

Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan


Atena
Editora
Ano 2019



Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

 Atenea
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Gislene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

I58 Inovação em ciência e tecnologia de alimentos [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; v. 1)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: World Wide Web.
Inclui bibliografia.
ISBN 978-85-7247-700-0
DOI 10.22533/at.ed.000190910

1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3. Tecnologia de alimentos. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série.

CDD 664.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

O e-book Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Vol 1, 2 e 3, traz um olhar integrado da Ciência e Tecnologia de Alimentos. A presente obra é composta por 86 artigos científicos que abordam assuntos de extrema importância relacionados às inovações na área de Ciência e Tecnologia de alimentos.

No volume 1 o leitor irá encontrar 28 artigos com assuntos que abordam a inovação no desenvolvimento de novos produtos como sucos, cerveja, pães, *nibs*, doce de leite, produtos desenvolvidos a partir de resíduos, entre outros. O volume 2 é composto por 34 artigos desenvolvidos a partir de análises físico-químicas, sensoriais, microbiológicas de produtos, os quais tratam de diversos temas importantes para a comunidade científica. Já o volume 3, é composto por 24 artigos científicos que expõem temas como biotecnologia, nutrição e revisões bibliográficas sobre toxinfecções alimentares, probióticos em produtos cárneos, entre outros.

Diante da importância em discutir as inovações na Ciência e Tecnologia de Alimentos, os artigos relacionados neste e-book (Vol. 1, 2 e 3) visam disseminar o conhecimento e promover reflexões sobre os temas. Por fim, desejamos a todos uma excelente leitura!

Vanessa Bordin Viera

Natiéli Piovesan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS E USO DE AGENTES DE CRESCIMENTO SOBRE A ESTRUTURA DE BROWNIES	
Adriana de Oliveira Lyra	
Leonardo Pereira de Siqueira	
Luciana Leite de Andrade Lima	
Ana Carolina dos Santos Costa	
Amanda de Morais Oliveira Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.0001909101	
CAPÍTULO 2	13
APROVEITAMENTO DE COPRODUTO DO SUCO DE BETERRABA NA ELABORAÇÃO DE DOCES CREMOSOS (CONVENCIONAL E REDUZIDO VALOR CALÓRICO)	
Andressa Carolina Jacques	
Josiane Freitas Chim	
Rosane da Silva Rodrigues	
Mirian Ribeiro Galvão Machado	
Eliane Lemke Figueiredo	
Guilherme da Silva Menegazzi	
DOI 10.22533/at.ed.0001909102	
CAPÍTULO 3	25
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃES COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARINHA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO FONTE DE FIBRA	
Maurício Rigo	
Luiz Fernando Carli	
José Raniere Mazile Vidal Bezerra	
Ângela Moraes Teixeira	
DOI 10.22533/at.ed.0001909103	
CAPÍTULO 4	37
BEBIDA ALCOÓLICA DE MEL DE CACAU FERMENTADA POR LEVEDURA <i>Saccharomyces cerevisiae</i> : TECNOLOGIA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUO ALIMENTÍCIO	
Karina Teixeira Magalhães-Guedes	
Paula Bacelar Leite	
Talita Andrade da Anunciação	
Alaíse Gil Guimarães	
Janice Izabel Druzian	
DOI 10.22533/at.ed.0001909104	
CAPÍTULO 5	46
CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE CASCA DE UVA EM CEREAL MATINAL EXTRUSADO	
Denise de Moraes Batista da Silva	
Carla Adriana Ferrari Artilha	
Luciana Alves da Silva Tavone	
Tamires Barlati Vieira da Silva	
Thaysa Fernandes Moya Moreira	
Maiara Pereira Mendes	
Grasiele Scaramal Madrona	
DOI 10.22533/at.ed.0001909105	

CAPÍTULO 6 58

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA ERVA CIDREIRA (*LIPPIA ALBA* Mill.)
OBTIDO POR HIDRODESTILAÇÃO

Marcilene Paiva da Silva
Vânia Maria Borges Cunha
Eloísa Helena de Aguiar Andrade
Raul Nunes de Carvalho Junior

DOI 10.22533/at.ed.0001909106

CAPÍTULO 7 65

CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E FÍSICO-QUÍMICA DE SUCOS MISTOS DE FRUTAS TROPICais

Emanuele Araújo dos Anjos
Larissa Mendes da Silva
Pedro Paulo Lordelo Guimarães Tavares
Renata Quartieri Nascimento
Maria Eugênia de Oliveira Mamede

DOI 10.22533/at.ed.0001909107

CAPÍTULO 8 75

COMPORTAMENTO REOLÓGICO DO SUCO VERDE NA PRESENÇA DO YIBIO E A MUCILAGEM DE CHIA LIOFILIZADA (*SALVIA HISPÂNICA*)

Jully Lacerda Fraga
Adejanildo Silva Pereira
Kelly Alencar Silva
Priscilla Filomena Fonseca Amaral

DOI 10.22533/at.ed.0001909108

CAPÍTULO 9 82

DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA PARA QUEIJO MINAS FRESCAL

Maria Aparecida Senra Rezende
Cleuber Antonio de Sá Silva
Daniela Cristina Faria Vieira
Eliane de Castro Silva
Diego Rodrigo Silva

DOI 10.22533/at.ed.0001909109

CAPÍTULO 10 89

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE BOLOS SEM GLÚTEN SABOR CHOCOLATE UTILIZANDO DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARINHA DE SORGO

Thaynan Cruvinel Maciel Toledo
Fernanda Barbosa Borges Jardim
Elisa Norberto Ferreira Santos
Luciene Lacerda Costa
Daniela Peres Miguel

DOI 10.22533/at.ed.00019091010

CAPÍTULO 11	100
DESENVOLVIMENTO DE PÃO DE FORMA ELABORADO COM RESÍDUO DO EXTRATO DE INHAME (<i>Dioscorea spp</i>)	
Maria Hellena Reis da Costa	
Antonio Marques dos Santos	
Laryssa Gabrielle Pires Lemos	
Nathalia Cavalcanti dos Santos	
Caio Monteiro Veríssimo	
Leonardo Pereira de Siqueira	
Ana Carolina dos Santos Costa	
DOI 10.22533/at.ed.00019091011	
CAPÍTULO 12	110
DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO TIPO “NUGGETS” À BASE DE COUVE	
Ana Clara Nascimento Antunes	
Suslin Raatz Thiel	
Taiane Mota Camargo	
Mírian Ribeiro Galvão Machado	
Rosane da Silva Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.00019091012	
CAPÍTULO 13	121
DESENVOLVIMENTO DO FERMENTADO ALCOÓLICO DO FRUTO GOIABA BRANCA (<i>Psidium guajava</i>) cv. Kumagai – Myrtaceae	
Ângela Maria Batista	
Edson José Fragiurge	
Pedro Henrique Ferreira Tomé	
DOI 10.22533/at.ed.00019091013	
CAPÍTULO 14	133
DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA DE BARRA DE CEREAL FORMULADA COM BARU E CHIA	
Dayane Sandri Stellato	
Débora Cristina Pastro	
Patrícia Aparecida Testa	
Aline Silva Pietro	
Márcia Helena Scabora	
DOI 10.22533/at.ed.00019091014	
CAPÍTULO 15	139
DESENVOLVIMENTO, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃO DE QUEIJO ENRIQUECIDO COM SETE GRÃOS	
Vinícius Lopes Lessa	
Christian Vieira Pires	
Maria Clara Coutinho Macedo	
Aline Cristina Arruda Gonçalves	
Washington Azevêdo da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.00019091015	

CAPÍTULO 16	150
ELABORAÇÃO DE NIBS USANDO AMÊndoAS DE CACAU JACARÉ (<i>Herrania mariae Mart.</i> Decne. ex Goudot)	
Márlia Barbosa Pires	
Adrielle Vitória dos Santos Manfredo	
Hevelyn kamila Portal Lima	
DOI 10.22533/at.ed.00019091016	
CAPÍTULO 17	160
ELABORAÇÃO E CARACTERERIZAÇÃO DE NÉCTAR DE MARACUJÁ ADICIONADO DE SORO DE LEITE E FRUTOOLIGOSSACARÍDEO	
Auriana de Assis Regis	
Pahlevi Augusto de Sousa	
Hirlen Nara Bessa Rodrigues Beserra	
Ariosvana Fernandes Lima	
Denise Josino Soares	
Zulene Lima de Oliveira	
Antônio Belfort Dantas Cavalcante	
Renata Chastinet Braga	
Elisabeth Mariano Batista	
DOI 10.22533/at.ed.00019091017	
CAPÍTULO 18	172
ENRIQUECIMENTO DE PÃO TIPO AUSTRALIANO COM FARINHA DE MALTE	
Adriana Crispim de Freitas	
Iago Hudson da Silva Souza	
Maria Rita Fidelis da Costa	
Juliete Pedreira Nogueira	
Marinuzia Silva Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.00019091018	
CAPÍTULO 19	179
INFLUÊNCIA DA COR E DO ODOR NA DISCRIMINAÇÃO DO SABOR DE UM PRODUTO	
Tiago Sartorelli Prato	
Mariana Góes do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.00019091019	
CAPÍTULO 20	187
INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO DE <i>Salmonella spp.</i> E <i>Escherichia Coli</i> EM UVAS PÓS-COLHEITA ATRAVÉS DO USO DE COBERTURA COMESTÍVEL DE NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA FÚNGICA	
Natália Ferrão Castelo Branco Melo	
José Henrique da Costa Tavares Filho	
Fernanda Luizy Aguiar da Silva	
Miguel Angel Pelágio Flores	
André Galembeck	
Tânia Lúcia Montenegro Stamford	
Thatiana Montenegro Stamford-Arnaud	
Thayza Christina Montenegro Stamford	
DOI 10.22533/at.ed.00019091020	

CAPÍTULO 21 **200**

MICROENCAPSULAÇÃO POR LIOFILIZAÇÃO DE CAROTENOIDES PRODUZIDOS POR *Phaffia rhodozyma* UTILIZANDO GOMA XANTANA COMO AGENTE ENCAPSULANTE

Michelle Barboza Nogueira
Janaina Fernandes de Medeiros Burkert

DOI 10.22533/at.ed.00019091021

CAPÍTULO 22 **209**

OBTENÇÃO DE SORO DE LEITE EM PÓ PELO PROCESSO FOAM-MAT DRYING

Robson Rogério Pessoa Coelho
Ana Paula Costa Câmara
Joana D'arc Paz de Matos
Sâmara Monique da Silva Oliveira
Tiago José da Silva Coelho
Solange de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.00019091022

CAPÍTULO 23 **216**

OBTENÇÃO DE UM ISOLADO PROTÉICO EXTRAIDO DE SUBPRODUTOS DE PESCADA AMARELA (*Cynoscion acoupa*)

Márlia Barbosa Pires
Fernanda de Sousa Magno
José Leandro Leal de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.00019091023

CAPÍTULO 24 **228**

OTIMIZAÇÃO DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E CINÉTICA DE SECAGEM DE CUBIU (*Solanum sessiliflorum Dunal*) PARA OBTENÇÃO DE CHIPS

Luciana Alves da Silva Tavone
Suelen Siqueira dos Santos
Aroldo Arévalo Pinedo
Carlos Alberto Baca Maldonado
William Renzo Cortez-Vega
Sandriane Pizato
Rosalinda Arévalo Pinedo

DOI 10.22533/at.ed.00019091024

CAPÍTULO 25 **237**

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CERVEJAS TIPO WITBIER A PARTIR DE MALTE DE TRIGO E TRIGO NÃO MALTADO

Adriana Crispim de Freitas
Francielle Sousa Oliveira
Paulo Roberto Barros Gomes
Virlane Kelly Lima Hunaldo
Maria Alves Fontenele

DOI 10.22533/at.ed.00019091025

CAPÍTULO 26 **247**

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE DOCE DE LEITE UTILIZANDO LACTOSSORO NO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE - CAMPUS BOM JESUS DO ITABAPOANA-RJ

José Carlos Lazarine de Aquino
Jorge Ubirajara Dias Boechat
Cassiano Oliveira da Silva
Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa
Wesley Barcellos da Silva

DOI 10.22533/at.ed.00019091026

CAPÍTULO 27 **253**

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE ABACAXI PARA A PRODUÇÃO DE BISCOITO TIPO COOKIE INCORPORADO COM FARINHA DE COCO

Jéssica Barrionuevo Ressutte
João Pedro de Sanches Pinheiro
Jéssica Maria Ferreira de Almeida-Couto
Caroline Zanon Bellucco
Marília Gimenez Nascimento
Iolanda Cristina Cereza Zago
Joice Camila Martins da Costa
Kamila de Cássia Spacki
Mônica Regina da Silva Scapim

DOI 10.22533/at.ed.00019091027

CAPÍTULO 28 **263**

STUDY OF CELL VIABILITY AND PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PROBIOTIC JUICE FROM CASHEW AND TANGERINE

Maria Thereza Carlos Fernandes
Fernanda Silva Farinazzo
Carolina Saori Ishii Mauro
Juliana Morilha Basso
Letícia Juliani Valente
Adriana Aparecida Bosso Tomal
Alessandra Bosso
Camilla de Andrade Pacheco
Sandra Garcia

DOI 10.22533/at.ed.00019091028

SOBRE AS ORGANIZADORAS..... **273****ÍNDICE REMISSIVO** **274**

APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS E USO DE AGENTES DE CRESCIMENTO SOBRE A ESTRUTURA DE BROWNIES

Adriana de Oliveira Lyra

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Recife/PE.

Leonardo Pereira de Siqueira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Recife/PE.

Luciana Leite de Andrade Lima

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Recife/PE.

Ana Carolina dos Santos Costa

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Recife/PE.

Amanda de Morais Oliveira Siqueira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Recife/PE.

crescimento (fermento químico e bicarbonato de sódio). Foram levantadas informações nutricionais dos *brownies*, realizadas análises físicas (peso líquido, densidade, volume específico e altura) e indicadores culinários (índice de cocção e rendimento). Teor de sódio das amostras contendo agentes de crescimento foi o parâmetro da informação nutricional que se destacou entre os *brownies* diferindo estatisticamente em relação à outra amostra. Considerando as características físicas, observou-se que a variação do método não influenciou nenhum dos parâmetros avaliados. Contudo, a adição de agentes de crescimento promoveu diferenciação no peso líquido, volume específico e densidade da porção apenas entre *brownies* produzidos pelo mesmo método. O parâmetro altura não apresentou diferença significativa ($p<0,05$) entre os métodos. O índice de cocção diferiu apenas entre os métodos de preparação. Não houve avaliação relativa à crosta, mas observou-se a formação de crosta mais espessa e craquelada nas amostras com agentes de crescimento. Foi observado, portanto, que há diferenças quanto à utilização de agentes de crescimento na elaboração de brownies.

PALAVRAS-CHAVE: bolo, confeitaria, técnicas culinárias, fermento químico, gastronomia.

