milho e aveia podem substituir parte do malte de cevada utilizado para produção de cerveja (VENTURINI FILHO, 2010).

Assim, vários autores estudaram o efeito das micotoxinas em processos fermentativos conforme descrito Kłowski; Mikulski (2010) e Boeira et al. (2021). Autores como Garda et al. (2005), Inoue et al. (2013) e Hathout e Aly (2014) avaliaram a degradação e destino de diversas micotoxinas durante as etapas de mosturação, filtração, fervura e fermentação obtendo resultados positivos na redução da concentração destes contaminantes. Diante do exposto, informações relacionadas à micotoxinas e o processo cervejeiro podem auxiliar o setor produtivo a reduzir perdas econômicas associadas a esses contaminantes.

2 | PROCESSO CERVEJEIRO

A cerveja é uma das bebidas mais consumidas no mundo (WHO, 2018). De acordo com a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de cerveja, com produção estimada de 14,1 bilhões de litros por ano, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos (CERVBRASIL, 2020). Em 2020, o consumo

nacional médio anual *per capita* de 50,5 L, gerando uma receita de R\$ 233.688,00 milhões, resultante de um gasto médio, por pessoa, de R\$ 1.100,00 (STATISTA, 2020), representando assim 1,6% do Produto Interno Bruto (PIB), gerando 2,7 milhões de empregos e R\$ 21 bilhões em impostos/ano (CERVBRASIL, 2020).

A cerveja é obtida a partir de um processo iniciando pela moagem da cevada maltada e o substrato obtido é colocado em infusão. Nessa etapa, diversas enzimas atuam nos grãos liberando açúcares e proteínas para o meio líquido. Em seguida, o meio é filtrado, fervido com lúpulo e resfriado para etapa de fermentação. Após a fermentação é realizada a etapa de maturação onde a levedura é separada do líquido, a cerveja passa por alguns processos de acabamento e está apta para o consumo (PRIEST; STEWART, 2006).

A fabricação de cerveja requer água de boa qualidade, cevada maltada, cereais não maltados e fermentescíveis, também denominados adjuntos, e o lúpulo (*Humulus lupulus*) responsável pelo amargor característico da cerveja (PAPAZIAN, 2003). A levedura é fundamental para a produção da cerveja e influência de forma marcante no produto final (BERNER; JACOBSEN; ARNEBORG, 2013).

A maltagem é a primeira etapa necessária para produção da cerveja, nela ocorre a transformação dos grãos de cevada em malte e tem como objetivo ativar e produzir as enzimas que estarão ativas na etapa de mosturação. O processo de maltagem pode ser subdividido em três etapas: maceração onde há aumento da umidade dos grãos; germinação onde ocorre o desenvolvimento embrionário, bem como transformações bioquímicas, ativação e produção de enzimas e a secagem, etapa que confere estabilidade e determinará o tipo de malte produzido (AQUARONE et al., 2001).

Pela grande variedade de paladar dos consumidores, além do custo benefício para a indústria cervejeira, o malte de cevada, de base ou especiais, geralmente é substituído em parte por outro cereal, sendo eles maltados ou não. No Brasil, a prática de substituir parte da cevada por milho ou arroz já é comumente utilizada por cervejarias, sendo essa troca responsável por diminuir os custos da matéria-prima e pela característica de leveza da cerveja brasileira (D'AVILA et al., 2012; VARNAM; SUTHERLAND, 1997).

Há um conjunto de operações responsáveis pela elaboração do mosto cervejeiro. No processo, o amido e as proteínas contidos no malte são solubilizados e degradados gerando o mosto. As principais operações realizadas no processo são moagem, mostura, filtração, fervura, separação do trub e resfriamento do mosto (PRIEST; STEWART, 2006).

A moagem do malte tem como objetivo quebrar os grãos e expor o amido, proteínas e aminoácidos contidos no seu interior, e para esse fim geralmente são utilizados moinhos de rolo ou martelo (LEWIS; YOUNG, 1995). Contudo, tamanhos de partículas muito pequenos podem ter um impacto negativo ao diminuir os rendimentos de filtração aumentando a turbidez do mosto (KUNZE, 2006).

A operação seguinte é a mosturação onde os grãos maltados e moídos são embebidos em água e submetidos a diferentes temperaturas por períodos de tempos determinados.

Nesta etapa diferentes enzimas como amilases e proteases são ativadas, sendo elas responsáveis por hidrolisar o amido e as proteínas em açúcares fermentescíveis, dextrinas, peptídeos e aminoácidos. Como resultado, obtém-se uma solução adocicada, denominada mosto, que ainda contém o bagaço do malte (TSE et al., 2003).

Nesta etapa são definidas muitas das qualidades sensoriais, químicas e físicas da cerveja. Como relatado por Priest e Stewart (2006) e Barth (2013), maiores períodos na faixa de temperatura da α -amilase proporcionam concentrações mais elevadas de açúcares não fermentescíveis (dextrinas), e conseqüentemente um produto mais encorpado. Já maiores intervalos na faixa de temperatura das β -amilase proporcionam ao mosto concentrações maiores de maltose, carboidrato fermentescível, sendo assim, o percentual alcoólico da cerveja será maior e esta apresentará maior leveza.

As enzimas amilolíticas são consideradas as mais importantes durante essa etapa de mosturação, entretanto há atuação de outras como proteases, celulasas e β -glucanasas. As amilases atuam sobre o amido e demais polissacarídeos hidrolisando as ligações glicosídicas α -1,4 e α -1,6. Elas podem ser divididas em vários tipos, dentre elas endo-amilases, exo-amilases e amilases maltogênicas de ambas as especificidades (JANEČEK, 2009).

As α -amilases (EC 3.2.1.1) são consideradas endoglicosidades que hidrolisam as ligações α -1,4 presentes na amilose e amilopectina de forma aleatória, resultando em uma mistura de diversas moléculas lineares e ramificadas. Em contraste, as β -amilases (EC 3.2.1.2) são exo-enzimas que hidrolisam exclusivamente ligações glicosídicas α -1,4 do amido, a partir da extremidade não redutora, liberando unidades de maltose, dissacarídeo redutor (KOBBLITZ, 2013). Estas enzimas atuam de maneira coordenada, enquanto a α -amilases proporciona novas extremidade redutoras, a β -amilases atacam a nova extremidade não redutora.

Existem vários estudos na literatura que relataram a importância dessas enzimas, dentre eles Evans et al. (2003 e 2010) que elaboraram uma forma mais simples de previsão de fermentabilidade de malte pela medida da atividade das enzimas envolvidas no processo de mosturação. Além disso, os autores evidenciam o efeito da termo-estabilidade da α e β amilase, como também o limite da dextrinase durante a etapa de mosturação.

As proteases (EC 3.4) pertencem ao grupo das hidrolases, elas catalisam ligações peptídicas das proteínas e também podem apresentar atividade sobre éster e amidas (KOBBLITZ, 2013). Durante a mosturação, as proteases agem degradando as proteínas em aminoácidos e peptídeos pequenos para fornecer nutrientes suficientes para que as leveduras sejam cultivadas, mas uma degradação completa não é desejável, pois as proteínas contribuem para a capacidade de formação de espuma entre outras qualidades sensoriais desejadas (JONES, 2005). Lei et al. (2013) ressaltaram a importância que a protease apresenta no processo cervejeiro. Os autores mostraram que dependendo dos aminoácidos e peptídeos liberados durante a etapa de mosturação há alterações no tempo

e perfil de álcoois da fermentação.

A filtração tem como objetivo remover sólidos insolúveis do mosto líquido e dar as características mais translúcida à cerveja. Atualmente dois tipos de filtração são mais utilizados, filtros de placa e tinas de clarificação. Essa última possui uma espécie de peneira conhecida por fundo falso, sendo ela a responsável por sustentar o verdadeiro elemento filtrante (cascas do malte). No processo de filtração, geralmente ocorre reciclo do meio líquido, a fim de extrair uma maior parcela de açúcares como também obter um mosto mais límpido (FONSECA; TEIXEIRA, 2007; VENTURINI FILHO, 2010).