RESUMO: Bolo achatado típico norte-americano com sabor predominante de chocolate, o *brownie* apresenta crosta açucarada e diferentes texturas que vão do *fudgy* (cremoso) ou *cakey* (idêntico a bolo). Mas diferenciações de formulações e métodos de preparo adaptados levam a descarterização dessa produção da confeitaria. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência de métodos e uso de agentes de crescimento sobre a estrutura de *brownies*. Quatro formulações de *brownies* foram desenvolvidas, tendo como variáveis dois métodos de elaboração (cremoso e esponjoso) e a presença ou ausência de agentes de

APPLICATION OF DIFFERENT METHODS AND USE OF GROWTH AGENTS ON THE STRUCTURE BROWNIES

ABSTRACT: Typical North American flattened cake with a predominant chocolate flavor, the Brownie has a sugary crust and different textures ranging from fudgy (creamy) or cakey (cake-like). However, differentiation of formulations and adapted preparation methods cause the de-characterization of this confectionery product. The objective of this research was to evaluate the influence of methods and use of growth agents on the structure of brownies. Four formulations of brownies were developed, having as variables two preparation methods (creamy and spongy), as well as the presence or absence of growth agents (yeast and baking soda). Nutritional information of the brownies was collected, physical analyzes performed (net weight, density, specific volume and height) and culinary indicators (cooking index and yield). Sodium content of the samples containing growth agents was the parameter of the nutritional information that stood out among the brownies differing statistically in relation to the other samples. Considering the physical characteristics, it was observed that the variation of the method did not influence any of the analyzed parameters. However, the addition of growth agents promote differentiation in net weight, specific volume and portion density, but only among brownies produced by the same method. The height parameter showed no significant difference ($p<0.05$) between the methods. The cooking index differed only between the preparation methods. There was no evaluation of the crust, but thicker, cracked crust formation was observed in the growth agent samples. It has been observed, therefore, that there are differences regarding the use of growth agents in the preparation of brownies.

KEYWORDS: cake, confectionery, culinary techniques, chemical yeast, gastronomy.

1 | INTRODUÇÃO

Na história da alimentação a relação do homem com o alimento foi concebida desde a sua origem. A busca do alimento visava satisfazer a fome, pois a alimentação nesta época era limitada ao consumo de animais e coleta de vegetais. A partir da descoberta do fogo grandes transformações ocorreram na alimentação humana. Porém, não apenas o fogo foi responsável pelas mudanças alimentares, visto que os primórdios da arte culinária estão associados à invenção dos utensílios de pedra e barro, a criação do forno feito de argila que contribuíram bastante para as mudanças ocorridas, havendo registros de receitas de cozinha talhadas na argila, com símbolos cuneiformes que datam de 1500 a.C. (FRANCO, 2001).

Na evolução do universo da gastronomia, tanto o uso de mel, quanto os grãos como o trigo e a cevada foram ingredientes fundamentais para o surgimento da Panificação e da Confeitoraria. Uma vez que a confeitoraria surgiu associada à panificação, os egípcios além de serem os primeiros povos a produzirem pães, eram conhecidos por preparar bolos rudimentares próximo de 3.000 a.C. (SUAS, 2011).

Barcelo et al. (2014) explicam que a real diferença entre pães e bolos somente veio a ser caracterizada durante o Renascimento com a chegada dos confeiteiros vindos de Florença para a França e o consequente desenvolvimento de novos pratos doces (HERMÉ, 2010).

Dentre os produtos de panificação, o bolo vem adquirindo crescente importância quanto ao consumo e à comercialização no Brasil, principalmente, devido ao desenvolvimento técnico que possibilitou mudanças nas indústrias que passaram da pequena à grande escala (MELO et al., 2017). A massa de um bolo, ou produto semelhante, pode ser considerada um complexo emulsionante de óleo em água, com uma fase aquosa contínua contendo ingredientes dissolvidos ou ingredientes secos em suspensão (SIMON, 2014).

O *brownie* é uma variação de bolo típico dos Estados Unidos que é apresentando no formato achatado. Com sabor predominante de chocolate, é composto de outros ingredientes básicos como farinha, manteiga, ovos e açúcar. É geralmente consumido como sobremesa em pedaços quadrados ou retangulares, apresentando coloração marrom escuro como relata seu nome (FARIAS et al., 2018). De crosta açucarada, sua textura pode ser *fudgy* (cremoso) ou *cakey* (semelhante a um bolo) sendo determinada pelo tempo de forneamento e pelas preferências individuais (SELVAKUMARAN et al., 2019).

No Brasil, o *brownie* ganhou popularidade e a grande aceitabilidade se dá pelo gosto por chocolate, bem como pelos doces, herança que a confeitoraria brasileira assimilou com a cultura da cana-de-açúcar, principalmente no nordeste brasileiro cuja disponibilidade de açúcar permitiu a produção e preferência por doces muito açucarados (LESNAU, 2004; FREITAS, 2018).

Assim, o consumo de produtos mais adocicados permite a aceitação massiva dos *brownies*. Mas observa-se que existem grandes diferenciações de formulações, com inúmeras adaptações e até mesmo supressão de ingredientes ditos como clássicos nos *brownies*. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da aplicação de diferentes métodos de produção e a aplicação de agentes de crescimento sobre a estrutura de *brownies*.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades desta pesquisa foram desenvolvidas no Laboratório de Gastronomia e no Laboratório de Análises Gastronômicas e Experimentação de Alimentos, ambos do Departamento de Tecnologia Rural, Campus Dois Irmãos, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Para a elaboração dos *brownies* foram desenvolvidas quatro formulações, que diferem entre si quanto ao método de produção e pela presença ou ausência de fermento químico e bicarbonato de sódio (Tabela 1).

Para definição das formulações foi aplicado o conceito do “percentual do padeiro” que considera a quantidade de farinha (valor 100%) como o elemento que determinará os percentuais dos demais ingredientes (VIANNA et al., 2018).

Ingredientes	Percentual do Padeiro (%)			
	Cremoso Brownie A	Cremoso Brownie B	Esponjoso Brownie C	Esponjoso Brownie D
Farinha de trigo sem fermento	100	100	100	100
Chocolate meio amargo	100	100	100	100
Açúcar cristal	120	120	120	120
Ovos	80	80	80	80
Manteiga sem sal	27	27	27	27
Cacau em pó	3	3	3	3
Fermento em pó	3	0	3	0
Bicarbonato de sódio	1	0	1	0

Tabela 1. Composição das formulações dos *brownies* em percentual do padeiro (%) quanto aos métodos de produção e presença de agente de crescimento.

O preparo dos *brownies* (figura 1) seguiu o método cremoso, descrito por Gisslen (2011) e o método esponjoso, descrito por *The Culinary Institute of America* (2015), ambos com modificações.

Informação Nutricional das Formulações

Foi calculada por meio da elaboração de ficha técnica de preparo contendo a lista qualitativa e quantitativa dos ingredientes da formulação em programa Microsoft Excel 2010®. Para quantificação dos nutrientes foi utilizada a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), e para as informações dos insumos não contemplados na TACO foram utilizados dados dos rótulos dos produtos. A informação nutricional foi definida quanto ao Valor energético (Kcal), Carboidratos (g), Proteínas (g), Gorduras (g), Gorduras Saturadas (g), Gorduras Trans (g), Fibras (g) e Sódio (mg).



Figura 1. Fluxograma de elaboração dos *brownies* pelos métodos esponjoso (THE CULINARY INSTITUTE OF AMERICA, 2015) e cremoso (GISSLÉN, 2011) com modificações.

Peso líquido, Volume específico e Densidade

As análises foram realizadas em quintuplicatas. Para avaliação do peso líquido as amostras que foram pesadas em balança analítica e o registro expresso em g/unidade. Posteriormente, em cada amostra de *brownie* foi determinado o volume específico pelo método de deslocamento de sementes de alpiste (AACC, 2000), cuja metodologia consistiu em preencher com alpiste um recipiente até a borda nivelando-o com auxílio de uma régua. Em seguida, transferiu-se todo alpiste do recipiente para proveta graduada e registrou-se o volume total (mL). Transferiu-se parte deste volume de alpiste (V1), novamente para o recipiente e em seguida, colocou-se individualmente cada amostra de *brownie*, cobrindo-a dentro do recipiente com o restante de alpiste até a borda, nivelando o recipiente com auxílio de régua. O volume remanescente de alpiste (V2) foi medido em proveta, sendo registrado o volume da amostra (V2) em mL. O cálculo do volume específico se deu pela divisão do volume da amostra pelo seu peso líquido. A determinação da densidade da amostra foi obtida pela divisão do peso líquido pelo seu volume (PIMENTEL et al., 2011).

Altura da porção

Após o corte, os *brownies* foram medidos, da base ao topo, com uso de

paquímetro. As medidas foram tomadas em quintuplicata.

Índice de cocção (IC)

Foi utilizada a equação $IC = PC / PL$, onde PC corresponde ao peso do *brownie* cozido e PL ao peso líquido da massa crua (BRAGA, 2017).

Rendimento

Foi contabilizado após o recorte e a retirada das aparas, o número total de *brownies* obtidos a cada fornada. Os resultados dessas medidas foram tabulados obtendo-se a média dos dados por formulação.

Análise dos custos dos *brownies*

O custo direto dos *brownies* foi calculado baseado no valor de compra dos insumos (R\$), no período de maio de 2019, em relação ao peso bruto do insumo utilizado na formulação. O somatório dos custos dos insumos resultou no custo direto final da produção (BRAGA, 2017). O custo por porção foi calculado pela relação entre o custo direto final e o total de porções obtidas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores referentes à informação nutricional dos *brownies* demonstram que o valor calórico e teor de carboidratos entre as amostras não apresentaram diferenças significativas. Vale destacar que a diferença entre as formulações se dá pela presença de amido no fermento químico, pois todo o fermento em pó contém amido visando evitar o contato direto entre os ingredientes ativos e controlar a umidade dos componentes (MACEDO et al., 2017).

Entretanto, o teor de sódio presente nas amostras contendo agentes de crescimento (fermento químico e bicarbonato de sódio) foi o parâmetro da informação nutricional que se destacou entre as formulações dos *brownie* que difere estatisticamente em relação à outra amostra (Tabela 2). Esses resultados, apesar de apresentarem diferenciação não possuem repercussão alarmante quanto ao consumo de *brownies* que possuem agentes de crescimento na fórmula, pois o somatório de sódio na alimentação cotidiana pode chegar ao consumo máximo diário de sal de cozinha é de 5g, o que corresponde a 2000mg de sódio (WHO, 2012).

Informação Nutricional	Brownie A e C (com agentes de crescimento)	Brownie B e D (sem agentes de crescimento)
Valor energético (Kcal)	183.29 ^a	183.02 ^a
Carboidratos (g)	25.74 ^a	25.60 ^a
Proteínas (g)	2.73 ^a	2.73 ^a
Gorduras (g)	7.75 ^a	7.75 ^a
Saturadas (g)	4.16 ^a	4.16 ^a
Trans (g)	0.08 ^a	0.08 ^a
Fibras (g)	0.88 ^a	0.88 ^a
Sódio (mg)	78.71 ^a	10.41 ^b

Tabela 2. Informação nutricional por porção (40g) dos *brownies* formulados com ou sem adição de agentes de crescimento*.

*Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Vale salientar que o sódio desempenha importantes funções no corpo humano sendo responsável pela troca de água das células com o meio externo, eliminação de resíduos, absorção de nutrientes, transmissão nervosa e equilíbrio ácido base. Entretanto, sabe-se que o consumo elevado pode desencadear principalmente doenças cardiovasculares, entre outras (MOREIRA et. al, 2018). E por isso a rotulagem nutricional dos alimentos é um instrumento importante ao consumidor permitindo-lhe o acesso às informações nutricionais, parâmetros de qualidade e segurança do seu consumo, podendo influenciá-lo quanto à sua aquisição (CEZAR; VICENZE; ALVES, 2019).

Considerando as características físicas quanto à aplicação de dois métodos de produção dos *brownies* (Tabela 3), observou-se que a variação do método não influenciou em nenhum dos parâmetros avaliados. Contudo, a adição de agentes de crescimento (bicarbonato de sódio e fermento químico) promoveu diferenciação no peso líquido dos *brownies* (g/porção), no volume específico (ml/g porção) e na densidade (g/ml porção) da porção apenas entre os *brownies* produzidos pelo mesmo método, independente da aplicação do método esponjoso ou do método cremoso.

Características Físicas	Método Cremoso		Método Esponjoso	
	Brownie A	Brownie B	Brownie C	Brownie D
Peso líquido (g/porção)	39.85 \pm 0.78 ^a	46.75 \pm 2.19 ^b	40.90 \pm 0.07 ^a	47.05 \pm 0.78 ^b
Altura (mm/porção)	1.51 \pm 0.07 ^a	1.46 \pm 0.04 ^a	1.68 \pm 0.03 ^a	1.55 \pm 0.06 ^a
Volume específico (ml/g porção)	11.24 \pm 0.22 ^a	9.67 \pm 0.41 ^b	11.09 \pm 0.02 ^a	9.49 \pm 0.09 ^b
Densidade (g/ml porção)	0.0919 \pm 0.0053 ^a	0.1007 \pm 0.0057 ^b	0.0902 \pm 0.0002 ^a	0.1035 \pm 0.0035 ^b

Tabela 3. Média e desvio padrão das características físicas dos *brownies* formulados com ou sem adição de agentes de crescimento produzidos pelo método esponja e método cremoso (amostras de 6cm x 6cm)*.

*Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O peso líquido e a densidade menores, bem como o volume específico maior nos *brownies* elaborados com fermento químico e bicarbonato de sódio podem ser explicados pela ação desses agentes de crescimento que liberam CO₂ quando aquecido ou sob agitação. O volume do bolo está relacionado com a quantidade de ar incorporado no produto assado, com a umidade e a quantidade de CO₂ liberado na cocção. O gás formado exerce grande pressão dentro da massa, resultando no aumento do volume no produto final (MACEDO et al., 2017). Já a densidade da massa é essencial para caracterização da quantidade de ar incorporado (RIOS, 2014), condição que permite a produção de *brownies* mais leves e menos densos.

Umas das considerações quanto às massas de *brownies* é que essas possuem elevada viscosidade, e de acordo com a publicação “*Industrialização de Pães, Massas e Biscoitos*” (SENAI, 2016), a viscosidade da massa é um dos fatores que controla seu volume final, pois na massa a taxa de propagação de bolhas de ar é inversamente proporcional à viscosidade. Assim, observa-se que há um baixo aprisionamento de núcleos de ar formados durante a mistura, com baixa capacidade de retenção no forneamento.

O baixo volume das massas pós-cocção repercute na altura dos *brownies*. Classicamente, *brownies* são caracterizados por serem bolas achatadas e nessa pesquisa a altura não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os métodos com ou sem agentes de crescimento (tabela 3).

Simon (2014) explica que os *brownies* tendem a formar uma camada densa e cremosa internamente e, uma camada superficial mais firme (SIMON, 2014). Nessa pesquisa, observou-se que os *brownies* que continham agentes de crescimento na composição apresentaram crostas mais rígidas e açucaradas (Figura 2). No método cremoso com agente de crescimento (Brownie A) observou-se que a formação de crosta foi mais evidente e craquelada do que nas demais formulações (Figura 2).



Figura 2. Imagens da crosta superficial dos *brownies* produzidos pelo método cremoso método esponjoso e com ou sem agente de crescimento.

A formação da crosta depende da mistura dos ovos com açúcar à massa. Essa combinação forma uma película no topo do *brownie*, uma camada de merengue fina, delicada e praticamente imperceptível que se separa da massa cremosa (GALVÃO, 2017). A desnaturação das proteínas e a formação de uma crosta que confere a característica de crocância aos bolos e em especial aos *brownies* ocorrem durante o forneamento (COSTA, 2017).

Na tabela 4 observa-se que o índice de cocção (IC) dos *brownies* elaborados difere apenas entre os métodos de preparação. Dentro do mesmo método, independente do uso de agente de crescimento não foi observado diferença. A perda de água ou peso em todos os *brownies* não foi elevada, pois o IC ficou próximo a 1.

Segundo Suas (2011) o açúcar ajuda a manter a umidade do bolo. O grande diferencial do *brownie* em relação a bolos de chocolate é sua umectância interna (KOERICH, NEIS, MARINHO, 2013). Galvão (2017) explica que a textura de um *brownie* resulta de três variáveis: a quantidade de gordura (proveniente da manteiga e do chocolate); quantidade de farinha e de açúcar; e do binômio tempo e temperatura de forneamento que interfere diretamente no resultado, visto que o maior tempo de forno causa perda de umidade, interfere na cremosidade, promovendo aquisição da textura de bolo, e no caso dos *brownies*, caracterizando-os como tipo *cakey* (SELVAKUMARAN et al., 2019).

INDICADORES CULINÁRIOS	Método Cremoso		Método Esponjoso	
	Brownie A	Brownie B	Brownie C	Brownie D
Índice de cocção	0.953	0.954	0.978	0.980
Rendimento (porção 40g)	14 unidades	14 unidades	14 unidades	14 unidades
Custo por produção (R\$)	8.49	8.30	8.49	8.30
Custo por porção de 40g (R\$)	0,61	0,59	0,61	0,59

Tabela 4. Indicadores culinários dos *brownies* forneados a 160°C/20 minutos, em forma de alumínio (30cm x 20cm x 5cm) partindo de 600g da mistura.

Costa (2017) observou o índice de cocção *brownie* encontrou IC de 0,87, caracterizando um *brownie* provavelmente mais seco que o obtido nessa pesquisa, considerando o nível de perda de água superior ao encontrado nesse estudo. Já no estudo de Souza et al. (2016) com *brownie* elaborado com farinha de cascas de frutas o fator de cocção foi 0,97, bastante semelhante aos dos *brownies* desenvolvidos nesta pesquisa.

Quanto ao custo de elaboração dos *brownies*, a diferença entre os *brownies* com e sem agentes de crescimento foi apenas de 19 centavos, tanto no método esponjoso quanto no método cremoso. No custo por porção (40g) a diferença foi apenas de dois centavos de real. Logo essa diferença discreta de custos se deve aos

valores de custo dos agentes de crescimento. Neste aspecto do custo dos *brownies* nesta pesquisa, não foram incluídos outros fatores envolvidos na elaboração dos *brownies*, como energia, água, gás, equipamentos, mão-de-obra e outros. Custos são os gastos relativos a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens ou serviços. Os custos são ditos diretos quando “podem ser apropriados diretamente aos produtos, bastando haver uma medida de consumo” (DIAS; FERNANDES, 2016).

Por meio de pesquisa *in loco*, foi possível verificar o preço da porção de *brownies* simples e sem recheios com valores de venda ao consumidor variando entre cinco e doze reais, em padarias e quiosques de *shoppings* da cidade de Recife. Assim pode-se observar a viabilidade do *brownie* como um negócio que tem amplo mercado, como já visto neste trabalho devido a grande aceitação e popularização deste doce no Brasil, podendo assim gerar emprego e renda tanto no mercado informal quanto no mercado formal podendo ser exposto a venda em vários lugares, como em pontos ambulantes, ambiente virtual, quiosques de *shoppings*, cafeteria, confeitorias, padarias, *delicatessen*. Devido a essas questões, é fundamental a oferta de um produto diferenciado, de excelente qualidade, com divulgação e políticas de *Marketing*, preço acessível e que atenda às expectativas dos consumidores, fidelizando a Marca.

4 | CONCLUSÃO

Conforme o resultado deste estudo foi possível observar que a adição dos agentes de crescimento (fermento químico e bicarbonato de sódio) é capaz de promover alterações físicas nas formulações independente da aplicação do método esponjoso ou do método cremoso. A introdução desses agentes proporciona *brownies* mais leves e menos densos, bem como uma crosta mais espessa e craquelada, em comparação com as amostras elaboradas sem agentes de crescimento. Concluindo portanto, que há diferenças quanto à utilização de agentes de crescimento na elaboração de *brownies*, e que o conhecimento e a pesquisa em relação aos ingredientes utilizados na elaboração de *brownies* e outras preparações na área de confeitoria visam aperfeiçoar os aspectos de qualidade com o intuito melhorar a experiência gastronômica dos consumidores com o produto.

REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. Method 10-05.01. **Guidelines for Measurement of Volume by Rapeseed Displacement**. 2000

BARCELO, D.M.S.; ANTÔNIO, L.C.; RODRIGUES, J.P.M; OLIVEIRA, L.F.; OLIVEIRA, I.P. Processamento e análise sensorial de bolo de chocolate com farelo de mandioca desidratado. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 7, n. 1, p 114-129, 2014.

BRAGA, R.M.M. **Gestão da Gastronomia: Custos, Formação de Preços, Gerenciamento e**

Planejamento do Lucro. 5 ed. São Paulo: SENAC. 2017. 232p.

CEZAR, S.; VICENZI, K.; ALVES, M. K. Análise do teor de sódio a partir das informações nutricionais contidas em rótulos de conservas vegetais industrializadas. **Revista UNINGÁ**, v. 56, n. 1, p. 77-84, 2019.

COSTA, R.G.F. **Determinação de fatores de cocção em preparações.** 2017. 39 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2017.

DIAS, P.S.O.A.C.S; FERNANDES, A.A.H. Sistema de custos aplicado a uma confeitearia em Belém (PA). In: Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, 8, 2016, São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão: DEPRO/UFS, 2016. p. 285-299.

FARIAS, J.T.F.; GOMES, L.; SOUZA, N.R.S.; PAES, P.; ARAUJO, J.M.D.; MACHADO NETA, M.L.P.; et al. Avaliação sensorial de brownie adicionado de farinha de limão. In: Congresso Brasileiro de Nutrologia, 22, 2018, São Paulo. **International Journal of Nutrology**, v. 11, S-01, 2018.

FRANCO, A. **De caçador a gourmet: uma história da gastronomia.** 4. ed. São Paulo: SENAC, 2001. 287 p.

FREITAS, C.H.G. “**Cozinha medieval”: regionalidade e pós-modernidade em um restaurante gastronômico de uma cidade global.** 2018. 237 f. Dissertação (Mestrado em Administração). Faculdade Gestão e Negócios. Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

GALVÃO, J. **A Química dos Bolos: receitas e segredos para os dias mais doces.** 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2017. 288 p.

GISSLÉN, W. **Panificação e confeitearia profissionais.** 1 ed. Barueri: Manole, 2011. 770 p.

HERMÉ, P. **Larousse das sobremesas.** 2. ed. São Paulo: Larousse do Brasil, 2010. 240 p.

KOERICH, G.H.; NEIS, M. S.; MARINHO, K. B. Análise sensorial do brownie: tradição versus contemporaneidade. In: Congresso Internacional de Gastronomia, 2013, Centro Universitário Senac São Paulo. **Anais...** São Paulo: Senac, 2013. p. 115-123.

LESNAU, M.C.S. **Influência portuguesa na doçaria brasileira.** 2004. 68 f. Monografia (Especialização em Gastronomia e Segurança alimentar). Centro de Excelência em Turismo. Universidade de Brasília. Brasília. 2004.

MACEDO, S.R.; SOUSA, R.S.; DORNELES; A.M.; GALIAZZI, M.C. Entre experimentos e fermentos: como o bicarbonato de sódio se tornou um constituinte em processos fermentativos? **Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química**, v.1, n.1, p. 103-119, 2017.

MELO, C.M.T; PROENÇA, D.M.; SEGATTO, L.B.; GONÇALVES, T. Análises físico-químicas de bolo de laranja comparadas ao do rótulo do produto. **Boletim Técnico IFTM**, n. 2, p. 6-9, 2017.

MOREIRA, M.M.; MOREIRA, M.M; SANTOS, V.S.; VIRTUOSO JR, J.S. Inadequação no consumo de sódio e o impacto nos custos de internações por doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Educação e Cultura**, n.17, p. 140-148, 2018.

PIMENTEL, C.M.; BARBOSA, J.B.; TALMA, S.V.; PEREIRA, S.M.F. Avaliação da qualidade dos pães para hambúrguer fabricados em Campos dos Goytacazes-RJ. **Perspectivas online**, v.1, n.2, p. 18-25, 2011.

RIOS, R.V. **Efeitos da substituição de gordura vegetal hidrogenada nas propriedades**

estruturais de bolos. 2014. 131 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica), Departamento de Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SELVAKUMARAN, L.; SHUKRI, R.; RAMLI, N.S.; DEK, M.S.P.; IBADULLAH, W.Z.W. Orange sweet potato (*Ipomoea batatas*) puree improved physicochemical properties and sensory acceptance of brownies Ipomoea batatas) puree. **Journal of the saudi society of agricultural sciences**, v. 18, n. 3, p. 332-336, 2019.

SENAI. **Industrialização de pães, Massas e Biscoitos**. São Paulo: SESI SENAI, 2018. 112 p.

SIMON, A. **Elaboração de brownie de chocolate sem glúten com a utilização de farinha de arroz e trigo sarraceno**. 2014. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos). Instituto de Ciências e Tecnologia de alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2014.

SOUZA, P.S.M.; BORGES, D.L.C.; CARDOSO, G.A.; AMORIM, M.M.A. Elaboração da farinha de cascas de frutas e sua utilização no preparo de brownie. **Lecturas Educación Física y Deportes**, v. 221, p. 1-1, 2016.

SUAS, M. **Pâtisserie: abordagem profissional**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 715 p.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4^a Ed. Campinas: NEPA. UNICAMP, 2011. Disponível em: <http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 20 maio de 2019.

THE CULINARY INSTITUTE OF AMERICA. **Baking and pastry: mastering the art and craft**. 3 ed. New Jersey: Wiley & Sons, 2015. 1136p.

VIANNA, F. S. V.; REDOSCHI, G.; LAGE, M.F.; IKEMOTO, M.Y.; COELHO, S.T. **Manual prático de panificação**. São Paulo: SENAC, 2018. 350p.

WHO. **Guideline: Sodium intake for adults and children**. Geneva, World Health Organization; 2012. Disponível em: <http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sodium_intake/en/>. Acesso em: 10 jun 2019.

APROVEITAMENTO DE COPRODUTO DO SUCO DE BETERRABA NA ELABORAÇÃO DE DOCES CREMOSOS (CONVENCIONAL E REDUZIDO VALOR CALÓRICO)

Andressa Carolina Jacques

Universidade Federal do Pampa, Engenharia de Alimentos
Bagé/RS

Josiane Freitas Chim

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas e Farmacêuticas e de Alimentos
Pelotas/RS

Rosane da Silva Rodrigues

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas e Farmacêuticas e de Alimentos
Pelotas/RS

Mirian Ribeiro Galvão Machado

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas e Farmacêuticas e de Alimentos
Pelotas/RS

Eliane Lemke Figueiredo

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Pelotas/RS

Guilherme da Silva Menegazzi

Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Pelotas/RS

para aproveitamento das suas características sensoriais e bioativas além da redução de impacto ambiental gerado pelas agroindústrias. Objetivou-se aproveitar resíduo obtido a partir da elaboração de suco de beterraba para elaborar doce cremoso convencional e de reduzido valor calórico, avaliando-os quanto a aspectos físico-químicos, atividade antioxidante e sensorialmente. Os doces foram obtidos pela cocção dos ingredientes (resíduo do suco de beterraba, sacarose e ou edulcorantes e sorbitol, água potável, benzoato de sódio, ácido cítrico, pectina ATM ou BTM e cloreto de cálcio) até o teor de sólidos solúveis totais de 65° Brix para a formulação do doce convencional e de 50° Brix para o de reduzido valor calórico. Avaliou-se umidade, proteínas, lipídeos, cinzas, fibras, pH, acidez, sólidos solúveis totais e açúcares totais, redutores e não redutores, atividade de água, cor, fenois totais, betalaínas, atividade antioxidante; *Salmonella sp*, contagem de coliformes totais, coliformes termotolerantes e bolores e leveduras. Testes de aceitabilidade e de intenção de compra forma utilizados na análise sensorial. Doces cremosos elaborados com resíduo de beterraba apresentam-se como boa alternativa para minimização do resíduo proveniente deste vegetal na agroindústria, apresentando qualidade microbiológica e boa aceitabilidade. O doce de reduzido valor calórico apresentou maior teor de umidade, atividade de

RESUMO A elaboração de produtos a partir de resíduo de beterraba é uma alternativa viável

água e acidez do que o doce convencional, com tonalidade vermelha mais intensa, próxima à do resíduo. Preservou mais o teor de fenóis totais e a atividade antioxidante, mas bem menos o teor de betalaínas.

PALVRAS-CHAVE: Agroindústrias, Atividade antioxidante, betalaínas

USE OF BEET JUICE COPRODUCT IN THE PREPARATION OF CREAMY CANDY (CONVENTIONAL AND REDUCED CALORIC VALUE)

ABSTRACT: The elaboration of products a viable alternative to takead vantage of its sensorial and bioactive characteristics besides there reduction of environmental impact generated by agroindustries. The objective was to take advantage of the residue obtained from the preparation of beet juice to prepare conventional cream with low caloric value, evaluating them in terms of physical and chemicals pects, antioxidant and sensorial activity. Sweets were obtained by cooking the ingredients (beet juice residue, sucrose and sweetners and sorbitol, drinking water, sodium benzoate, citric acid, ATM or BTM pectin and calcium chloride) up to the total soluble solids contentof 65 Brix for the formulation of conventional candy and 50° Brix for the low calorievalue. Moisture, protein, lipids, ash, fiber, pH, acidity, total soluble solids and total sugars, reducing and non-reducing, water activity, color, total phenols, betalaises, antioxidant activity; *Salmonella* sp, counts of total coliforms, thermotolerant coliforms and moldsandyeasts. Acceptability and intention-to-purchase tests used in sensory analysis. Creamys weets made with beet residue are presented as a good alternative to minimize the residue from this plant in the agroindustry, presenting microbiological quality and good acceptability. The low-calories weethad a higher content of moisture, water activity and acidity than conventional weet, with a more intense red tint, close to the residue. Preserved more the total phenol content and the antioxidant activity, but much less the content of betalaínas.

KEYWORDS: Agroindustries, Antioxidant activity, betalains

1 | INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris L.*), originária de regiões de clima temperado da Europa e Norte da África, é uma hortaliça que vem mostrando crescimento no mercado brasileiro sendo cultivada propriedades em todo o País, as quais produziram cerca de 135 mil toneladas no ano de 2017. Minas Gerais, Santa Catarina, Rio grande do Sul e Paraná, Bahia e Goiânia respondem por 71% do total comercializado (IBGE, 2018; HORTIFRUTI BRASIL, 2018). Esta hortaliça, bem como seus extratos e corantes, são universalmente permitidos como ingredientes na indústria de alimentos, onde são amplamente empregados (Kujala et al., 2002; Tiveli, et al, 2011). Além disso, a beterraba possui importantes compostos bioativos, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos e os pigmentos betalaínas, além da presença de fibras e vitaminas do complexo B. A estes constituintes tem sido associado efeitos protetores

à saúde, como a atividade anti radical, proteção a doenças relacionadas ao estresse oxidativo como obesidade e a quimioprevenção a alguns tipos de câncer (Caietal., 2003; Porto Dalla Costa, 2015).