A próxima etapa do processamento cervejeiro, a fervura, tem por objetivo conferir estabilidade biológica, bioquímica e coloidal ao mosto. Micro-organismos e enzimas presentes são inativados devido à alta temperatura. Os taninos e proteínas são coagulados (trub) e separados. Nessa etapa é adicionado o lúpulo, o responsável pelo amargor e aroma da cerveja. Além disso, ocorre o desenvolvimento da cor, aroma e sabor devido a caramelização do açúcar e reações com os aminoácidos presentes no mosto. Posteriormente a etapa de fervura, o mosto deve ser resfriado até a temperatura de inoculação da levedura, em geral são utilizados trocadores de calor para esse fim e esta é a última etapa de brassagem (AQUARONE et al., 2001; BRIGGS et al., 2004).

Como próxima etapa tem-se a inoculação da cultura da levedura, a qual é responsável pela fermentação do mosto. Esta etapa consiste basicamente nas transformações dos açúcares em dióxido de carbono (CO_2), etanol e outros produtos do metabolismo da levedura. Na primeira etapa da fermentação como há elevados níveis de açúcares fermentescíveis e oxigênio, ocorre a respiração celular tendo como objetivo a multiplicação das células, quando os níveis de oxigênio diminuem inicia-se a fase anaeróbia, onde há a produção de etanol e CO_2 (PRIEST; STEWART, 2006).

A maturação é a última etapa do processo antes do acabamento final da cerveja (filtração, carbonatação e envase). Também denominada segunda fermentação, essa etapa tem por objetivo iniciar a clarificação da bebida por decantação, diminuir os teores de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico que dão a cerveja gosto desagradável, além de promover a estabilização química da bebida (AQUARONE et al., 2001).

A partir do conhecimento de cada etapa de operação e tendo em vista à importância econômica desse segmento no mercado, é de interesse reduzir as perdas econômicas estando entre estas à contaminação por micotoxinas ocorrente tanto nos cereais malteados (CASTAÑARES et al., 2020; LANCOVA, et al. 2008; PIACENTINI et al. 2019) utilizados no processo cervejeiro, como também na bebida (ADEKOYA et al., 2018; CAMPONE et al., 2020; RAUSCH; BROCKMEYER; SCHWERDTLE, 2021).

2.1 Micotoxinas

Diversas espécies de fungos quando expostos a condições de estresse, produzem, como mecanismo de defesa, metabólitos secundários de baixa massa molar, os quais

podem causar diversas reações em animais e vegetais, e esses metabólitos são conhecidos como micotoxinas. Dentre os fungos produtores de micotoxina pode-se destacar os *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* (BENNETT; KLICH, 2003; MARIN et al., 2013). O risco devido a ingestão de alimentos contaminados por micotoxinas vem sendo relatado desde a década de 1940, onde no Japão ocorreu uma epidemia chamada doença do arroz amarelo, a doença foi atribuída à citreoviridina, micotoxina cardiotóxica produzida por fungos do gênero *Penicillium* (FAO, 1993).

As contaminações de alimentos por fungos toxigênicos pode ocorrer em diversas etapas do processamento de alimentos, na pré-colheita devido a condições climáticas como secas, por intempéries causado danos mecânicos, presença de pragas e insetos, deficiência de nutrientes no solo que também resultam em perda de vigor da planta, predispondo-a a colonização de fungos toxigênicos. Na pós-colheita e no armazenamento, a contaminação fúngica e a produção de micotoxinas são resultados da interação entre umidade, temperatura, substrato, concentração de oxigênio e dióxido de carbono, presença de insetos e fungos entre outros fatores, além disso, durante o armazenamento e o transporte, grãos contaminados entram em contato com os outros, favorecendo assim a disseminação de fungos e conseqüentemente a produção de micotoxinas (RICHARD, 2007; SANTI; DIAZ, 2005)

Dentre as micotoxinas mais comumente detectadas em grãos de cereais estão as aflatoxinas (AFLA), ocratoxina A (OTA), fumonisinas (FBS), zearalenona (ZEA) e os tricotecenos (FOROUD; EUDES, 2009; MEERDINK, 2002). As propriedades químicas e biológicas dessas classes de micotoxinas são diferentes e os seus efeitos tóxicos são extremamente variáveis, dentre eles pode-se citar efeito hepatotóxico, nefrotóxico, carcinogênicos, teratogênicos e imunotoxicidade (BENNETT; KLICH, 2003; SPEIJERS; SPEIJERS, 2004).

As micotoxinas podem ser agrupadas de acordo com o fungo produtor ou sua estrutura molecular, dentre as micotoxinas destaca-se a classe dos tricotecenos, que são produzidas por fungos do gênero *Fusarium*, *Myrothecium*, *Cephalosporium* e *Trichothecium*. Os tricotecenos apresentam baixa massa molar (200 a 500 Da), possuem em comum um grupamento epóxido nas posições 12 e 13 da estrutura molecular e uma ligação dupla entre os carbonos 9 e 10 (PESTKA, 2007).

Os tricotecenos podem ser divididos em quatro grupos (tipos A, B, C e D), sendo que, os grupos A e B apresentam maior destaque na literatura pois são identificados com maior frequência. Sua diferença está no grupo funcional presente no carbono C-8, os tricotecenos do Tipo A se caracterizam pela presença de um grupo funcional que não seja uma carbonila, nesse grupo está a toxina T-2; os do Tipo B apresenta carbonila na posição C-8, sendo o DON e o NIV integrantes desse grupo (PESTKA, 2007; KOCH, 2004). Os tipos C e D incluem tricotecenos de menor relevância (MARIN et al., 2013).

Dentre as matérias-primas que podem estar contaminadas com tricotecenos estão a

cevada (LANCOVA et al., 2008; PIACENTINI et al., 2019), milho (TARAZONA et al., 2020) e trigo (XU; HAN; LI, 2019). Dentre os insumos citados, a cevada se destaca, por ser a principal matéria-prima utilizada para produção de cerveja. Além do conteúdo inicial de micotoxina presente nos grãos, os níveis de micotoxinas podem ser incrementados durante o processo de malteação, visto que o grão é exposto a condições de umidade e temperatura propícia para o crescimento de fungos e consequente produção de micotoxinas (LAITILA, 2015). Segundo Ibáñez-Vea et al. (2012), em estudo realizado na Espanha, os tricotecenos do Tipo A e Tipo B geralmente apresentam co-ocorrência em malte. Os autores relataram que 77% das amostras estavam contaminadas com duas ou mais micotoxinas.

A ocorrência de tricotecenos em maltes produzidos no Brasil foi realizado por Piacentini et al. (2015). Os autores observaram a presença diversas espécies fúngicas produtoras de micotoxinas em amostras nacionais de malte, com destaque para o *Fusarium graminearum* que estava presente em 26% das amostras. Além disso, das 16 amostras, a presença das micotoxinas DON, FB₁ e FB₂ foram detectadas em 9, 5 e 1 amostras de maltes, respectivamente.

Devido principalmente a baixa massa molar e elevada estabilidade desses compostos (BENNETT; KLICH, 2003), as micotoxinas podem ser transferidas das matérias-primas contaminadas para produtos processados (MASTANJEVIĆ et al., 2018), tal como a cerveja. A ocorrência de micotoxinas em cervejas é relatada por Bertuzzi et al. (2011). Os autores verificaram a ocorrência de diversas micotoxinas em cervejas comercializadas em diferentes países da Europa. No total, 106 amostras foram analisadas, sendo 72 e 70 amostras contaminadas por OTA e DON, respectivamente. Além disso, os autores relataram que de 33 cervejas obtidas com adjunto de milho, 32 apresentaram contaminação com FB₁ e 19 com FB₂. Piacentini et al. (2015) e Piacentini et al. (2019) pesquisaram a ocorrência de micotoxinas em amostras artesanais e industriais de cervejas brasileiras, os autores relataram ocorrência DON e FB₁ em 32 e 15,1% das amostras artesanais, respectivamente, já nas amostras industriais os autores detectaram a micotoxina FB₁ em aproximadamente 50% das cervejas analisadas (56 de 114 amostras).

2.1.1 Efeitos de micotoxinas em etapas do processamento cervejeiro

Segundo Kłosowski e Mikulski (2010), características diferenciadas foram observadas quando malte contaminado com AFLA, OTA, ZEA, FB₁ e DON foi utilizado na fermentação alcoólica. Dentre elas, identificou-se a maior produção de acetaldeído e de metil-álcoois, além do decréscimo na concentração de ésteres, evidenciando que a contaminação gera um distúrbio metabólico nas células da levedura que pode afetar as características do produto final.