Beterrabas apresentam ampla versatilidade na sua forma de consumo, podendo ser consumida fresca, cozida, em conserva, na forma de sucos, além de ser empregada como ingrediente em preparações e, atualmente, vem se destacando entre os produtos minimamente processados (Ferreira, 2010; Porto Dalla Costa, 2015). A utilização da beterraba pela agroindústria geraresíduos, sendo que o estudo sobre aproveitamento de resíduos e subprodutos apresentam resultados relevantes quanto à redução do desperdício de alimentos nas etapas produtivas e no desenvolvimento de novos produtos, além de proporcionar economia nos custos de produção (Valença; Santana; Freitas, 2008; Silva e Ramos, 2009; Damianiet al., 2011; Roriz, 2012).

A elaboração de produtos a partir de resíduo de beterraba é uma alternativa viável para aproveitamento das suas características sensoriais e bioativas além da redução de impacto ambiental gerado pelas agroindústrias. Em face do exposto, o objetivo deste trabalho foi aproveitar resíduo obtido a partir da elaboração de suco de beterraba para elaborar doce cremoso convencional e de reduzido valor calórico, avaliando-os quanto a aspectos físico-químicos, atividade antioxidante e sensorialmente.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As beterrabas (*Beta vulgaris*L.) foram adquiridas no comércio local da cidade de Pelotas-RS (**31° 46' 34" Sul, 52° 21' 34" Oeste**). O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo cfa (temperado úmido com verão quente). Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental completamente casualizado, com três repetições. O experimento foi arranjado em esquema fatorial, com três níveis de tratamento (resíduo da elaboração de suco de beterraba, doce cremoso convencional e doce cremoso de reduzido valor calórico de beterraba). O processamento foi realizado no Laboratório de Processamento de Alimentos de origem vegetal, do CCQFA- UFPel. Inicialmente as beterrabas foram lavadas, sanitizadas em solução clorada a 200 ppm e enxaguadas em água corrente potável, obtendo-se o suco/resíduo de beterraba através de um processador de frutas do tipo mixer. Os doces foram obtidos pela cocção dos ingredientes até o teor de sólidos solúveis totais de 65° Brix para a formulação do doce convencional e de 50° Brix para o de reduzido valor calórico, a partir das seguintes formulações: Doce cremoso convencional: (%m/m) resíduo de beterraba (35,5% do peso total), sacarose (21,4% do peso total), água potável (42,6% do peso total) e benzoato de sódio (0,07% do peso total), pectina ATM (0,32% em relação à sacarose) e ácido

cítrico (0,11% em relação à sacarose). Doce em massa de reduzido valor calórico: (%m/m) resíduo de beterraba (37,4% do peso total), água potável (44,98% do peso total), sacarose (11,2% do peso total), ácido cítrico (0,9% em relação ao peso total), sorbato de potássio (0,04% do peso total), sorbitol (4,5% do peso total), benzoato de sódio (0,04% do peso total), pectina BTM (0,7% em relação à sacarose), cloreto de cálcio (3,4% em relação à pectina) e combinação ciclamato de sódio: sacarina sódica (1:10, em substituição aos 10,2% de açúcar removidos, calculado em base no poder adoçante de cada edulcorante). Ao final do processo os doces cremosos foram acondicionados em filmes de polipropileno bioorientado, dispostos em caixas de madeira com capacidade para 1kg (embalagem tradicionalmente utilizada pela indústria local) e armazenados à temperatura ambiente, em condições similares às de mercado, ao abrigo da umidade e incidência direta de luz solar.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Em caso de significância estatística, compararam-se os efeitos do fator de tratamento pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os resultados das determinações químicas e teste T de Student para os resultados da análise sensorial.

Caracterização físico-química

O resíduo e os doces foram analisados quanto à umidade, proteínas, lipídeos, cinzas, fibras, pH, acidez, sólidos solúveis totais e açúcares totais, redutores e não redutores, em triplicata, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). A atividade de água foi determinada, em triplicata, diretamente em medidor eletrônico da marca Decagon, modelo Aqualab lite, à temperatura constante ($25,0 \pm 0,30^{\circ}\text{C}$). O cálculo do valor calórico e de carboidratos totais seguiu a RDC MS nº 360/2003 (BRASIL, 2003).

Os parâmetros colorimétricos foram determinados no sistema CIELAB utilizando-se um Colorímetro Minolta CR – 300, o qual foi calibrado com placa de porcelana branca. Foi utilizando o iluminante D65. No sistema CIELAB (Konica Minolta Sensing, INC PCC, 1998), L representa a luminosidade ($L^*=0$ é preto e $L^*=100$ é claridade total). As coordenadas que indicam a direção das cores são: $+a^*$ =vermelho e $-a^*$ =verde; $+b^*$ =amarelo e $-b^*$ =azul. A partir destas coordenadas de cores calculou-se o ângulo $h^* = [\arco{\tan}(b^*/a^*)]$, que representa a tonalidade da cor. O $^{\circ}\text{Hue}$ varia de 0° a 360° , sendo 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul) (McGuire, 1992).

Determinação de compostos fenólicos totais, betalaínas e atividade antioxidante

Os compostos fenólicos totais foram avaliados de acordo com a metodologia de Singleton e Rossi (1965). Os compostos foram extraídos com a utilização de metanol. Logo após tempo de reação, foram adicionadas água e reagente Folin-Ciocalteau.

O extrato ficou agindo por 3 minutos e logo após foi adicionado carbonato de sódio. Foi feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro à 760nm. Os compostos foram quantificados através da construção de uma curva com padrão de ácido gálico ($y=0,0085x+0,025$), com resultados expressos em mg ácido gálico $100g^{-1}$ amostra seca.

O teor de betalaínas foi obtido segundo metodologia descrita por Nilson (1970), com adaptações. Alíquotas de 200mg de amostra foram maceradas em 5mL de água destilada. A solução foi colocada em tubos falcon e centrifugada a 10000 x g por 40min a 4°C; as leituras feitas em alíquotas de 1mL diluídas em 25mL de água, em espectrofotômetro a 476, 538 e 600nm, obtendo-se os teores de betacianinas e betaxantinas totais pelas fórmulas: $x=1,095(a-c)$; $y=b-z-x/3,1$, $z=a-x$; onde: a=leitura a 476nm, b= leitura a 538nm, c=leitura a 600nm, x= absorção de batacianina, y=absorção de betaxantina, z=absorção de impurezas.

A capacidade antioxidante foi determinada através da capacidade dos compostos presentes nas amostras em sequestrar o radical estável DPPH[•] (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) (Brand-Williamset al., 1995). A atividade sequestrante de radicais livres foi determinada através de curva padrão de trolox ($Y=0,5085X$) com resultados expressos mgTroloxo g^{-1} amostra seca.

Avaliação microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório Microbiologia de Alimentos, CCQFA-UFPel. Foram realizadas as análises de *Salmonella sp*, contagem de coliformes totais, coliformes termotolerantes e bolores e leveduras, conforme metodologias descritas por Silva et al. (2007).

Analise sensorial

Para a realização da análise sensorial dos doces utilizou-se teste afetivo de aceitação e o teste de intenção de compra (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPel sob Parecer n° 1.377.045/2015. Os testes foram realizados após os resultados microbiológicos, com 100 provadores não treinados, de ambos os sexos (32,5 % homens e 67,5 % mulheres) e com idade variando entre 18 e 55 anos. Os provadores primeiramente receberam o termo de consentimento livre e esclarecido e, após concordância em participar da pesquisa, foram questionados quanto ao hábito e à frequência de consumo deste tipo de produto. Cada doce foi apresentado individualmente na temperatura ambiente de, aproximadamente, 25 °C em recipientes plásticos, inodoros, em porções de 5g. Foram avaliados quanto à aceitação global eos atributos de cor, aroma, textura e sabor através de escala hedônica de nove pontos, onde o ponto 1 correspondia a “desgostei extremamente”, o ponto 5 a opção “indiferente”, e o ponto 9 a “gostei extremamente”.

Para o teste de intenção de compra foi adotado uma escala estruturada de 5 pontos, onde 1 representa a pontuação mínima e 5 a máxima (Dutkoski, 2011). O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa, registrado sob o número 1.377.045

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O doce de reduzido valor calórico apresentou em torno de 47% menos calorias comparativamente ao doce convencional, atendendo à premissa estabelecida pela RDC MS nº 12 de 2012, que determina que para denominação de “reduzido valor calórico” o produto deve apresentar um mínimo de 25% de redução no valor energético em relação ao produto convencional (Brasil, 2012).

Determinação	Resíduo	Doce convencional	Doce de reduzido valor calórico
Açúcares totais (%glicose)	3,35 ± 0,03 ^b	30,01± 2,11 ^a	32,26 ± 1,02 ^a
Açúcares redutores (%glicose)	1,71 ± 0,02 ^a	1,69 ± 0,0 ^a	1,10 ± 0,02 ^b
Cinzas (%)	2,74 ± 0,6 ^a	2,62 ± 0,17 ^a	2,62 ± 0,50 ^a
Lipídeos (%)	0,80 ± 0,74 ^a	0,75 ± 0,26 ^a	0,76 ± 0,58 ^a
Proteínas (%)	0,21 ± 0,00 ^a	0,19 ± 0,00 ^a	0,15 ± 0,02 ^b
Fibras (%)	1,73 ± 0,06 ^a	0,44 ± 0,08 ^b	0,66 ± 0,20 ^b
Umidade (%)	87,54 ± 0,55 ^a	27,39 ±1,54 ^c	64,16 ± 0,71 ^b
Sólidos solúveis totais (°Brix)	7,7 ± 0,2 ^c	68 ± 0,0 ^a	51 ± 0,0 ^b
Carboidratos totais (%)*	6,98	68,61	31,65
Valor calórico (Kcal)**	-	56,39	26,81
pH	5,5 ± 0,02 ^a	4,35 ± 0,07 ^b	4,27 ± 0,01 ^b
Acidez	0,44 ± 0,03 ^b	0,51 ± 0,07 ^b	0,81 ± 0,07 ^a
Aw	0,98 ± 0,0 ^a	0,88 ± 0,0 ^c	0,96 ± 0,0 ^b
Cor			
L	27,03 ± 0,62 ^a	27,45 ± 0,57 ^a	27,42 ± 0,42 ^a
Hue*	337,56 ± 2,43 ^a	330,35 ± 0,89 ^b	336,44 ± 0,62 ^a
Croma	12,58 ± 0,3 ^a	10,89 ± 0,07 ^b	12,36 ± 0,09 ^a
ΔE*	-	2,28	0,39

Tabela 1: Resultado da determinação físico-química do resíduo da extração do suco de beterraba e dos doces cremosos produzidos com o resíduo

Média de 3 repetições ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p\leq 0,05$). ** Valor energético correspondente a 20g. ΔE* Diferença de cor em relação ao resíduo de beterraba.

A formulação e o processamento deste tipo de doce resultam em outras diferenças comparativamente ao doce convencional. Ao avaliar os resultados obtidos na Tabela 1, observou-se que os doces diferiram estatisticamente nas determinações de açúcares redutores, proteínas, acidez, umidade, atividade de água, sólidos solúveis totais e cor. Tais diferenças estão relacionadas à concentração dos

ingredientes e aditivos utilizados e ao menor tempo de concentração da geleia de reduzido valor calórico, resultando principalmente em maior umidade e atividade de água. Da mesma forma, os carboidratos totais e valor calórico do doce de reduzido valor calórico forma menores aos do doce convencional, como esperado.

Com relação ao teor de fibras, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determina que para um produto ser considerado como fonte de fibras, este deve conter no mínimo 2,5g por porção (Brasil, 2012). Considerando uma porção de 20g do produto (Brasil, 2003), verifica-se que nem mesmo o resíduo apresentou-se com fonte de fibras. Contudo, os valores de fibras observados nos doces correspondem proporcionalmente ao % de resíduo utilizado nas formulações e este apresenta teor acima do relatado na literatura para beterrabas (0,8%) (Traniet al., 1993 apud Tiveli et al., 2011).

Os doces e o resíduo apresentaram-se com baixa luminosidade, tendendo ao escuro, como era esperado. Contudo, os doces diferiram em relação à cor, sendo que o doce de resíduo valor calórico apresentou tonalidade vermelha mais intensa que o doce convencional e similar à matéria-prima que lhes deu origem. Para Ramos e Gomide (2007) o ΔE^* , que é a representação da diferença de percepção de cor entre as amostras, deve apresentar uma variação de 0,5 a 1,5 para que não haja diferença perceptível a olho nu. Comparando o resíduo de beterraba com os doces, verifica-se que efetivamente a diferença de cor poderá não ser perceptível no doce de reduzido valor calórico cujo ΔE^* foi de 0,39. Esse resultado corrobora a afirmativa de que o menor tempo de cocção dos produtos de baixa caloria podem ter menor efeito sobre alguns parâmetros do produto, visto que acarreta um menor tempo de exposição a altas temperaturas (cerca de 110°C), reduzindo a inversão de sacarose e reação de caramelização (Chim, 2008).

Com relação aos resultados obtidos para o teor de compostos fenólicos totais (Tabela 2), observou-se diferença estatística quando comparado as duas diferentes formulações e o resíduo, sendo o maior valor obtido para o resíduo, como esperado. Durante a formulação dos doces, ocorre além da adição de outros ingredientes concomitante à concentração do meio, a elevação de temperatura, fator determinante na manutenção dos compostos fenólicos.

Determinação	Resíduo	Doce convencional	Doce de reduzido valor calórico
Fenóis Totais	$392,93 \pm 3,03^a$	$15,87 \pm 2,11^c$	$29,30 \pm 1,02^b$
Betalaínas			
Betacianinas	$49,92 \pm 0,68^a$	$25,85 \pm 0,13^b$	$5,36 \pm 0,69^c$
Betaxantinas	$47,01 \pm 0,13^a$	$23,13 \pm 0,22^b$	$0,93 \pm 0,14^c$
Atividade antioxidante	$442,90 \pm 5,32^a$	$37,74 \pm 0,03^c$	$52,88 \pm 6,06^b$

Tabela 2: Fenóis totais ($\text{mgácgálico.}100\text{g fruta seca}^{-1}$), betalaínas ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) e atividade antioxidante ($\text{mg Trolox } 100\text{g}^{-1}$) do resíduo da extração do suco de beterraba e dos doces cremosos produzidos com este resíduo

Resíduos do processamento de hortaliças, de modo geral, contém quantidades consideráveis de compostos bioativos. Neste estudo, obteve-se 392,93mg ácido gálico 100g^{-1} material seco dos quais em torno de 11e 21%, respectivamente, mantiveram-se nos doces convencional e de reduzido valor calórico, considerando as quantidades adicionadas em cada formulação. Com relação a capacidade antioxidante, do total encontrando para o resíduo, 88% refere-se aos compostos fenólicos. O conteúdo fenólico encontrado no resíduo obtido da elaboração de suco de beterraba foi inferior ao encontrado por Melo e Faria (2014) que foi de 536 mg ácido gálico 100g^{-1} , ressaltando que foi avaliado a beterraba *in natura*. Já Tiveron (2010) estudou a composição fenólica em partes convencionais de amostras de algumas hortaliças, como a beterraba, encontrando valores de $290 \pm 0,2\text{mg}$ de ácido gálico 100g^{-1} amostra lyophilizada, valor bem próximo ao do presente estudo, ressaltando que o resíduo obtido no processamento, é uma boa fonte de compostos fenólicos contribuindo com a capacidade antioxidante. Quando comparada as duas formulações de doce, observou-se que a formulação com reduzido valor calórico apresentou uma maior teor de compostos fenólicos frente ao doce tradicional, sendo observado o mesmo perfil para a capacidade antioxidante, levando a inferir que possa ter relação com o teor de compostos fenólicos, mais elevado naquele doce.

O teor de betalaínas também reduziu com o processamento mesmo considerando a proporção de matéria-prima utilizada. O doce convencional preservou 52% das betacianinas e 49% das betaxantinas, enquanto que o de reduzido valor calórico preservou menos estes compostos: 11% e 1,97%, na mesma ordem, comparativamente ao resíduo. A quantificação destes compostos na beterraba faz-se importante pela sua contribuição antioxidante (Kanneret al., 2001; Porto Dalla Costa, 2015).

A avaliação microbiológica dos doces atende ao preconizado pela legislação vigente para este tipo de produto (Brasil, 2001) que estabelece o máximo de 10^4 UFC g^{-1} de bolores e leveduras. A análise de coliformes totais, termotolerantes e *Salmonella* evidenciam que os produtos foram elaborados atendo a condições higiênico-sanitárias adequadas e que não houve contaminação posterior por este grupo de microrganismos, estando aptos ao consumo, conforme Tabela 3.

Determinação	Doce convencional	Doce de reduzido valor calórico
Coliformes totais (NMP g^{-1})	7,4	<3,0
Coliformes termotolerantes (NMP g^{-1})	<3,0	<3,0

<i>Salmonellasp</i>	Aus / 25g	Aus / 25g
Bolores e leveduras (UFC g ⁻¹)	<10 est.	<10 est.

Tabela 3: Avaliação microbiológica dos doces cremosos produzidos com resíduo da extração do suco de beterraba

Atributo	Doce Reduzido valor calórico	
	Convencional	Reduzido valor calórico
Cor*	7,5 ± 1,6 ^a	7,2 ± 1,4 ^a
Aroma*	6,3 ± 2,0 ^b	6,8 ± 1,4 ^a
Sabor*	7,1 ± 1,7 ^a	7,3 ± 1,4 ^a
Textura*	7,1 ± 1,7 ^a	7,0 ± 1,5 ^a
Impressão global*	8,0 ± 1,0 ^a	8,1 ± 1,1 ^a
Intenção de compra**	4,0 ± 1,0 ^a	4,1 ± 0,8 ^a

Tabela 4: Resultados do teste de aceitação para os doces elaborados com resíduo do processamento do suco de beterraba

Média de 100 provadores ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste T ($p \leq 0,05$).

* escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 1 = desgostei extremamente; 9 = gostei extremamente. ** escala de intenção de compra, onde 1 = certamente não compraria; 5 = certamente compraria.

Na análise sensorial verificou-se que 71% dos provadores manifestaram ter o hábito de consumo deste tipo de doces, contra 29% dos quais não apresentam este hábito. Dentre os primeiros, a frequência de consumo foi de (%): diariamente (11,5), 2-3 vezes por semana (28,5), 1 vez por semana (18,5) e ocasionalmente (41,5), indicando que doces em massa estão presentes com certa regularidade na dieta de grande parte dos provadores.

Os doces não diferiram entre si ($p > 0,05$) quanto à aceitação sensorial para os atributos avaliados, à exceção do aroma que foi mais aceito no doce de reduzido valor calórico. Este fato como já mencionado pode estar associado ao menor tempo de processamento térmico deste doce, preservando mais os compostos aromáticos característicos da beterraba. Em geral todos os atributos obtiveram nota média entre 7 e 8 que correspondem aos termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. O teste de intenção de compra corrobora a aceitação obtida, tendo ambos os doces obtido nota correspondente ao termo “provavelmente compraria”.

Analizando separadamente a intenção de compra dos doces, a partir do histograma (Figura 1), verifica-se que 78% dos provadores indicaram que “provavelmente...” ou “certamente comprariam” o doce de beterraba convencional e 79% manifestaram a mesma intenção para o doce de reduzido valor calórico.

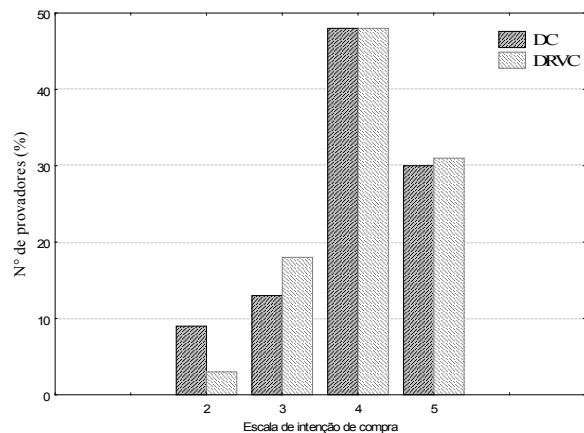


Figura 1: Intenção de compra de doce cremoso convencional (DC) e doce de reduzido valor calórico (DRVC) obtidos do resíduo do processamento do suco de beterraba.

As análises de aceitabilidade e de intenção de compra obtiveram uma resposta positiva do consumidor para este produto, indicando a necessidade de estudos mais aprofundados e possibilidade de produção em maior escala.

4 | CONCLUSÃO

Doces cremosos elaborados com resíduo de beterraba apresentam-se como boa alternativa para minimização do resíduo proveniente deste vegetal na agroindústria, apresentando qualidade microbiológica e boa aceitabilidade. O doce de reduzido valor calórico apresentou maior teor de umidade, atividade de água e acidez do que o doce convencional, com tonalidade vermelha mais intensa, próxima à do resíduo. Preservou mais o teor de fenóis totais e a atividade antioxidante, mas bem menos o teor de betalaínas.

REFERÊNCIAS

Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p.25-30. 1995.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

Brasil, Ministério Da Saúde. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprovar o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 54, de 12

de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 nov. 2012.

Cai, Y.; Sun, M.; Corke, H. Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae. **J AgricFoodChemistry**, v.51, n.8, p.2288-2294, 2003.

Chim, J.F. **Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (Rubussp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geléias convencional e light.** 2008. 99 f. Tese. (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia “Elieseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2008

Damiani, C.; Almeida, A. C. S.; Ferreira, J.; Asquieri, E. R.; Vilas Boas, E. V. B.; Silva, F. A. Doces de corte formulados com casca manga. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.3, p.360-369, 2011.

Dutcosky, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3^a ed. Curitiba, PR.: Champagnat, 2011. 426p.

Ferreira, N. A. **Aproveitamento de resíduos do processamento mínimo de beterraba: elaboração de produtos tecnológicos, avaliação sensorial, físico-química e de compostos funcionais.** 2010. 149f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

Hortifruti Brasil. Pequenos mercados – agora é a vez da abóbora, abobrinha, beterraba, caqui, coco, pepino e pêssego. CEPEA – Esalq-USP, ano 16, n.177, p.10, abr 2018.

Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4.ed. (1^a Edição digital), 2008. 1020p.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Censoagropecuário2017 - Brasil. 2018. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 24/09/2018.

Kanner, J.; Harel, S.; Granit, R. Betalains: a new class of dietary cationized antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.11, p.5178-5185, 2001.

Kujala, T.S.; Vienola, M.S.; Klika, K.D.; Loponen, J.M.; Pihlaja, K. Betalain and phenolic compositions of four beetroot (*Beta vulgaris*) cultivars. **Eur Food Res Technology**, n.214, p.505-510, 2002.

McGuire, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v.27, n.12, p.1254-1255, 1992.

Melo, C. M. T.; Faria, J. V Composição centesimal, compostos fenólicos e atividade antioxidante em partes comestíveis não convencionais de seis olerícolas. **Biosci. J.**, v.30, n.1, p.93-100, jan./fev. 2014.

Nilson, T. Studies into the pigments in beetroot (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *rubra* L.). **LantbrukhogskolansAnnaler**, v.36, p.179-219, 1970.

Porto Dalla Costa, A. **Aproveitamento de resíduos de cenoura e beterraba da indústria de minimamente processados para elaboração de ingredientes funcionais.** 2015. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

Ramos, E. M.; Gomide, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias.** (1.ed.) Viçosa: UFV, 2007. 599p.

Roriz, R. F. C. **Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás S/A para alimentação humana.** 2012. 158f. Dissertação

(Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiás. 2012.

Tiveli, S. W. et al. **Beterraba: do plantio à comercialização**. Campinas: Instituto Agronômico (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 210) 2011.45p.

Tiveron, A. P. **Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil**. 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Silva, M. B. de; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, v.56, n.5, p. 551-554, 2009.

Silva, N; Junqueira, V. C. A; Silveira, N. F. A.; Taniwaki, M. H.; Santos, R. F. S. Dos; Gomes, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**.3. ed.São Paulo: Livraria Varela, 2007. 536p.

Singleton, V.L., Rossi, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **Am J Enol Viticolt.**n.16, p.144-158, 1965.

Valença, R. S. F.; Santana, M. F. S. De; Freitas, M. M. de. Aproveitamento da casca de bacuri para elaboração de biscoitos. In: VI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO Científica Da Ufra E Xii Seminário De Iniciação Científica Da Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃES COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARINHA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO FONTE DE FIBRA

Maurício Rigo

Professor do Departamento de Engenharia de Alimentos

Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Guarapuava, PR
mrigo@unicentro.br

Luiz Fernando Carli

Departamento de Engenharia de Alimentos
Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Guarapuava, PR
luiz_carli@hotmail.com

José Raniere Mazile Vidal Bezerra

Professor do Departamento de Engenharia de Alimentos
Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Guarapuava, PR
raniere@unicentro.br

Ângela Moraes Teixeira

Professora do Departamento de Engenharia de Alimentos
Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Guarapuava, PR
amteixeira11@yahoo.com.br

açúcar (FBC); determinar sua composição centesimal; avaliar as características físico-químicas e sensoriais de pães formulados com FBC. Foram desenvolvidas três formulações com diferentes proporções de FBC e farinha de trigo (5:95; 10:90, 15:85, m/m), utilizando-se como padrão uma amostra sem a presença de FBC. O teor de fibras da FBC foi de 40,5%. As formulações de pães com 5, 10 e 15 % de FBC apresentaram teores de fibras de 3,35, 4,85 e 5,57%, respectivamente, enquanto a formulação padrão continha 2,31 % de fibras. Nos testes de aceitação sensorial, as formulações padrão e com 5% de FBC não apresentaram diferença significativa de aceitação com relação aos atributos de textura, sabor, aroma e aceitação global, e foram bem-aceitos com médias entre 7 e 8 no teste de escala hedônica. Os resultados indicam a viabilidade de produção pães com 5 % de FBC em substituição parcial a farinha de trigo, com qualidade sensorial e nutricional.

PALAVRAS-CHAVE: aceitação sensorial, panificação, físico-química.

ABSTRACT: Sugarcane bagasse is the main by-product of the sugar industry. Aiming to take advantage of the nutritional potential of bagasse from sugarcane, this study aimed to: develop a flour obtained from sugarcane bagasse (FBC); determine its chemical composition; evaluate the physicochemical and sensory characteristics of

RESUMO: O bagaço de cana-de-açúcar é o principal subproduto da indústria sucroalcooleira. Visando aproveitar o potencial nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar, este trabalho teve como objetivos: elaborar uma farinha obtida a partir de bagaço de cana-de-

bread made with FBC. Three formulations were developed with different proportions of FBC and wheat flour (5:95; 10:90, 15:85, m/m), using as the standard a sample without the presence of FBC. The FBC of fiber content was 40.5%. The formulations of breads 5, 10 and 15% of FBC showed fiber content of 3.35, 4.85 and 5.57%, respectively, while the standard formulation contained 2.31% fiber. Sensory acceptability tests, standard formulations and 10% FBC showed no significant difference in acceptance with respect to texture attributes, flavor, aroma and overall acceptability, and were well accepted with average between 7 and 8 in the hedonic scale test. The results indicate the feasibility of producing bread with 5 % FBC in partial substitution of wheat flour with sensory and nutritional quality.

KEYWORDS: sensory acceptance, baking, physicochemical.

1 | INTRODUÇÃO

O consumo de fibras alimentares tem diminuído nas últimas décadas no Brasil em virtude da mudança no estilo de vida e nos hábitos alimentares dos indivíduos. Um estudo mostrou que a ingestão de fibras alimentares através de alimentos como feijão, pão e arroz diminuiu entre os anos 70 e 90, devido da substituição de tais alimentos por outros, ricos em gorduras e industrializados (CATALANI et al., 2003).

As fibras são classificadas em solúveis e insolúveis, com efeitos fisiológicos distintos. As insolúveis são responsáveis pelo aumento do bolo fecal e diminuição do tempo de trânsito intestinal. As solúveis retardam o esvaziamento gástrico e a absorção de glicose diminuindo a glicemia e reduzindo o colesterol sérico, por isso são importantes coadjuvantes na redução de risco e controle de doenças como a obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes (MIRA et al., 2009).

A Agência Nacional de Vigilância (ANVISA) define como fibra alimentar “qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano” (BRASIL, 2003). O bagaço de cana-de-açúcar é uma fonte de fibras insolúveis, e por essa razão, apresenta uso potencial na composição de alimentos.

A safra de cana-de-açúcar no Brasil 2015/2016 foi de 666,8 bilhões de toneladas (UNICA, 2016). O bagaço de cana-de-açúcar é o subproduto fibroso resultante da moagem da cana obtido em maior quantidade no Brasil dentre todos os subprodutos agroindustriais, sua utilização ocorre principalmente na queima nas caldeiras, para a fabricação de conglomerados, na incorporação ao solo e como alimentação animal. Cerca de 30 % do total de cana moída é o bagaço. Atualmente, a queima do bagaço tem abastecido usinas sucroalcooleiras com energia elétrica renovável, e o seu excedente é vendido à concessionária de energia e tornar-se fonte de receita para essas empresas. Além da geração de energia muitas pesquisas têm mostrado novos usos potenciais para o bagaço, como para alimentação humana (BERNARDINO, 2011).

Laguna e colaboradores, 2015, estudaram a adição de farinha de bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado em queijos cremosos feitos a partir de leite de cabra. Os autores adicionaram 3,9 g de farinha de bagaço de cana-de-açúcar para cada litro de leite empregado na fabricação do queijo, obtendo dessa maneira um produto que pode ser classificado como fonte de fibra, pois apresentou em sua composição 4,26 % de fibra bruta. Os autores concluíram que a adição de farinha de bagaço de cana-de-açúcar em queijos mostrou-se satisfatória com relação às características sensoriais, de composição e microbiológicas, podendo esse ingrediente ser utilizado para fabricação de derivados lácteos e com perspectivas para uso como ingrediente em outros alimentos.