Boeira et al. (2021) demonstraram que o perfil de alcoóis no final da fermentação em mosto cervejeiro foi alterado quando na presença de DON e NIV, entretanto os níveis

das micotoxinas foram reduzidos ao final da fermentação. Além disso, os autores relataram modificações no perfil proteico da levedura *S. cerevisiae*, como também maior aporte de substrato pela célula durante a fermentação em meio sintético YPD quando havia contaminação com NIV.

Inoue et al. (2013) avaliaram a redução da contaminação de 14 micotoxinas diferentes presentes em malte de cevada durante as diferentes etapas do processo cervejeiro (maceração, filtração, fervura e fermentação). Os autores obtiveram reduções aproximadas de 80% nos níveis de AFLA, OTA, PAT e ZEA, sendo o destino principal dessas micotoxinas a adsorção no bagaço, utilizado na etapa de filtração. No entanto, os autores evidenciaram que os resultados de redução da contaminação dos tricotecenos não foram tão satisfatórios.

Vaclavikova et al. (2013) verificaram o destino das micotoxinas emergentes e dos tricotecenos durante a produção do mosto cervejeiro. Os autores relataram que as micotoxinas emergentes não apresentam solubilidade compatível com o meio líquido, por isso praticamente todas estas micotoxinas permaneceram associadas aos grãos da camada filtrante. Já os tricotecenos e seus conjugados, são normalmente transferidos dos grãos de cevada contaminados para cerveja final em uma extensão relativamente alta.

Garda-Bufferon, Baraj e Badiale-Furlong (2010) verificaram que a contaminação da DON e toxina T-2 alteravam as atividades das enzimas α e β amilases presentes nos maltes de cevada. Além disso, os autores relatam aumento da atividade enzimática quando havia altos níveis dessas micotoxinas.

Vários estudos vêm aplicando micro-organismos como agentes para a detoxificação de micotoxinas, uma vez que esses, a partir de sua rota metabólica, são capazes de degradar e/ou modificar a estrutura dessas toxinas. Entretanto, pouco se conhece sobre a aplicação de enzimas específicas na degradação de tricotecenos durante processo cervejeiro. Além disso, ainda não está claro se a degradação ocorre por ação de uma enzima específica ou de um conjunto, carecendo também de informações sobre os compostos resultantes da degradação e ausência de toxicidade.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Relatos de contaminações acima dos níveis máximos tolerados para algumas micotoxinas para diversas matrizes alimentares são observados no Brasil e no mundo. Desta forma, os estudos de degradação dessas micotoxinas vem ganhando destaque na literatura nos últimos anos. Sabe-se também que algumas das etapas do processo de produção de cerveja reduzem as concentrações de micotoxinas presentes nos grãos, dentre elas a etapa de mosturação e fermentação, entretanto, os mecanismos dessas reduções ainda não são totalmente conhecidos. Desta forma, há a necessidade de um aprofundamento para avaliar a relação que as micotoxinas tem no processo inibição ou

ativação enzimática, como também o destino e mecanismos de degradação das mesmas.

REFERÊNCIAS

ADEKOYA, I.; OBADINA, A.; ADAKU, C. C.; BOEVRE, M. D.; OKOTH, S.; SAEGER, S. D.; NJOBEH, P. Mycobiota and co-occurrence of mycotoxins in South African maize-based opaque beer. **International Journal of Food Microbiology**, v. 270, p. 22-30, 2018.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na Produção de Alimentos**. 1.ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.

BARTH, R. **The chemistry of beer**. American Chemical Society, p. 37-47, 2013.

BENNETT, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 16, n. 3, p. 497-516, 2003.

BERNER, T. S.; JACOBSEN, S.; ARNEBORG, N. The impact of different ale brewer's yeast strains on the proteome of immature beer. **BMC Microbiology**, v. 13, p. 215- 221, 2013.

BERTUZZI, T.; RASTELLI, S.; MULAZZI, A.; DONADINI, G.; PIETRI, A. Mycotoxin occurrence in beer produced in several European countries. **Food Control**, v. 22, n.12, p. 2059-2064, 2011.

BOEIRA, C. Z.; SILVELLO, M. A. C.; REMEDI, R. D.; FELTRIN, A. C. P.; SANTOS, A. C. P.; GARDA-BUFFON, J. Mitigation of nivalenol using alcoholic fermentation and magnetic field application. **Food Chemistry**, v. 340, p. 127935, 2021.

BRASIL. Decreto-lei nº 6.871, de 4 de Junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 jun. 2009.

BRASIL. **Resolução – RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da Saúde, Brasília, DF, 09 mar. 2011. Seção 1, p. 66.

BRASIL. **Resolução – RDC nº 138, de 8 de fevereiro de 2017**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da Saúde, Brasília, DF, 09 fev. 2017. Seção 1, p. 45.

BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; Stevens, R. **Brewing science and practice**. Cambridge: CRC Press, 2004.

BRUINS M. B. M.; KARSAI I.; SCHEPERS J.; SNIJDERS C. H. A. Phytotoxicity of deoxynivalenol to wheat tissue with regard to in vitro selection for *Fusarium* head blight resistance. **Plant Science**, v. 94, p. 195–206, 1993.

CAMPONE, L.; RIZZO, S.; PICCINELLI, A. L.; CELANO, R.; PAGANO, I.; RUSSO, M.; LABRA, M.; RASTRELLI, L. Determination of mycotoxins in beer by multi heart-cutting two-dimensional liquid chromatography tandem mass spectrometry method. **Food Chemistry**, p. 126496, 2020.

CASTAÑARES, E.; PAVICICH, M. A.; DINOLFO, M. I.; MOREYRA, F.; STENGLEIN, S. A.; PATRIARCA, A. Natural occurrence of *Alternaria* mycotoxins in malting barley grains in the main producing region of Argentina. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, p. 1004-1011, 2020.

CERVBRASIL - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. Dados do setor cervejeiro nacional. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br>. Acesso em: 04 jan. 2020.

CHEMSPIDER, Search and share chemistry. Disponível em: <http://www.chemspider.com/>. Acesso em: 04 jan. 2020.

CUNDLIFFE, E.; DAVIES, J. E. Inhibition of initiation, elongation, and termination of eukaryotic protein synthesis by trichothecene fungal toxins. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 11, n. 3, p. 491-499, 1977.

D'AVILA, R. F.; LUVIELMO, M.; MENDONÇA, C. R. B.; JANTZEN, M. M. Adjuncts used for beer production: Features and applications. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 2, p. 60-68, 2012.

ERIKSEN, G. S.; PETTERSSON, H. Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 114, n. 1, p. 205-239, 2004.

EVANS, D. E.; VAN WEGEN, B.; MA, Y.; EGLINTON, J. The impact of the thermostability of alpha-amylase, beta-amylase, and limit dextrinase on potential wort fermentability. *Journal-American Society Of Brewing Chemists*, v. 61, n. 4, p. 210-218, 2003.

EVANS, D. E., DAMBERGS, R.; RATKOWSKY, D.; LI, C.; HARASYMOW, S.; ROUMELIOTIS, S.; EGLINTON, J. K. Refining the prediction of potential malt fermentability by including an assessment of limit dextrinase thermostability and additional measures of malt modification, using two different methods for multivariate model development. *Journal of the Institute of Brewing*, v. 116, n. 1, p. 86-96, 2010

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. *Food & Agriculture Org*, 1993.

FONSECA, M. M.; TEIXEIRA, J. A. **Reactores Biológicos: Fundamentos e Aplicações**. 1. ed. Lisboa: Editora Lidel, 2007.

FOROUD, N. A.; EUDES, F. Trichothecenes in cereal grains. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 10, n. 1, p. 147-173, 2009.

GARDA, J.; MACEDO, R. M.; FARIA, R.; BERND, L.; DORS, G. C.; BADIALE-FURLONG, E. Alcoholic fermentation effects on mal spiked with trichothecenes. **Food Control**, v. 16, p. 423-428, 2005.

GARDA-BUFFON, J.; BARAJ, E.; BADIALE-FURLONG, E. Effect of deoxynivalenol and T-2 toxin in malt amylase activity. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 3, p. 505-511, 2010.

HATHOUT, A. S.; ALY, S. E. Biological detoxification of mycotoxins: a review. **Annals of microbiology**, v. 64, n. 3, p- 905-919, 2014.

IBÁÑEZ-VEA, M.; LIZARRAGA, E.; GONZÁLEZ-PEÑAS, E.; DE CERAIN, A. L. Co-occurrence of type-A and type-B trichothecenes in barley from a northern region of Spain. **Food Control**, v. 25, n. 1, p. 81-88, 2012.

INOUE, T., NAGATOMI, Y., UYAMA, A., MOCHIZUKI, N. Fate of mycotoxins during beer brewing and fermentation. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 77, n. 7, p. 1410-1415, 2013.

JANEČEK, S. Amylolytic enzymes-focus on the alpha-amylases from archaea and plants. **Nova Biotechnol**, v. 9, n. 1, p. 5-25, 2009.

JONES, B. L. **Endoproteases of barley and malt**. *Journal of Cereal Science*, v. 42, p. 139–156, 2005.

KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de alimentos: teoria e aplicação prática**. Rio De Janeiro, 2013.

KOCH, P. State of the art of trichothecenes analysis. **Toxicology Letters**, v. 153, p. 109-112, 2004.

KUNZE, W. **Tecnologia para cervecedores y malteros**. 1 ed. Berlin: Westkreuz- Duckerei Ahrens KG, 2006

KUPSKI, L.; QUEIROZ, M. I.; BADIALE-FURLONG, E. Application of carboxypeptidase A to a baking process to mitigate contamination of wheat flour by ochratoxin A. **Process Biochemistry**, v. 64, p. 248-254, 2018.

LAITILA, A. Toxicogenic fungi and mycotoxins in the barley-to-beer chain. **Brewing Microbiology**, p. 107-139, 2015.

LANCOVA, K.; HAJŠLOVA, J.; POUŠTKA, J.; KRPLOVA, A.; ZACHARIASOVA, M.; DOSTALEK, P.; SACHAMBULA, L. Transfer of *Fusarium* mycotoxins and 'masked' deoxynivalenol (deoxynivalenol-3-glucoside) from field barley through malt to beer. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 25, n. 6, p. 732-744, 2008.

LEI, H.; ZHENG, L.; WANG, C.; ZHAO, H.; ZHAO, M. Effects of worts treated with proteases on the assimilation of free amino acids and fermentation performance of lager yeast. **International Journal of Food Microbiology**, v. 161, n. 2, p. 76-83, 2013.

LEWIS, M. J.; YOUNG, T. W. **Brewing**. 1 ed. Norwich: Page Bros. 1995.

MARIN, S.; RAMOS, A. J.; CANO-SANCHO, G.; SANCHIS, V. Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. **Food and Chemical Toxicology**, v. 60, p. 218-237, 2013.

MASTANJEVIĆ, K.; ŠARKANJ, B.; KRŠKA, R.; SULYOK, M.; WARTH, B.; MASTANJEVIĆ, K.; SANTEK, B.; KRSTANOVIĆ, V. From malt to wheat beer: A comprehensive multi-toxin screening, transfer assessment and its influence on basic fermentation parameters. **Food Chemistry**, v. 254, p. 115-121, 2018.

MCLEAN, M. The phytotoxicity of *Fusarium* metabolites: An update since. **Mycopathologia**, v. 133, n. 3, p. 163-179, 1996.

MEERDINK, G.L. Mycotoxins. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 1, p. 88-93, 2002.

PAPAZIAN, C. **The Complete Joy of Homebrewing**. 3.ed. Editora Harper Collins, 2003.

PESTKA, J. J. Deoxynivalenol: Toxicity, mechanisms and animal health risks. **Animal Feed Science and Technology**, p. 283-298, 2007.

PIACENTINI, K. C.; SAVI, G. D.; OLIVO, G.; SCUSSEL, V. M. Quality and occurrence of deoxynivalenol and fumonisins in craft beer. **Food Control**, v. 50, p. 925-929, 2015.

PIACENTINI, K. C.; BELÁKOVÁ, S.; BENESOVÁ, K.; PERNICA, M.; SAVI, G. D.; ROCHA, L. O.; HATMAN, I.; ČÁSLAVSKÝ, J.; CORRÊA, B. *Fusarium* mycotoxins stability during the malting and brewing processes. **Toxins**, v. 11, p. 257, 2019.

PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. **Handbook of Brewing**. Food Science and Technology. 2 ed. USA: Editora Taylor and Francis Group, 2006.

RAUSCH, A. K.; BROCKMEYER, R.; SCHWERDTLE, T. Development and validation of a Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry multi-method for the determination of 41 free and modified mycotoxins in beer. **Food Chemistry**, p. 127801, 2021.

RICHARD, J. L. Some major mycotoxin and their micotoxicoses - a overview. **International Journal of Food microbiology**, v. 1991, p. 3-10, 2007.

ROCHA, O.; ANSARI, K.; DOOHAN, F. M. Effects of trichothecene mycotoxins on eukaryotic cells: a review. **Food Additives and Contaminants**, v. 22, n. 4, p. 369-378, 2005.

ROTTER, B. A. Invited review: Toxicology of deoxynivalenol (vomitoxin). **Journal of Toxicology and Environmental Health Part A**, v. 48, n. 1, p. 1-34, 1996.

SANTI, E.; DIAZ, D. E. **Mould growth and mycotoxin production - The Mycotoxin Blue Book**. Nottingham, UK: Nottingham University Press, p. 225-234, 2005.

SPEIJERS, G. J. A.; SPEIJERS, M. H. M. Combined toxic effects of mycotoxins. **Toxicology Letters**, v.153, n. 1, p. 91-98, 2004.

STATISTA. **Global beer production 1998-2018**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/270275/worldwide-beer-production/>. Acesso em: 04 jan. 2021.

TARAZONA, A.; GÓMEZ, J. V.; MATEO, F.; JIMÉNEZ, M.; ROMERA, D.; MATEO, E. M. Study on mycotoxin contamination of maize kernels in Spain. **Food Control**, v. 118, p. 107370, 2020.

TSE, K. L.; BOSWELL, C. D.; NIENOW, A. W.; FRYER, P. J. Assessment of the effects of agitation on mashing for beer production in a small scale vessel. **Institution of Chemical Engineers**, v. 81, n. 1, p. 3-12, 2003.

VACLAVIKOVA, M.; MALACHOVA, A.; VEPRIKOVA, Z.; DZUMAN, Z.; ZACHARIASOVA, M.; HAJŠLOVA, J. 'Emerging' mycotoxins in cereals processing chains: Changes of enniatins during beer and bread making. **Food Chemistry**, v. 136, n. 2, p. 750-757, 2013.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Bebidas: tecnología, química y microbiología**. Acribia, 1997.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

WEAVER, G. A.; KURTZ, H. J.; BATES, F. Y.; CHI, M. S.; MIROCHA, C. J.; BEHRENS, J. C.; ROBISON, T. S. Acute and chronic toxicity of T-2 mycotoxin in swine. **Veterinary Record**, v. 103, n. 24, p. 531-535, 1978.

WHO - World Health Organization. **Global status report on alcohol and health 2018**, World Health Organization: Geneva, 2018.

XU, W.; HAN, X.; LI, F. Co-occurrence of multi-mycotoxins in wheat grains harvested in Anhui province, China. **Food Control**, v. 96, p. 180-185, 2019.

YANG, G. H.; JARVIS, B. B.; CHUNG, Y. J.; PESTKA, J. J. Apoptosis induction by the satratoxins and other trichothecene mycotoxins: relationship to ERK, p38 MAPK, and SAPK/JNK activation. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 164, n. 2, p. 149-160, 2000.