A denominação de farinha tem como fonte a ANVISA (BRASIL, 2005), que define: “são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para alimentos, como também a utilização de espécie vegetal. Parte de vegetal ou de produto que não são usados tradicionalmente como alimento, pode ser autorizada desde que seja comprovada a segurança de uso, em atendimento ao Regulamento Técnico específico”.

A utilização de farinhas mistas para elaboração de novos produtos na área de panificação, com utilização de componentes que incrementem os teores de fibras e/ou proteínas, ou acrescente algum componente funcional no produto final tem sido alvo de investigação de muitos pesquisadores (MORGUETE, et al., 2011; KETENIOUDAKI, et. al., 2015).

Na indústria de alimentos, a fibra alimentar pode ser utilizada em produtos como sopas, sobremesas, biscoitos, molhos, bebidas, bolos e pães. BERNARDINO, 2011, estudou a elaboração de bolos tipo *cupcake* com teores de 3% de farinha de bagaço de cana-de-açúcar em substituição parcial da farinha de trigo e concluiu que os produtos apresentaram avaliação sensorial positiva e foram classificados como alimentos saudáveis devido ao alto teor de fibra insolúvel e de minerais oriundos da farinha do bagaço de cana-de-açúcar.

A Organização Mundial da Saúde recomenda um consumo superior a 25 g/dia de fibra total para prevenção de doenças crônicas (OMS, 2003).

Sangnark e Noomhorm, 2003, estudaram a elaboração de pães com adição de fibras dietéticas com diferentes tamanhos de partículas. Uma das fibras empregadas era proveniente do bagaço e cana-de-açúcar submetido ao tratamento alcalino com peróxido de hidrogênio, que promoveu melhora em todas as propriedades físicas das fibras para aplicação em pães, como, redução do teor de lignina, aumento da capacidade de retenção de água e da capacidade de ligação de óleo. Os autores concluíram que a adição de 5 % de fibras de bagaço e cana-de-açúcar tratada, em substituição parcial à farinha de trigo em pães promoveu a redução do volume de 10 % e da maciez do pão e aumentou da firmeza do pão, que foi quadruplicada, em comparação ao pão padrão com 100% de trigo. Os autores explicaram que a

presença das fibras de bagaço e cana-de-açúcar prejudicou a estrutura do glúten diminuindo a retenção de dióxido de carbono no miolo do pão. Quanto menor o tamanho das partículas de fibras de bagaço e cana-de-açúcar na formulação menor foi a sua influência nas propriedades físicas do pão. Para todos os atributos sensoriais investigados a formulação padrão apresentou notas superiores às formulações com fibras de bagaço e cana-de-açúcar tratada.

Alimentos enriquecidos com fibras alimentares podem, segundo a RDC - 54, de 12 de novembro de 2012, informar na embalagem os seguintes termos (BRASIL, 2012):

- a) Fonte de fibras, para alimentos com, no mínimo, 2,5 g de fibras alimentares por porção.
- b) Alto conteúdo de fibras, para alimentos com, no mínimo, 5 g de fibras alimentares por porção.

Com o auxílio da análise sensorial, pretende-se avaliar determinados atributos por meio de testes sensoriais. Dentro da análise sensorial existem os métodos subjetivos / afetivos que são métodos sensoriais que objetivam avaliar a opinião do consumidor por meio de sua preferência e ou aceitação de um produto.

A aceitação e a preferência são conceitos distintos, sendo que a preferência é a expressão do mais alto grau de gostar e a aceitação é a experiência caracterizada por uma atitude positiva, é o fato de um indivíduo ou população ser favorável ao consumo de um produto (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

A expectativa gerada por um produto influi na aceitabilidade e intenção de compra e de maneira geral, um produto gera dois tipos de expectativas, a sensorial e a hedônica. A sensorial se caracteriza pela convicção que tem o consumidor de que o produto apresenta determinadas características sensoriais que podem influenciar sua opinião ao consumir o alimento e a hedônica, o consumidor crê gostar do produto. Na expectativa hedônica estão intrinsecamente ligados os conceitos de satisfação e insatisfação, que podem ser medidos como a diferença entre o esperado e o percebido (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

De acordo com a NBR 12994 (ABNT, 1994) os métodos subjetivos / afetivos são classificados em comparação pareada, ordenação, escala hedônica e escala de atitude.

A possibilidade de agregar valor ao principal subproduto da indústria sucroalcooleira e a crescente demanda por produtos com alto teor de fibras foram o mote para a realização deste trabalho, cujos objetivos foram: elaborar a farinha feita de bagaço de cana-de-açúcar e determinar sua composição físico-química; desenvolver formulações de pães com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha oriunda de bagaço de cana-de-açúcar e investigar a sua composição físico-química; realizar testes sensoriais, por pessoas escolhidas ao acaso, buscando conhecer a aceitação dos pães fabricados.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O bagaço de cana-de-açúcar foi adquirido por meio de doação de um vendedor de garapa de Guarapuava, PR. Os outros ingredientes foram comprados em estabelecimentos comerciais de Guarapuava.

O resíduo de bagaço de cana-de-açúcar foi lavado em água corrente e depois colocado em secador de bandejas (Marca: Pardal, Brasil) de fluxo ascendente de ar e temperatura de 70 °C, durante 34 horas. Em seguida o bagaço seco foi triturado em liquidificador e ajustada a granulometria em peneira, modelo Bertel, com 32 mesh de abertura, acondicionado em sacos de polietileno, sendo denominado de farinha de bagaço de cana-de-açúcar (FBC).

A elaboração dos pães foi desenvolvida a partir de testes preliminares, resultando nas composições apresentadas na Tabela 1. Foi elaborada uma formulação padrão com 100 % de farinha de trigo e outras com substituição parcial da farinha de trigo por 5 %, 10 % e 15 % de farinha de bagaço de cana-de-açúcar (FBC).

Para elaboração dos pães os ingredientes foram misturados manualmente, quando a massa atingiu o ponto de véu realizou-se seu descanso por 15 minutos, posteriormente a massa dos pães foi moldada manualmente e colocadas em câmara de fermentação por uma hora. Os pães foram assados em formas metálicas à temperatura de 200 °C entre 40 e 45 minutos em forno a gás (Marca Venâncio, Brasil), o ponto final foi determinando visualmente por meio da coloração.

Ingredientes (g)	Formulação padrão	Formulação 1 (5% de FBC)	Formulação 2 (10% de FBC)	Formulação 3 (15% de FBC)
Farinha de trigo	600	570	540	510
FBC	-	30	60	90
Fermento biológico	15	15	15	15
Açúcar	5	5	5	5
Sal	13	13	13	13
Margarina	10	10	10	10
Água	410	460	480	540

Tabela 1. Formulações dos pães com diferentes proporções de farinha de bagaço de cana-de-açúcar (FBC).

Após o resfriamento os pães foram acondicionados em sacos plásticos até a realização das análises.

Determinou-se a composição centesimal da FBC e das formulações de pães. Todas as análises foram feitas em triplicata.

O conteúdo de umidade foi determinado pelo método gravimétrico, baseando-se na perda de peso do material submetido ao aquecimento em estufa (Marca Odontobras, Brasil) a 105 °C até peso constante.

O teor de cinzas foi determinado por incineração do material em mufla (Marca Quimis, Brasil) a 550 °C até peso constante, segundo método da AACC (1995).

O teor de proteína bruta foi obtido pela determinação da porcentagem de nitrogênio total da amostra, segundo o método de Kjeldahl (AACC 1995).

O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente orgânico, segundo AACC (1995).

A quantificação de fibra bruta foi determinada pelo método de extração em ebulação, após uma digestão ácida e outra alcalina. A primeira extração foi com solução de H₂SO₄ (1,25% p/v) por 30 minutos, seguida de filtração e lavagem. A segunda extração foi com NaOH (1,25% p/v) por mais 30 minutos, seguida por filtração e lavagem, após secagem a 100 °C até peso constante (BRASIL, 1991).

A quantidade de carboidratos totais foi determinada por diferença, subtraindo-se de 100 os teores em porcentagem de umidade, proteína, cinza e lipídeo. O valor dos carboidratos inclui as fibras totais.

Cinquenta provadores não treinados, todos acima de 18 anos e predominantemente do sexo feminino (71%), da comunidade acadêmica da Universidade Estadual do Centro-Oeste, considerando-se o interesse e disponibilidade, participaram do teste de aceitação. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da sessão sensorial. O projeto que deu origem ao presente trabalho foi submetido e aprovado por comitê de ética (Protocolo n. 49525615.7.0000.0106).

Uma amostra padrão (sem FBC) e três formulações de pães com adição de 5 %, 10 % e 15 % de FBC foram avaliadas quanto à aparência, cor, textura, aroma, sabor e aceitação global, utilizando-se escala hedônica estruturada de nove pontos, cujos extremos correspondem a gostei muitíssimo (9) e desgostei muitíssimo (1). As amostras foram oferecidas em recipientes de plástico, codificadas com números de três dígitos aleatórios.

Avaliou-se a intenção de compra, utilizando-se escala de cinco pontos (1 = certamente não compraria, 5 = certamente compraria) (MEILGAARD et al., 1999).

Os resultados da análise físico-química e da avaliação dos provadores foram tratados por análise de variância (ANOVA) e o Teste de Tukey foi usado para verificar diferenças estatísticas entre as amostras, ambos ao nível de 5% de significância.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal da FBC e da farinha de trigo, usadas na elaboração dos pães, estão apresentadas na Tabela 2. Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO, a farinha de trigo apresentou teores de fibras e cinzas menores do que os reportados neste estudo para FBC, e o valor do teor de fibras obtido para FBC de 40,47 % foi muito superior ao valor de fibras na farinha de trigo de 2,3%.

Componente (%)	FBC	Farinha de trigo (TACO 2011)
Umidade	6,85 ± 0,35	13
Cinzas	2,41 ± 0,10	0,8
Proteína	1,07 ± 0,12	9,8
Lipídeos	0	1,4
Fibra Bruta	40,47 ± 1,42	2,3
Carboidratos	89,67	75,1

Tabela 2. Composição da farinha de bagaço de cana-de-açúcar (FBC) e da farinha de trigo

A farinha de bagaço de cana-de-açúcar desenvolvida nesse trabalho demonstrou ser excelente fonte de fibra bruta, mas pobre em proteínas e lipídeos. Resultados obtidos por BERNARDINO (2011), também evidenciam que a FBC é rica em fibras insolúvel e pobre em proteínas e lipídeos.

PENHA et al., 2012, reportaram a composição do bagaço de cana-de-açúcar em % (m/m) de: umidade 17,3; proteína 1,8; carboidratos 30,9 e lipídeos 0,7.

PANDEY et al., 2000, estudaram potenciais para a utilização econômica de resíduos agroindustriais, como o bagaço de cana-de-açúcar, o qual era constituído por cinzas (2,0 %) e por três frações principais de fibras (celulose, hemicelulose e lignina), as quais perfaziam aproximadamente 60 % do bagaço.

As diferenças apresentadas entre os valores da composição centesimal do bagaço de cana-de-açúcar na literatura e os obtidos neste estudo são compreensíveis, pois a composição centesimal do bagaço é função de diversos fatores, tais como: variedade da cana, tipo de solo de cultivo da cana, tempo de colheita e método de colheita.

As formulações de pão padrão e com adição de FBC foram caracterizadas quimicamente e os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Componentes (%)	Pão Padrão (sem FBC)	Pão com 5% da FBC	Pão com 10% da FBC	Pão com 15% da FBC
Umidade	38,92 ± 2,46 ^a	42,09 ± 1,92 ^a	44,38 ± 2,21 ^b	47,35 ± 0,77 ^c
Cinzas	1,75 ± 0,06 ^a	1,74 ± 0,07 ^a	1,67 ± 0,11 ^a	1,78 ± 0,02 ^a
Lipídeos	1,56 ± 0,23 ^a	1,48, ± 0,13 ^a	1,55 ± 0,14 ^a	1,40 ± 0,18 ^a
Fibras totais	2,31 ± 0,37 ^a	3,35 ± 0,32 ^b	4,85 ± 0,43 ^c	5,57 ± 0,54 ^d
Proteínas	6,7 ± 0,12 ^a	6,2 ± 0,26 ^a	5,96 ± 0,19 ^b	5,41 ± 0,26 ^b
Carboidratos	51,07	48,49	46,44	44,06

Tabela 3. Características físico-químicas das formulações de pães.

Nota: O valor dos carboidratos inclui as fibras totais. Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

A adição de FBC na formulação de pão promoveu aumento do teor de fibras em relação à formulação padrão. A formulação com 10 % de FBC apresentou teor de fibras de 4,85 %, enquanto o conteúdo de fibras na formulação padrão foi de 2,31

%. Este resultado corrobora os obtidos por BERNARDINO (2011), onde investigou bolos adicionados de 3% de FBC e concluiu que os mesmos apresentaram maior valor nutricional em função da presença das fibras e dos minerais oriundos da FBC.

As formulações de pães com FBC ficaram mais pesados e densos que o pão padrão, o que já era esperado, pois quanto maior o teor de fibras de uma amostra, menor é a incorporação de ar da mesma. A farinha de trigo tem a capacidade de gelatinização e de formação do glúten, processos esses que contribuem para a incorporação de ar na amostra (CAUVIAN; YOUNG, 2009). Como a farinha de trigo foi parcialmente substituída pela FBC o pão apresentou volume menor do que o pão padrão. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram os apresentados por Sangnark e Noomhorm (2003) para pães com adição de fibras dietéticas com diferentes tamanhos de partículas, proveniente do bagaço e cana-de-açúcar.

Em relação ao teor de carboidratos as formulações de pães apresentaram diminuição desses nutrientes com o aumento do teor de FBC. Já o teor de cinzas não aumentou, acompanhando a elevação do teor de FBC das formulações, considerando-se os desvios padrões.

As formulações com FBC apresentaram tendência de diminuição do teor de lipídio em relação à formulação padrão, o que é uma característica desejável a essas formulações, pois os lipídeos são responsáveis por muitas alterações sensoriais indesejáveis, como a oxidação lipídica (BARRERA-ARELLANO, 1993).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, apenas a formulação com 15 % de FBC apresentou teor de fibras maior do que 2,5 g de fibras por porção (considerando a porção de 50 g), portanto somente essa formulação pode ser classificada como um alimento fonte de fibras, conforme a RDC - 54, de 12 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012).

As notas médias obtidas nos testes de aceitação dos pães, avaliando aos atributos aparência, cor, textura, aroma, sabor e aceitação global dos tratamentos padrão, com 5%, 10% e 15% de FBC estão apresentadas na Tabela 4.

Formulações de pães	Aparência	Cor	Textura	Aroma	Sabor	Aceitação global
Padrão	8,10 ^a	8,06 ^a	7,52 ^a	7,9 ^a	7,74 ^a	7,82 ^a
5% FBC	7,58 ^a	7,56 ^{ab}	6,68 ^b	7,32 ^{ab}	7,20 ^{ab}	6,98 ^b
10% FBC	6,98 ^b	7,2 ^{bc}	6,08 ^b	7,24 ^b	6,64 ^b	6,54 ^b
15% FBC	6,52 ^b	6,72 ^c	5,14 ^c	6,60 ^c	5,88 ^c	5,72 ^c

Tabela 4. Resultados do teste de aceitação para as formulações de pães.