PRODUÇÃO DE CERVEJAS ÁCIDAS COM MICRORGANISMOS NÃO CONVENCIONAIS

Data de aceite: 01/02/2021

Handray Fernandes de Souza

Universidade de São Paulo, USP/FZEA
Pirassununga, São Paulo

Giulia Gagliardi Stramandinoli

Universidade de São Paulo, USP/FZEA
Pirassununga, São Paulo

Katrin Stefani Koch

Universidade de São Paulo, USP/FZEA
Pirassununga, São Paulo

Victoria Mariano Dobra

Universidade de São Paulo, USP/FZEA
Pirassununga, São Paulo

Mariana Fronja Carosia

Universidade de São Paulo, USP/FZEA
Pirassununga, São Paulo

Rafael Resende Maldonado

Departamento de Alimentos, COTUCA,
UNICAMP
Campinas, São Paulo

Eliana Setsuko Kamimura

Universidade de São Paulo, USP/FZEA
Pirassununga, São Paulo

RESUMO: Cervejas artesanais têm assumido destaque ascendente no mercado mundial, sobretudo brasileiro. Neste sentido, o aumento na popularidade das cervejas artesanais tem se caracterizado, sobretudo, pela capacidade de inovação, criatividade e autenticidade

desses produtos, que exploram o potencial de matérias-primas regionais, conferindo identidade à cerveja. Estes valores diferenciam a cerveja tradicional da artesanal e acaba por despertar a curiosidade dos consumidores atuais, cada vez mais exigentes por cervejas exclusivas e especiais com alta qualidade. Desta forma, o mercado de cervejas especiais aponta para uma expansão no consumo de estilos que se destacam pela sua acidez, tais como: *Berliner Weisse*, *Gueuze*, *Catharina sour*, entre outras. Esta acidez pode ser obtida por meio da adição de ácidos, advindos de frutas, por exemplo, ou de sua geração por via microbiana. Contudo, é muito interessante adicionar microrganismos não convencionais aos microrganismos comumente utilizados nos processos cervejeiros, propiciando desta forma bebidas fermentadas com novos sabores no estilo *sour beer*. Como tal, microrganismos não convencionais como o kefir e kombucha apresentam-se como uma alternativa de fermentadores que se caracterizam por uma simbiose de bactérias e leveduras. Aliando ao aumento na popularidade das cervejas artesanais, a produção de cervejas ácidas utilizando o kefir e kombucha como iniciadores de fermentação, apresenta-se como uma nova forma para explorar um nicho de mercado. Neste sentido, este estudo tem como objetivo reunir informações e levantar evidências que atribuem o uso de microrganismos não convencionais como o kefir e kombucha para a produção e desenvolvimento de cervejas ácidas.

PALAVRAS-CHAVE: Cervejas artesanais, Berliner Weisse, Kefir; Kombucha; bebida funcional.

ABSTRACT: Craft beers are rising in the world market, especially in Brazil. In this way, the increase in the popularity of craft beers has been characterized, above all, by the capacity of innovation, creativity and authenticity of these products, which exploit the potential of regional raw materials, giving identity to the beer. These values differentiate traditional and craft beer and end up arousing the curiosity of current consumers, increasingly demanding for exclusive and special beers with high quality. Thus, the specialty beer market points to an expansion in the consumption of styles that stand out for their acidity, such as: Berliner Weisse, Gueuze, Catharina sour, among others. This acidity can be obtained through the addition of acids, derived from fruits, for example, or through their microbial generation. However, it is very interesting to add non-conventional microorganisms to the yeasts commonly used in brewing processes, thus providing fermented beverage with new flavors in the style of sour beer. As such, non-conventional microorganisms such as kefir and kombucha present themselves as an alternative to fermenters that are characterized by a symbiosis of bacteria and yeasts. Combining the increase in the popularity of craft beers, the production of sour beers using kefir and kombucha as fermentation initiators, presents itself as a new way to explore a niche market. In this sense, this study aims to gather information and raise evidence that attribute the use of non-conventional microorganisms such as kefir and kombucha for the production and development of sour beers.

KEYWORDS: Kefir, kombucha, craft beer, sour beer.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de cervejas, com uma produção em torno de 14 bilhões de litros/ano. O país possui 610 cervejarias registradas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), mais de seis vezes o número registrado no ano 2000 (MELLO & SIQUEIRA, 2017).

O crescimento exponencial da cerveja artesanal foi beneficiado pela estrutura da atual indústria cervejeira de produção em grande escala, cuja característica principal é a baixa disponibilidade de estilos oferecida aos consumidores (DONADINI & PORRETTA, 2017). A baixa diversidade de produtos nas grandes cervejarias brasileiras contrasta com o modelo de outros países, em que se encontram uma grande variedade de marcas com diferentes estilos, sabores e colorações de cerveja (OLIVEIRA, 2011).

De acordo com Donadini e Porretta (2017), o aumento na popularidade das cervejas artesanais caracterizou-se pela capacidade de inovação, criatividade e autenticidade desses produtos, que exploram o potencial de matérias-primas regionais, conferindo identidade à cerveja. Tais valores diferenciam a cerveja tradicional da artesanal e despertam a curiosidade dos consumidores atuais, os quais tendem a exigir e procurar por cervejas cada vez mais exclusivas e especiais com alta qualidade.

O mercado de cervejas especiais aponta para uma expansão no consumo de estilos que se destacam pela sua acidez, tais como: Berliner Weisse, Saison, entre outras. Esta acidez pode ser obtida através da adição de ácidos, advindos de frutas, por exemplo, ou de sua geração por via bacteriana. No entanto, os microrganismos comumente utilizados nos

processos cervejeiros apresentam elevado custo, indicando uma necessidade de se buscar alternativas visando a economia no processo (MELLO & SIQUEIRA, 2017).

O kefir é uma bebida produzida pela adição de grãos de kefir, por meio de uma simbiose de bactérias e leveduras, mantidos em uma matriz de polissacarídeo, podendo ser grãos de leite ou açúcar/água (MAGALHÃES et al., 2010). Durante a fermentação, as leveduras presentes nos grãos de kefir produzem compostos como vitaminas, aminoácidos e outros fatores de crescimento essenciais para as bactérias. Neste aspecto, os produtos metabólicos das bactérias são usados como fonte de energia para as leveduras. Esta simbiose permite que, durante a fermentação, o perfil microbiológico do kefir permaneça estável (FIORDA et al., 2017; ROSA et al., 2017). Assim, estes microrganismos produtores de ácido láctico e ácido acético tornam-se responsáveis pela fermentação ácido-alcoólica, o que contribuem para tornar a bebida ácida.

O kombucha é uma bebida, à base de chá preto e/ou chá verde (*Camellia sinensis*), de origem asiática, obtida através da fermentação, por uma simbiose de bactérias lácticas, acéticas e leveduras, em que há a formação de uma película de celulose chamada SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Durante o processo de fermentação, ocorre a liberação de aroma fermentado e formação de bolhas de gás (PALUDO, 2017). Além disso, o pH decresce devido à produção de ácidos orgânicos e, conseqüentemente, a bebida vai tornando-se mais ácida (DUFRESNE & FARNWORTH, 2000).

Rodrigues et al. (2016) propuseram uma nova cerveja fermentada por kefir e avaliaram sua atividade antiinflamatória e antiulcerogênica plausível que seja capaz de promover o desenvolvimento de um potencial alimento alcoólico funcional para humanos. Os resultados encontrados pelos autores sugerem a funcionalidade de uma cerveja especial feita de kefir como fermentador único. Koch et al. (2019) estudaram o desenvolvimento de cerveja artesanal ácida fermentada por kombucha e adicionada de polpa de cupuaçu. Em conclusão, estes autores demonstraram a possibilidade de produzir cerveja ácida, realizando a fermentação com o líquido fermentado ou o SCOBY de kombucha.

Desta forma, vindo ao encontro do aumento na aceitação das cervejas artesanais que se caracterizam pela capacidade de autenticidade, criatividade e inovação destes produtos, a produção de cervejas ácidas apresenta-se como uma nova forma para explorar um nicho de mercado, associando o kefir e kombucha ao processo de fermentação da cerveja estilo *sour beer*. Neste sentido, este estudo tem como objetivo reunir informações e levantar evidências que atribuem o uso de microrganismos não convencionais para a produção de cervejas ácidas.

2 | CERVEJAS ÁCIDAS

De acordo com o decreto N° 2314, de 4 de setembro de 1997, a cerveja é obtida pela fermentação alcoólica por ação de leveduras no mosto cervejeiro, geralmente de cevada,

podendo ser também de outros cereais (como sorgo, milho, arroz ou trigo) e água com adição de lúpulo (BRASIL, 1997), que favorece o amargor e atua como um conservante natural (LI et al., 2007). Em geral, o teor alcoólico da cerveja varia de 3% a 8% e sua composição engloba diversos componentes como aminoácidos, proteínas, carboidratos (glicose, maltose, dextrinas), minerais (cálcio, fósforo, enxofre), álcool, anidrido carbônico e grande parte das vitaminas do complexo B (AQUARONE, LIMA & BORZANI, 1983).

A cerveja apresenta uma grande aceitação popular devido as suas características sensoriais agradáveis, benefícios a saúde, valor nutritivo e a diversidade de apresentação (BAMFORT, 2009). Ademais, seu consumo moderado está associado a um menor risco de doenças cardiovasculares (KARATZI et al., 2013).

Em todo mundo, há cerca de 20 mil formulações de cervejas em decorrência da mudança na fabricação e nos processos, como, por exemplo, os diferentes tempos e temperaturas utilizadas na mosturação, fermentação, maturação e o uso de ingredientes diferenciados, tais como milho, arroz, mel e frutas (PINTO et al., 2015). Neste sentido, as cervejas ácidas não são uma novidade dentro do ramo cervejeiro. Entretanto, seu sabor azedo, por sua vez, foi considerado negativo no qual os cervejeiros procuravam evitar tal característica. No entanto, atualmente, a característica de azedo de alguns estilos de cervejas é considerado uma opção viável, apresentando-se ser intensas, sempre vivas e refrescantes (NACHEL, 2014).

Segundo Nachel (2014), as *Sour Beer* (cervejas ácidas) apresentam três diferentes estilos, a saber: *Sour Beer* não intencional, que é uma cerveja que não apresentou o resultado esperado devido a algum erro no processamento; a *Sour Beer* intencional, que é obtida de acordo com o estilo, como a *Berliner Weisse* (sabor ácido); e a *Sour Beer* antecipada, que é uma cerveja envelhecida no barril, no qual o envelhecimento se dá por ação de leveduras selvagens ou bactérias presentes na madeira e, seu resultado é inesperado, ocasionando em sabores desejáveis ou não.

Segundo Rodrigo (2015), *Berliner Weisse* é um estilo de cerveja ácida (*sour*) obtida com 50% de malte de trigo. É originária da Alemanha, e sua principal característica é a acidez. É uma cerveja turva, amarelo esbranquiçada – daí o nome *Weisse* – que, por ocasião, significa branco em alemão (ACOSTA, 2017). O teor alcoólico (ABV) varia entre 3% e 4%, quase sem amargor, com notas leves de um frutado, remetendo a maçã azeda ou limão (RODRIGO, 2015). Possui corpo leve, alta carbonatação, espuma volumosa (com pouca retenção). Além disso, notas de fermento lácteo, remetendo a iogurte são esperadas, embora as notas de leveduras selvagens não são apreciadas no estilo, contribuindo, desta forma, para diferenciar de outros estilos de *sour* belgas (RODRIGO, 2015).

Ainda, cabe ressaltar que considerando um estilo brasileiro, reconhecido internacionalmente dentre os cervejeiros caseiros, a *Catharina Sour*, que é uma cerveja ácida com base de maltes de uma cerveja *Berliner Weisse*, adicionada de frutas durante a maturação.

3 | PROCESSAMENTO DA CERVEJA

O processamento industrial de cerveja pode ser dividido em algumas operações essenciais, a saber: moagem do malte; mosturação ou tratamento enzimático do mosto; filtração; fervura; tratamento do mosto (remoção do precipitado, resfriamento e aeração); fermentação; maturação e clarificação. Especificamente, pode ser dividida em dois grandes grupos ditos, como tal, de parte quente e parte fria do processo de produção. Venturini Filho (2005) cita, ainda, como parte do processo de produção de cervejas operações como a filtração, pasteurização e o envasamento das bebidas.

A moagem tem por objetivo quebrar o grão do cereal e expor o seu amido interno, aumentando a superfície de contato com as enzimas do malte, de forma a favorecer a hidrólise. Esta etapa possui relação direta com a rapidez das transformações físico-químicas, bem como, rendimento, clarificação e qualidade final da cerveja elaborada (DRAGONE, ALMEIDA & SILVA, 2010). Além disso, pode ser executada em equipamentos que permitam a exposição do conteúdo interno do cereal, do tipo moinhos de rolos, discos ou martelos (VENTURINI FILHO, 2005).

A mosturação ou tratamento enzimático do mosto é a mistura do malte moído com a água cervejeira na tina de mostura ou cozinhador de malte ou, também ainda, na primeira panela se for processado em escala reduzida. Nesta etapa, emprega-se um controle rigoroso de tempo e temperatura de processo, com o intuito de favorecer as reações bioquímicas necessárias ao processo (BUSCH, 2015). Já a filtração do mosto tem por objetivo a separação dos resíduos sólidos, chamada de bagaço de malte, e a parte líquida, o mosto cervejeiro, este último como de interesse para o processo de produção (BLEIER et al., 2013).

Na etapa de fervura do mosto ocorre reações interessantes que favorecem a produção de cerveja, como a desnaturação protéica, concentração do mosto, eliminação de compostos sulfurosos, esterilização bem como o escurecimento do mosto, este último influenciado pela reação de *Maillard*. Além disso, nesta etapa é adicionado o lúpulo, normalmente, feito em duas etapas: na fase inicial de fervura, para conferir o amargor e na fase final de fervura, com o objetivo de conferir o aroma característico de cerveja. O processo gasta, normalmente, de 60 minutos na fervura efetiva e, acrescidos, mais 30 minutos no aquecimento do líquido (PAPAZIAN, 2014). Ressalta-se que o tempo pode variar de acordo com o estilo da cerveja. Após o final da fervura, o mosto é transferido para a tina *Whirlpool*, onde o material vegetal do lúpulo é separado do mosto cervejeiro através da separação por meio do *trub*. (MORADO, 2009).

O processo de fermentação é iniciado após a inoculação da levedura, com o mosto devidamente resfriado e aerado. Nesta etapa, observa-se a liberação de CO₂ e calor (SANTOS, 2008). Após a retirada do fermento, faz-se a redução de temperatura no tanque, iniciando a fase de maturação, de no mínimo 72 horas. Durante a maturação,

ocorrem importantes reações físico-químicas de transformação do aspecto visual da bebida além da produção de aromas e sabores característicos. Essa etapa é considerada por muitos cervejeiros como a fase de “afinamento” de “acabamento” da cerveja (MORADO, 2009). No entanto, é importante destacar que, para um bom processo de fermentação, a concentração de açúcares no mosto deve ser levada em consideração, pois a fermentação desses açúcares resultam no teor alcoólico e na concentração de gás carbônico da cerveja, assim, quanto maior a quantidade de açúcar, maior será o teor alcoólico e de gás carbônico produzidos (LEI, ZHAO & ZHAO, 2013). Por fim, a cerveja é, então, envasada e o produto rotulado. A indústria, no entanto, realiza ainda a filtração do líquido antes do produto ser envasado

4 | KEFIR

O kefir é uma bebida, tradicionalmente, produzida pela adição de grãos de kefir que constituem um consórcio de bactérias e leveduras mantidos em uma matriz de polissacarídeo, denominados grãos de kefir de leite ou de açúcar (MAGALHÃES et al., 2010; MIGUEL et al., 2011). É originário das montanhas do Cáucaso, do Tibete ou da Mongólia, antecedentes aos 2000 anos antes de Cristo (A.C.), e passaram de geração em geração entre as tribos do Cáucaso, sendo considerado uma fonte de riqueza familiar. O nome é originário do eslavo Keif, que significa “Bem-estar” ou “Vivendo bem”, pela sensação de saúde e bem-estar gerada ao consumir a bebida (ROSA et al., 2017). Já os grãos de kefir de açúcar possuem origem mais recente, com relatos a partir do fim do século XIX (FIORDA et al., 2017).

O kefir pode ser considerado como um alimento funcional devido aos seus efeitos benéficos a saúde e bem-estar físico (MEDRANO et al., 2011). As principais espécies de microrganismos encontrados no kefir são as bactérias do gênero *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter*, e leveduras do gênero *Kluyveromyces*, *Candida*, *Saccharomyces*, *Torulaspota*, *Kazachstania*, *Lachancea* e *Yarrowia* (GULITZ et al., 2011). As leveduras presentes nos grãos produzem vitaminas, aminoácidos e outros fatores de crescimento essenciais para as bactérias. Da mesma forma, os produtos metabólicos das bactérias são usados como fonte de energia para as leveduras. Esta simbiose permite que, durante todo o ciclo de fermentação, o perfil microbiológico dos grãos de kefir permaneça estável (FIORDA et al., 2017; ROSA et al., 2017). No entanto, a constituição dos grãos pode variar conforme o país, região, modo de preparo e o meio onde são cultivados (ZASSHI, 1992).

Quanto ao valor nutricional e funcional do kefir, várias propriedades probióticas tem sido extensamente avaliadas (AHMED et al., 2013), incluindo a diminuição da intolerância à lactose (HERTZLER & CLANCY, 2003), a diminuição nos níveis de colesterol, propriedades anti-mutagênica e anti-carcinogênica (LIU et al., 2002), antagonismo contra patógenos

(GOLOWCZYC et al., 2007), atividade antimicrobiana e estimulador do sistema imune, tendo seus benefícios exercidos pela presença de microrganismos e por seus compostos bioativos (IRAPORDA et al., 2014).