Nota: Escala: 1= desgostei muitíssimo; 2= desgostei muito; 3= desgostei moderadamente; 4= desgostei ligeiramente; 5= nem gostei/nem desgostei; 6= gostei ligeiramente; 7= gostei moderadamente; 8=gostei muito; 9=gostei muitíssimo. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

A Tabela 4 mostra que para todos os atributos sensoriais investigados a

formulação padrão apresentou notas superiores às formulações com adição de FBC e as notas do teste de aceitação das formulações diminuíram com o aumento do teor de FBC. Esses resultados vão ao encontro dos resultados obtidos por Sangnark e Noomhorm, 2003, para pães com adição de fibras proveniente do bagaço e cana-de-açúcar.

Em relação aos atributos aparência, aroma, cor e sabor, os pães padrão e formulados com 5 % de FBC foram bem-aceitos com médias entre 7 e 8 (“gostei moderadamente” e “gostei muito”) no teste de escala hedônica e não apresentaram diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$). As formulações de pães com 10 % e 15 % de FBC foram menos aceitas em todos os atributos avaliados pelos julgadores com relação ao pão padrão, apresentando diferença significativa ($p \leq 0,05$) para todos os atributos investigados em relação à formulação padrão.

Os pães com 5 % e 10% de FBC não apresentaram diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$) em relação aos atributos de aceitação global, textura, aroma, cor e sabor. Entre as formulações com 10 % e 15 % de FBC os atributos avaliados que não apresentaram diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$) foram aparência e cor.

Na Figura 1 estão apresentadas as notas médias na escala hedônica do teste de aceitação para as formulações de pães, num gráfico tipo radar, em que é possível salientar as similaridades e diferenças dos atributos investigados quanto à aceitação do produto. Neste tipo de gráfico fica nítida que a formulação padrão apresentou as melhores notas para todos os atributos sensoriais avaliados, com valores compreendidos entre 7,5 e 8,0, enquanto as outras formulações com adição de FBC apresentaram notas inferiores, sendo que a redução das notas médias de todos os atributos sensoriais ocorreu de forma diretamente proporcional ao aumento do teor de FBC na formulação.

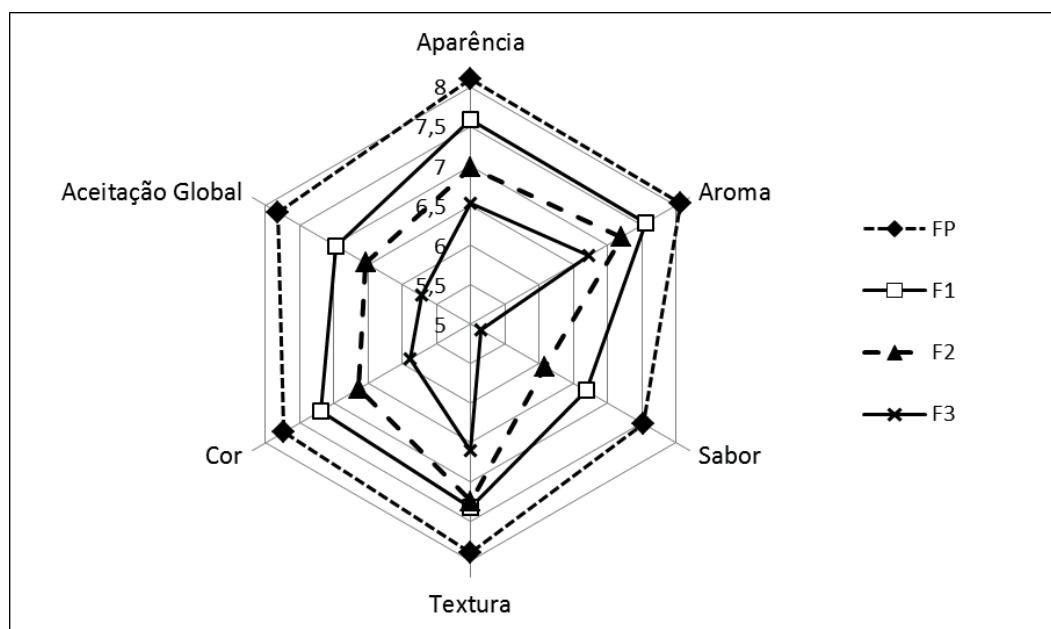


Figura 1. Nota média dos atributos avaliados para as formulações de pães.

Nota: FP - Formulação padrão sem adição de FBC; F1 - Formulação com 5 % de FBC; F2 - Formulação com 10 % de FBC; F3 - Formulação com 15 % de FBC.

As notas atribuídas pelos provadores para o teste de intenção de compra dos pães estão apresentadas na Tabela 5.

Formulação	Média ± Desvio Padrão	% de Aprovação*
Padrão	4,34 ± 0,77	88
5 % FBC	3,56 ± 1,07	58
10 % FBC	3,20 ± 1,05	40
15 % FBC	2,46 ± 1,07	18

Tabela 5. Nota média para o teste de intenção de compra para os pães formulados.

Nota: Escala: 1 = certamente não compraria; 2 = possivelmente não compraria; 3 = talvez comprasse / talvez não comprasse; 4 = possivelmente compraria; 5 = certamente compraria.

* Porcentagem dos provadores que atribuíram notas 4 e 5.

O pão padrão apresentou intenção de compra média positiva (nota 4,34) e aprovação de 88 % pelos julgadores. O pão com 5 % de FBC apresentou aprovação de 58 % dos julgadores e nota média do teste de intenção de compra de 3,56, que se situa entre talvez comprasse \ talvez não comprasse e possivelmente compraria. Os tratamentos com teores de 10 e 15 % de FBC apresentaram baixos índices de aprovação, de 40 % e 18 %, respectivamente.

4 | CONCLUSÕES

A FBC apresentou maiores teores de cinzas, e fibras, em comparação a farinha de trigo. Ressaltando-se que a quantidade de fibras da FBC foi de 40,5 %, que é dezessete vezes maior do que o teor de fibras da farinha de trigo.

O pão elaborado com 5 % de FBC e o tratamento padrão não apresentaram diferença significativa de aceitação com relação aos atributos de aparência, sabor, aroma e cor, ao nível de 5% de significância. Os pães com 10 % e 15 % de FBC não foram bem-aceitos.

Os resultados deste trabalho podem contribuir para o desenvolvimento de novos produtos para atender a expectativa de consumidores que busquem produtos saudáveis com alto teor de fibras e qualidade sensorial, uma vez que as formulações de pães com adição de FBC apresentaram maiores teores de fibras, em relação à formulação padrão. Portanto, a FBC promoveu a melhora nutricional dos pães.

A FBC apresenta potencial de aplicação para enriquecimento de produtos de panificação, pois a formulação de pão com 5 % de FBC foi sensorialmente bem-aceita e apresentou 3,35 % de fibras em sua constituição, portanto um produto com qualidade sensorial que traz os benefícios nutricionais ao consumidor associados à

ingestão de fibras. Já a formulação de pão com 15 % de FBC foi a que apresentou menor aceitação sensorial, porém conteve teor de fibras superior a 2,5 g por porção, portanto, podendo ser classificada pela legislação em vigor como um produto fonte de fibras.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos a UNICENTRO.

REFERÊNCIAS

- AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 9. ed. Saint Paul, 1995.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Métodos de análise sensorial de alimentos e bebidas: classificação**. – NBR 12994. São Paulo: ABNT, 1994.
- BARRERA-ARELLANO, D. Estabilidade de óleos e gorduras. **Óleos e Grãos**. 1993; v. 13. p. 10-13.
- BERNARDINO, M. A. **Caracterização e aplicação de farinha do bagaço de cana-de-açúcar em bolo**. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Zootecnia e engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.
- BRASIL. Ministério da saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 54, de 12 de Novembro de 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 108, de 04 de setembro de 1991. Métodos analíticos para controle de alimentos para uso animal – métodos físicos, químicos e microbiológicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de setembro de 1991, Seção 1, p. 19813. Método 11.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução no. 360, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre o regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados. **Diário Oficial da República do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez, 2003, n. 251, Seção 1, p. 33. Acesso dia 31/10/2016 as 10:20.
http://www.abic.com.br/publique/media/CONS_leg_resolucao360-03.pdf
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC, nº. 263 de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, constantes do anexo desta Portaria. **Diário Oficial da República do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005, n. 184, Seção 1, p. 268-269. Acesso dia 31/10/2016. <http://www.ivegetal.com.br/cvegetal/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Marca%C3%A7%C3%A3o%20ou%20Rotulagem/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20RDC%20n%C2%BA%2020263%20de%202022%20de%20setembro%20de%202005.pdf>
- CATALANI, A.L.; KANG, E.M.S.; DIAS, M.C.G.; MACULEVICIUS, J. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v.18, p.178-182, 2003.
- CAUVIAN, S.P.; YOUNG, L.S. **Tecnologia da Panificação**. Editora Malone, Barueri, São Paulo, 2009. 418 p.
- KTENIOUDAKI, A; ALVAREZ-JUBETE, L, SMYTH, T.S., KILCAWLEY, K., RAI, D. K., GALLAGHER, E.

Application of bioprocessing techniques (sourdough fermentation and technological aids) for brewer's spent grain breads. **Food Research International**, v. 73, p. 107–116, 2015.

LAGUNA, L. E.; SALLES, H. O.; EGITO, A. S. Uso da Farinha do Bagaço de Cana-de-Açúcar Hidrolisado em Queijo de Cabra Cremoso. **EMBRAPA – Caprinos e Ovinos. Comunicado Técnico 143. Prática e Processo Agropecuário On line.** ISSN 1676-7675. Sobral, CE. Fevereiro, 2015. Acesso dia 31/10/2016 as 10:00. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125704/1/cnpc-2015-COT-143.pdf>

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**.3.ed. New York: CRC, 1999. p. 281.

MIRA, G.s.; GRAF, H.; CÂNDIDO, L. M. B. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em betaglucanas no tratamento do diabetes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** vol. 45, n. 1, p. 11 – 20, jan./mar., 2009.

MORGUETE, E. M.; BEZERRA, J. R. M. V.; CORDOVA, K. R. V.; RIGO. Elaboração de pães com adição de farelo de soja. **Ambiência** (UNICENTRO), v. 07, p. 481-488, 2011.

OMS. World Health Organization. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Report of a WHO consultation. Geneva: World Health Organization, 2003.

PANDEY, A.; SOCCOL, C.R.; NIGAM, P.; SOCCOL, V.T. 2000. Biotechnological potential of agro-industrial residues: sugarcane bagasse. **Bioresource Technology**, v.74, p. 69-80. Agosto 2000.

PENHA, M. P.; LEÃO, M. H. M. R.; LEITE, S. G. F. Sugarcane Bagasse as support for production of coconut aroma by solid state fermentation (SSF). **BioResources**, v. 7, n. 2, p. 2366 – 2375, 2012.

QUEIROZ, M.I.; TREPTOW, R.O. **Análise sensorial para avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: FURG, 2006. p. 268.

SANGNARK, A.; NOOMHORM, A. Effect of particle size on functional properties of dietary fibre prepared from sugarcane bagasse. **Food Chemistry**, v. 80, p. 221 – 229, 2003.

TACO – **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. p. 161.

UNICA (União da Agroindústria Canavieira de São Paulo). 2016. UNICADATA – Produção – Histórico de produção e moagem por data. Acesso dia 08/11/2016 as 16:00. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4>

BEBIDA ALCOÓLICA DE MEL DE CACAU FERMENTADA POR LEVEDURA *Saccharomyces cerevisiae*: TECNOLOGIA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUO ALIMENTÍCIO

Karina Teixeira Magalhães-Guedes

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, Salvador, Bahia, Brasil.

E-mail: karynamagat@gmail.com; karina.guedes@ufba.br

Paula Bacelar Leite

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Catu, Bahia, Brasil.

E-mail: bacelarleite@yahoo.com.br

Talita Andrade da Anunciação

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, Salvador, Bahia, Brasil.

E-mail: tali.anunciacao@hotmail.com

Alaíse Gil Guimarães

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, Salvador, Bahia, Brasil.

E-mail: agguimaraes@globo.com

Janice Izabel Druzian

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, Salvador, Bahia, Brasil.

E-mail: druzian@ufba.br; janicedruzian@hotmail.com

tecnológico para elaboração de bebida alcoólica fermentada a partir de mel de cacau, buscando agregar valor à cadeia produtiva do cacau. O mel de cacau foi colhido, armazenado em sacos de polietileno e congelado para transporte. O fermento comercial liofilizado *Saccharomyces cerevisiae* foi utilizado para fermentação controlada do mel de cacau. No DCCR desenvolvido foram especificados os níveis das variáveis de entrada em três, concentração de sólidos solúveis, temperatura e tempo, realizando-se dezesseis experimentos. A variável resposta foi concentração de etanol. O monitoramento dos açúcares e etanol no processo fermentativo foi realizado por CLAE-IR. A ANOVA gerada mostrou um valor de $R^2 = 0,78$, indicando que o modelo não foi bem ajustado aos dados experimentais, e que 22% do total das variações não podem ser explicadas pelo modelo proposto, o valor de F calculado da regressão foi menor que o valor de F tabelado da regressão ($3,67 < 4,10$), portanto o modelo não é preditivo a 95% de confiança. São necessários estudos adicionais, a fim de otimizar condições de fermentação, e avaliar os aspectos sensoriais.

PALAVRAS-CHAVE: nova bebida, fermentação, aproveitamento de resíduo.

RESUMO: Mel de cacau é um líquido separado da polpa de cacau por simples extração, imediatamente antes da fermentação. O objetivo deste estudo é desenvolver processo

ABSTRACT: Cocoa honey is a liquid separated from the cocoa pulp by simple extraction, just prior to fermentation. The objective of this study is to develop a technological process for the elaboration of alcoholic fermented beverages from cacao honey, to add value to the cocoa production chain. The cocoa honey was collected, stored in polyethylene bags and frozen for transport. The commercial lyophilized *Saccharomyces cerevisiae* yeast was used for controlled fermentation of cacao honey. In the developed DCCR, the levels of the input variables in three soluble solids concentration. Temperature and time were specified, with sixteen experiments. The response variable was ethanol concentration. The sugars and ethanol monitoring in the fermentation process was performed by HPLC-IR. The ANOVA generated showed a value of $R^2 = 0.78$, indicating that the model was not well adjusted to the experimental data, and that 22% of the total variations can not be explained by the proposed model. The calculated F value of the regression was lower than the value of F tabulated from the regression ($3.67 < 4.10$), so the model is not predictive of 95% confidence. Further studies are needed to optimize fermentation conditions and to evaluate sensory aspects.

KEYWORDS: new beverage, fermentation, use of waste.

1 | INTRODUÇÃO

Em geral, os países em desenvolvimento são caracterizados por uma vasta produção agrícola e, para complementar sua economia, em grande parte monolítica, eles ainda geram muitos resíduos agrícolas por meio de diferentes processamentos. A maioria dos países desenvolvidos já adotou este conceito de uso e aplicação de biomassa e seu potencial inevitável para o desenvolvimento (TITILOYE et al., 2013). De acordo com FERNANDES et al. (2015) por si só, esta escala de operação exige novas soluções que visam a utilização adequada desses valiosos recursos e as negociações inovadoras devem ser ambientalmente e economicamente aceitáveis e, o mais importante, ter significado social. Grandes benefícios sociais poderiam ser gerados durante todo o ano a partir de novas atividades como alternativas para empregos sazonais típicos da agroindústria. Além disso, a utilização de resíduos impede a sua acumulação, que é de grande preocupação ambiental devido ao seu potencial de contaminação de rios e águas subterrâneas.