Com relação ao método tradicional de preparo, o kefir consiste em utilizar os grãos de kefir que contém uma mistura de várias leveduras, bactérias produtoras de ácido láctico e ácido acético coexistindo em uma associação simbiótica, tornando-se responsáveis pela fermentação ácido-alcoólica em um meio propício de nutrientes (KOURKOUTAS et al., 2007).

5 | KOMBUCHA

O kombucha é uma bebida doce fermentada de origem asiática, à base de chá preto e/ou chá verde (*Camellia sinensis*), que vem se popularizando no Brasil e está inserida nas tendências atuais de mercado. A bebida é resultado da fermentação por uma simbiose de bactérias e leveduras, em que há a formação de uma película de celulose denominada de SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts*), a qual é constituído majoritariamente por proteínas e fibras. Todos os microrganismos presentes no kombucha encontram-se tanto no líquido (fermentado) quanto no SCOBY. Durante o processo de fermentação, ocorre a liberação de aroma fermentado e há formação de bolhas de gás (CO₂) (PALUDO, 2017). As características sensoriais e de composição química do kombucha podem variar de acordo com o açúcar utilizado como base e com os microrganismos presentes no SCOBY, além da influência do tempo de fermentação e temperatura. Ao longo do processo de fermentação, o pH decresce devido à produção de ácidos orgânicos e, conseqüentemente, a bebida torna-se cada vez mais ácida (DUFRESNE & FARNWORTH, 2000).

6 | CERVEJAS ÁCIDAS DE KEFIR E KOMBUCHA

Cervejas ácidas produzidas por meio de microrganismos não convencionais, como o kefir e kombucha, apresentam-se como um novo nicho de mercado.

Koch et al. (2019) propuseram o desenvolvimento de cerveja artesanal ácida fermentada por kombucha e adicionada de polpa de cupuaçu. As cervejas artesanais foram produzidas de acordo com o método convencional *All-Grain*, tendo como base o trigo e malte pilsen (50/50%). Além da adição de levedura cervejeira convencional seca, foram inoculadas kombucha em duas formas, a saber: líquido fermentado (atribuído como lote 1) e o SCOBY (atribuído como lote 2), na etapa de fermentação à 18 °C. Na etapa de maturação foram adicionadas polpa de cupuaçu na proporção de 125 g/L. Por meio dos resultados, estes autores concluíram que o uso do líquido fermentado e do SCOBY de kombucha são alternativas possíveis para obtenção de cerveja ácida com polpa de cupuaçu, com acidez entre 0,55±0,02 e 0,62 ±0,06%.

Rodrigues et al. (2016) desenvolveram uma nova cerveja a base de kefir e avaliaram

sua atividade antiinflamatória e antiulcerogênica *in vivo* (modelo de animais), para promover o desenvolvimento de um potencial alimento alcoólico funcional para humanos. Em conclusão, os autores sugerem a funcionalidade de uma cerveja especial a base de kefir como fermentador único, aprimorada contra inflamação e úlcera gástrica.

Stramandinoli et al. (2019) estudaram o uso de kefir para a produção de cerveja ácida do estilo Berliner Weisse, adicionadas de frutas tropicais. Em conclusão, os autores ressaltam que somente a cerveja ácida com grãos de kefir de açúcar e adicionada de uvaia atendeu aos padrões estabelecidos para o estilo de cerveja elaborado. Dobra et al. (2018) estudaram o uso de microrganismos convencionais e não convencionais para a elaboração de cervejas artesanais ácidas de três estilos diferentes (Blond Ale, Bock e English Pale Ale), usando malte puro. Estes autores evidenciaram que a adição de kefir de açúcar no estilo de cerveja English Pale Ale possibilita uma melhor redução de sólidos solúveis, caracterizando maior metabolização de açúcares fermentescíveis, devido a relação simbiótica do kefir e levedura convencional de cerveja, bem como apresentar baixo pH.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cerveja é uma bebida alcoólica fermentada que possui grande aceitação popular em decorrência das suas características sensoriais, valor nutritivo e benefícios a saúde. Quanto ao processamento, engloba-se uma série de operações essenciais, podendo variar de acordo com o processo de fabricação adotado. As cervejas artesanais, neste aspecto, vêm ganhando popularidade devido a criatividade, autenticidade e inovação nesse produto que, por vez, explora o potencial de matérias-primas regionais, o que confere uma identidade única à cerveja. O mercado de cervejas especiais aponta para uma expansão no consumo de estilos que se destacam pela sua acidez, obtida através da adição de microrganismos específicos, como as bactérias lácticas. Dentre os novos microrganismos, o kefir e o kombucha, apresentam-se como uma alternativa para este novo nicho de mercado de bebidas fermentadas funcionais. Estudos recentes indicam tendência e potencial aplicação de kefir e kombucha como microrganismos não convencionais para produção de cervejas ácidas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, campus Fernando Costa, Pirassununga/SP.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, L. **Cerveja Sour: tudo que você precisa saber sobre as cervejas ácidas**. 2017. Disponível em: <<https://www.cervejamestra.com.br/2017/04/01/sour-beer-desvendando-as-cervejas-azedas/>>. Acesso em: 5 ago. 2019.

AHMED, Z. et al. **Kefir and health: a contemporary perspective**. Critical reviews in Food Science and Nutrition, v. 53, p. 422-434, 2013.

AQUARONE, E.; LIMA, U. A; BORZANI, W. **Biотecnologia: alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blucher, v. 5, 240 p., 1983.

BAMFORTH, C. W. **Beer – A quality perspective**. USA: Elsevier, 2009.

BLEIER, B. et al. **Craft Beer Production**. University of Pennsylvania. Filadélfia: editor, 565 p., 2013.

BRASIL. **Decreto nº 2314, de 4 de setembro de 1997**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União - Seção 1 - 5/9/1997, Página 19549. Disponível: <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/109859/decreto-2314-97>>. Acesso em: 07 dez. 2020.

BUSCH, J. **More Beer**. 2015. Disponível em: <<https://www.morebeer.com/articles/advancedmasching>>. Acesso em: 8 abr. 2019.

DOBRA, V. M. et al. **Produção de cervejas artesanais ácidas com leveduras convencionais e não convencionais**. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP, 2018. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/siicusp/siicPublicacao.jsp?codmnu=7210>>. Acesso em: 07 dez. 2020.

DONADINI, G.; PORRETTA, S. **Uncovering patterns of consumers interest for beer: a case study wuith craft beers**. Food Research International, v. 91, p. 183-198. 2017.

DRAGONE, G.; ALMEIDA, E; SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Cap. 2, p. 15-50, 2010.

DUFRESNE, C.; FARNWORTH, E. **Tea, Kombucha, and health: a review**. Food Research International, v. 33, n. 6, p. 409-421, 2000.

FIORDA, F. A. et al. **Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review**. Food Microbiology, v. 66, p. 86-95, 2017.

GOLOWCZYC, M. A. et al. **Protective action of Lactobacillus kefir carrying S-layer protein against Salmonella enterica serovar Enteritidis**. International Journal of Food Microbiology, v. 118, p. 264–273, 2007.

GULITZ, A. et al. **The microbial diversity of water kefir**. International Journal of Food Microbiology, v. 151, p. 284-288, 2011.

HERTZLER, S. R.; CLANCY, S. M. **Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion**. Journal of the American Dietetic Association, v. 103, p. 582-587, 2003.

IRAPORDA, C. et al. **The role of lactate on the immunomodulatory properties of the nonbacterial fraction of kefir**. Food Research International, v. 62, p. 247-253, 2014.

KARATZI, K. et al. **Acute effects of beer on endothelial function and hemodynamics: A single-blind, crossover study in healthy volunteers.** Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif), 2013.

KOCH, K. S. et al. **Produção de cerveja ácida com cupuaçu e kombucha.** In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP, 2019. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/siicusp/siicPublicacao.jsp?codmnu=7210>>. Acesso em: 07 dez. 2020.

KOURKOUTAS, Y. **An economic evaluation of freeze-dried kefir starter culture production using whey.** Journal of Dairy Science. v. 90, p. 2175-2180, 2007.

LEI, H; ZHAO, H; ZHAO, M. **Proteases supplementation to high gravity worts enhances fermentation performance of brewer's yeast.** Biochemical Engineering Journal, v. 77, p. 1-6, 2013.

LI, M. et al. **The antimicrobial peptide-sensing system of Staphylococcus aureus.** Molecular microbiology, v. 66, n. 5, p. 1136-1147, 2007.

LIU, J. et al. **Antitumor activity of milk kefir and soy milk kefir in tumor-bearing mice.** Nutrition and Cancer, v.44, p. 182-187, 2002.

MAGALHÃES, K.T. et al. **Microbial communities and chemical changes during fermentation of sugary Brazilian kefir.** World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 26, p. 1241-1250, 2010.

MEDRANO, M. et al. **Oral administration of kefir induces changes in the balance of immune cells in a murine model.** Journal of Agricultural Food Chemistry, v. 59, p. 5299-5304, 2011.

MELLO, L. S. S.; SIQUEIRA, V. L. **Estudos de cervejas ácidas.** Projeto final (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal Fluminense – Niterói, RJ: [s.n.], 2017.

MIGUEL, M. G. et al. **Profile of microbial communities present in tibico (sugary kefir) grains from different Brazilian States.** World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 27, n. 8, p. 1875-1884, 2011.

MORADO, R. **Larousse da cerveja.** São Paulo: Larousse do Brasil, p. 357, 2009.

NACHEL, M. **Cerveja Para Leigos.** Alta Books. Rio de Janeiro, 2014.

OLIVEIRA, N. A. M. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja.** 44p. Monografia (Especialista em Microbiologia Ambiental e Industrial) – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, MG: [s.n.], 2011.

PALUDO, N. **Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial.** Trabalho de Conclusão de Curso de graduação (Bacharel(a) em Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS: [s.n.], 2017.

PAPAZIAN, C. **The Homebrewer's Companion.** New York: Harper Collins Publishers Inc, 2 ed., 2014.

PINTO, L. I. F. et al. **Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (Malpighia emarginata DC) e Abacaxi (Ananas comosus L. Merril).** Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 4, p. 67-71, 2015.

RODRIGO, C. **Glossário: Berliner Weisse**. O Sagrado Lúpulo, 2015. Disponível em <https://osagradolupulo.com.br/glossario/estilo/berliner_weisse>. Acesso em: 10 ago. 2019.

RODRIGUES, K. L. et al. **A novel beer fermented by kefir enhances antiinflammatory and anti-ulcerogenic activities found isolated in its constituents**. Journal of Functional Foods, v. 21, p. 58–69, 2016.

ROSA, D. D. et al. **Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits**. Nutrition Research Reviews, v. 30, p. 82–96, 2017.

SANTOS, A. M. **Estudo da influência da complementação de nutrientes no mosto sobre o processo de fermentação alcoólica em batelada**. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Exatas. Instituto de Química. Maceió, 2009.

STRAMANDINOLI, G. G. et al. Produção de cerveja ácida com microrganismos não convencionais. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP, 2019. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/siicusp/siicPublicacao.jsp?codmnu=7210>>. Acesso em: 07 dez. 2020.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado**. São Paulo: Edgard Blucher, Cap. 15, p. 347-382, 2005.

ZASSHI, Y. **Pharmaceutical study on kefir - a fermented milk product in Caucasus**. Journal of the Pharmaceutical Society of Japan, v. 112, p. 489-495, 1992.

SOBRE A ORGANIZADORA

PRISCILA TESSMER SCAGLIONI - Priscila é Engenheira de Alimentos (2006-2010), mestre (2011-2013) e doutora (2013-2017) em Engenharia e Ciência de Alimentos, pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), desenvolveu parte das atividades do seu doutorado na *Università degli Studi di Torino* (UniTo – Itália) em 2015. Atuou como professora na FURG campus Santo Antônio da Patrulha (2017). E desde 2017 atua como pesquisadora em Pós-Doutoramento junto ao Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Bioprospecção da Universidade Federal de Pelotas (PPGBBio – UFPel). Durante sua trajetória acadêmica, Priscila desenvolveu pesquisas relacionadas com estratégias para mitigar compostos toxigênicos produzidos por fungos que contaminam leite e cereais, também trabalhou com compostos bioativos extraídos de microalgas; desenvolvimento de métodos analíticos para a determinação de metabólitos secundários e para a determinação elementar em diferentes matrizes; e atualmente atua com o desenvolvimento de método para a estimativa da bioacessibilidade de halogênios. Além de diversas publicações em periódicos da área de Ciência e Tecnologia de Alimentos e áreas afins, Priscila tem participação em diversos projetos fomentados por órgãos de apoio a pesquisa; atua como revisora de diversos periódicos científicos internacionais; e coorienta discentes de graduação e pós-graduação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água 6, 16, 18, 19, 20, 22, 28, 29, 30, 31, 34, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 75, 84, 87, 90, 91, 93, 94, 95, 98, 100, 122, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 141, 151, 152, 155, 159, 162, 177, 179, 196, 198, 199, 201, 204, 205, 206, 207, 208, 210, 221, 222, 223, 224, 225, 228, 229, 230, 232, 233, 237, 238, 239, 241, 246, 247, 251, 252, 265, 266, 267

Alginato 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103

Alimentos funcionais 228, 229, 234

Amido 6, 16, 79, 84, 86, 101, 106, 121, 137, 138, 139, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 252, 253, 267

Análise físico-química 130, 218

Análise microbiológica 48, 107, 181, 182

Análise sensorial 2, 5, 7, 9, 11, 66, 82, 108, 117, 118, 119, 147, 181, 186, 203

Análise térmica 86

Ananas comosus (L.) Merrill 194, 195, 196, 203

Azeite de oliva 9, 10, 11, 13, 14, 175

B

Berliner Weisse 263, 264, 266, 270, 273

Beterraba 78, 79, 80, 81, 82

Biopolímero 89, 91

C

Cereais 82, 105, 106, 113, 117, 121, 123, 128, 130, 131, 134, 135, 137, 138, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 169, 170, 171, 229, 251, 252, 254, 255, 266, 274

Cerveja 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 250, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 259, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273

Check-all-that-apply 116, 117, 118, 123, 125

Chia 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235

Coco 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 137, 138, 139, 140, 141, 145, 146, 148, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235

Cocos nucifera L. 57, 58, 234

Colocasia esculenta 83, 84, 88

Conservação de alimentos 39, 57

Cor instrumental 70, 183, 185, 186, 187, 188

Cristalização 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 220

D

DCCR 220, 222, 223

Descontaminação 250

Desenvolvimento de novos produtos 2, 232

Desidratação 15, 22, 23, 58, 128, 129, 135, 159, 162, 216, 220, 221, 222, 224, 225, 226, 237, 241, 242, 245, 247, 248

Difusividade 15, 16, 18, 22, 23

Dimensões comuns 105, 108

Doença celíaca 68, 75, 78, 79, 82, 105, 106, 116, 117

E

Escala hedônica 1, 5, 6, 7, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 80, 183, 186, 188, 189, 190

Evolução diferencial 155, 157, 158, 165

F

Farinha 4, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 104, 106, 107, 110, 111, 113, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 132, 134, 137, 138, 139, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234

Fermentação alcoólica 38, 250, 251, 265, 273

Filmes comestíveis 89

H

Higroscopicidade 26, 28, 29, 31, 127, 128, 129, 132, 133

I

Irrigação 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Isotermas de sorção 26, 28, 30, 31, 135, 204, 206, 207, 208, 210

J

Just-about-right 58, 116, 117, 118, 123, 124, 125

K

Kefir 263, 264, 265, 268, 269, 270, 271, 272, 273

Kombucha 263, 264, 265, 269, 270, 271, 272

M

Maçãs 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 102, 156

Método afetivo 2

Mineral ferro 83

Muffins 67, 68, 76, 77

Musa spp. 149, 150

Myrciaria cauliflora 37, 38

O

Orbignya speciosa 137, 138

P

Panificação 25, 67, 68, 72, 86, 106, 118, 149, 150, 168, 169, 170, 171, 173, 196

Parasito 33

Perfil flash 104, 105, 106, 120

Polpa de frutas 128, 183

R

Radiação ionizante 37

Resíduos agroindustriais 195

S

Secagem 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 79, 84, 95, 129, 131, 134, 139, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 171, 198, 221, 225, 236, 238, 242, 247, 248, 252

Solanum melongena 67, 68, 76

T

Theobroma grandiflorum 135, 220, 221

Tomate 12, 132, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 244, 246, 247, 248

Tricotecenos 250, 251, 255, 256, 257

V

Vinho de frutas 37

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2021