Theobroma cacao L. (Sterculiaceae) é uma cultura economicamente importante em vários países tropicais. No Brasil, a agroindústria do cacau ocupa uma área de 672.435 ha e gera 52.413 toneladas de resíduos por ano (BRASIL, 2013). O cultivo do cacau sempre esteve associado à produção e exploração econômica de suas amêndoas na produção de chocolate.

Este processamento cria uma quantidade significativa de resíduos,

principalmente durante a quebra dos frutos e na extração do líquido da polpa, que cobre as sementes, antes do processo de fermentação, com potencial para ser utilizado. Os resíduos principais são a casca de cacau e a polpa líquida gerada durante a fermentação, conhecida como mel de cacau. Esses resíduos estão sob exploração e são considerados um desperdício indesejável da indústria de cacau / chocolate, e causam problemas ambientais, além de produzir odores sujos, podem propagar doenças (DIAS et al., 2007; VRIESMANN et al., 2011).

O mel de cacau é um líquido amarelo opaco e mucilaginoso separado da polpa que envolve os grãos de cacau por simples extração, imediatamente antes da fermentação. Este líquido tem um sabor azedo, alto teor de açúcares redutores, uma quantidade significativa de fibras dietéticas, flavonoides, vitamina C, e pode ser considerada uma fonte natural de compostos fenólicos bioativos com considerável atividade antioxidante (OTHMAN et al., 2007 , SANTOS et al., 2014, SILVA et al., 2014). Diferentes novas utilizações e novos métodos para o processamento destes resíduos precisam ser desenvolvidos para minimizar as perdas de produção, gerar mais lucros e promover o uso sustentável dos biomas.

Uma possível aplicação para resíduos de frutas é na produção de produtos fermentados. *Saccharomyces cerevisiae* é a principal levedura utilizada em processos de fermentação, incluindo vinificação, panificação e fabricação de cerveja. Ao longo do processo de fermentação, as leveduras são afetadas por uma sucessão de condições de estresse que afetam sua viabilidade e eficiência de fermentação. Entre as condições de estresse as mais relevantes são a alta concentração de açúcar e o baixo pH nos mostos, a temperatura e, à medida que a fermentação progride, o acúmulo de etanol (BELLOCH et al., 2008). Os microrganismos metabolizam açúcares, substratos, e outros componentes em etanol, dióxido de carbono e centenas de produtos secundários que, coletivamente, contribuem para a sutileza e individualidade do caráter da bebida. Uma diversidade de biomassas de resíduos agroindustriais tem sido utilizada como matéria-prima para a fermentação, como cacau, cupuaçu, gabiroba, jabuticaba e umbu (DUARTE et al., 2010), cajueiro (ARAÚJO et al., 2011), palha de trigo (SINGH et al., 2013), bananeira, laranja, cereja e manga (COELHO et al., 2015), e babaçu, canola, sementes de mamona, e bolos residuais de girassol (CASTRO et al., 2016).

No Brasil, o mel de cacau foi estudado para o desenvolvimento de compotas. MELO NETO et al. (2013) utilizaram este resíduo em uma geleia mista com açaí, e SANTOS et al. (2014) desenvolveram uma geleia dietética. Para cada 200 litros de mel de cacau é possível produzir 150 Kg de compotas ou 180 litros de vinagre (MULLER, 2012). Todos os estudos indicaram a viabilidade do uso tecnológico do mel de cacau como matéria-prima na preparação de geleias e vinagre. Estudos envolvendo bebidas fermentadas a partir de mel de cacau não foram encontrados na literatura.

O mel de cacau é um líquido residual amarelo pálido resultante da decomposição

de mucilagens (polpa) em torno dos grãos de cacau, compreendendo água, açúcar, ácidos não voláteis e pectina (BUAMAH et al., 1997). Estes constituintes são favoráveis para a produção de bebidas alcoólicas fermentáveis, tais como vinho e alimentos concentrados, devido ao seu elevado teor de açúcar que favorece os processos de fermentação espontânea quando armazenados à temperatura ambiente.

O processo de fermentação tem sido usado por milhares de anos como um recurso eficaz e de baixo custo para preservar a qualidade e a segurança dos alimentos. Entre os microrganismos de fermentação, as leveduras constituem o maior grupo que tem sido utilizado na produção de bebidas alcoólicas, tais como vinho e cerveja (BORGES et al., 2008).

Os produtos de bebidas fermentadas de frutas são promissores devido à tendência de aceitação em pesquisas de consumo, além de contribuir para a redução de frutos pós-colheita ou subprodutos perecíveis, como o mel de cacau. A elucidação da composição do substrato é crucial para o bioprocesso, especialidade para o uso potencial de resíduos de biomassa visando o desenvolvimento de novos produtos. Assim, este estudo tem como objetivo desenvolver processo tecnológico para elaboração de bebida alcoólica fermentada a partir do resíduo mel de cacau, utilizando células livres, buscando agregar valor à cadeia produtiva do cacau.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima mel de cacau foi adquirida em fazendas na zona rural da cidade de Uruçuca, Bahia (Brasil). O mel de cacau foi prontamente recolhido após prensagem da polpa de cacau, armazenado em sacos plásticos de polietileno e prontamente congelado para transporte. O fermento comercial liofilizado *S. cerevisiae* AWRI726 (marca Maurivin, Austrália) foi utilizado para fermentação controlada do mel de cacau.

2.1 Estudo por meio de cultivo submerso de mel de cacau através de Delineamento Central Composto Rotacional (DCCR) 2³

Levedura comercial liofilizada *Saccharomyces cerevisiae* AWRI726 foi utilizada a uma concentração de $1,0 \times 10^6$ g.L⁻¹ para fermentação do mosto de mel do cacau com variação de concentração de açúcares entre 9 e 29 ° Brix, valores corrigidos com sacarose, e cultivada entre 12 a 28 °C durante 240 horas.

Os ensaios fermentativos foram realizados em fermentômetro, um dispositivo que possibilita acompanhar o processo fermentativo em escala laboratorial.

Este DCCR foi elaborado em busca da otimização da produção de etanol na obtenção de bebida alcoólica fermentada a partir de mel de cacau, onde foram especificados os níveis das variáveis de entrada em três, concentração de sólidos solúveis (°Brix), temperatura (°C) e tempo (h), realizando-se dezesseis experimentos,

sendo 8 experimentos distintos, 2 no ponto central e 6 axiais (Tabela 1). A variável resposta foi concentração de etanol em % (v/v). A quantificação foi realizada por curva de calibração de padrão de etanol (0,05, 0,1, 0,2, 0,3 e 0,4 mg.L⁻¹).

2.2 Identificação e quantificação dos níveis de açúcares e etanol

O monitoramento dos açúcares e etanol no processo de fermentação foram realizados por CLAE-IR (Perkin-Elmer Series 200) usando uma pré-coluna Polypore Ca (30 mm x 4,6 mm x 10 mm), seguida de uma coluna Polypore Ca (220 mm x 4,6 mm x 10 mm). As colunas foram colocadas no forno a 80 °C. A fase móvel utilizada foi água para cromatografia sob um fluxo de 0,1 mL.min⁻¹. O volume de injeção foi de 5 ul. O detector utilizado foi por Índice de Refração-IR (Perkin-Elmer Série 200).

A identificação foi efetuada por comparação do tempo de retenção (tR) dos picos das amostras com os picos das soluções padrão. Obteve-se quantificação por padrão externo utilizando soluções padrões aquosas de glicose, frutose e de sacarose (0,1, 0,3, 0,5, 0,7 e 0,9 mg.L⁻¹), e etanol (0,05, 0,1, 0,2, 0,3 e 0,4 mg L⁻¹) para obter as curvas de calibração.

As análises estatísticas dos resultados obtidos no DCCR foram realizadas utilizando-se o programa STATISTICA versão 7.0.

Ensaios	Níveis Reais			Níveis codificados		
	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Tempo (h)	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Tempo (h)
1	15	13	48	-1	-1	-1
2	15	13	96	-1	-1	+1
3	15	25	48	-1	+1	-1
4	15	25	96	-1	+1	+1
5	25	13	48	+1	-1	-1
6	25	13	96	+1	-1	+1
7	25	25	48	+1	+1	-1
8	25	25	96	+1	+1	+1
9	12	19	72	-1,68	0	0
10	28	19	72	+1,68	0	0
11	20	9	72	0	-1,68	0
12	20	29	72	0	+1,68	0
13	20	19	32	0	0	-1,68
14	20	19	112	0	0	+1,68
15	20	19	72	0	0	0
16	20	19	72	0	0	0

Tabela 1. Matriz do DCCR 2³ com dois Ensaios de ponto central e seis Ensaios de pontos axiais.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Delineamento Central Composto Rotacional 2³

A Tabela 2 apresenta a produção de etanol por *S. cerevisiae* AWRI726, durante a fermentação do mosto de mel de cacau para cada Ensaio do DCCR 2³ executado (Tabela 1).

Os resultados da análise estatística, aplicados aos dados experimentais da produção de etanol foram determinados através do erro puro. Foi construído um Gráfico de Pareto, mostrado na Figura 1, que possibilitou verificar a influência dos efeitos significativos das variáveis independentes sobre a variável resposta (teor de etanol). A linha vertical vermelha indica o valor mínimo para que isso ocorra, e o efeito é tão mais significativo quanto mais à direita dessa linha ele estiver.

Através da análise dos resultados do Gráfico de Pareto, observa-se que os efeitos lineares das variáveis tempo e temperatura, a as interações entre eles e interação da variável concentração com o tempo apresentaram significância com um nível menor que 5 % (Figura 2), uma vez que o *p*-valor foi menor que 0,05.

Ensaio	Níveis Reais			Níveis codificados				Resposta Etanol % (v/v)
	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Tempo (h)	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	Tempo (h)		
1	15	13	48	-1	-1	-1	5,00	
2	15	13	96	-1	-1	+1	8,00	
3	15	25	48	-1	+1	-1	5,39	
4	15	25	96	-1	+1	+1	8,30	
5	25	13	48	+1	-1	-1	13,80	
6	25	13	96	+1	-1	+1	15,03	
7	25	25	48	+1	+1	-1	4,00	
8	25	25	96	+1	+1	+1	13,00	
9	12	19	72	-1,68	0	0	5,92	
10	28	19	72	+1,68	0	0	8,22	
11	20	9	72	0	-1,68	0	6,00	
12	20	29	72	0	+1,68	0	8,05	
13	20	19	32	0	0	-1,68	6,50	
14	20	19	112	0	0	+1,68	12,50	
15	20	19	72	0	0	0	10,23	
16	20	19	72	0	0	0	9,96	

Tabela 2. Matriz do DCCR 2³ com dois Ensaios de ponto central, seis Ensaios de pontos axiais e respostas obtidas para produção de etanol % (v/v).

O valor do coeficiente *p* está em nível de significância da variável independente sobre a variável resposta em estudo. Normalmente é escolhido como intervalo de confiança, o valor de 95 %. Sendo assim, pode-se afirmar que, para valores de *p*

inferiores 0,05, a influência da variável independente é considerada estatisticamente significativa (BARROS NETO et al., 2010).

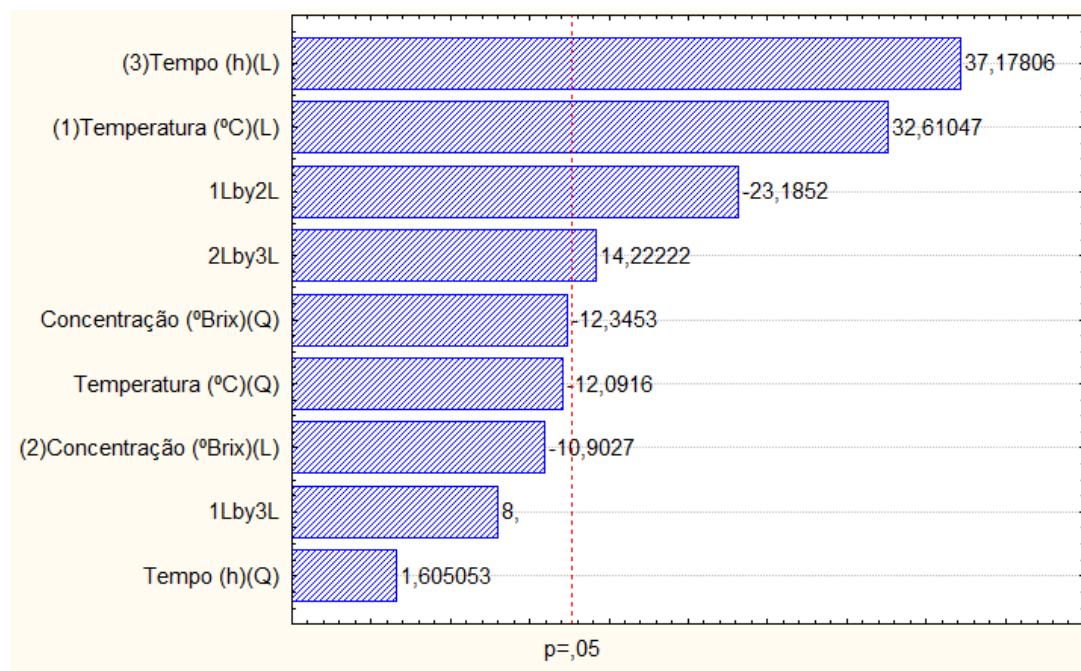


Figura 1. Gráfico de Pareto para a resposta produção de etanol a 95 % de confiança.

A ANOVA apresentada na Tabela 3 mostra um valor de $R^2 = 0,78$, indicando, portanto, que o mesmo não foi bem ajustado aos dados experimentais, e que 22% do total das variações não podem ser explicadas pelo modelo proposto.

O valor de F calculado da regressão foi menor que o valor de F tabelado da regressão ($3,67 < 4,10$), portanto o modelo não é preditivo a 95% de confiança.

ANOVA						
Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	Fcalc	Ftab (p≤0,05)	R ²
Regressão	134,23	9	26,84	3,67	4,10	0,78
Resíduo	35,56	6	7,31	--	--	--
Falta de ajuste	36,53	5	7,30	200,44	230,20	--
Erro puro	0,036	1	0,036	--	--	--
Total	170,80	15	--	--	--	--

Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) para resposta produção de etanol.

Atualmente se sabe que o aumento da temperatura favorece o consumo de açúcares fermentescíveis, o que diminui o tempo de fermentação. Segundo Oliveira (2006), a influência da temperatura no consumo de açúcares pode ser representada por uma dependência do tipo *Arrhenius*, entre a velocidade máxima de consumo de açúcares e a temperatura, relatam ainda que o processo fermentativo é exotérmico, isto é, libera calor, e a atividade da levedura é regulada pela temperatura. A temperatura

de fermentação é extremamente importante, pois a baixa temperatura permite obter alto rendimento em etanol, não só pela fermentação completa (esgotamento completo dos açúcares fermentescíveis), mas também por minimizar a perda por evaporação (CARVALHO, 2009).

4 | CONCLUSÃO

Apesar do DCCR proposto não ter apresentado respostas significativas e preditivas acerca da produção de etanol, ficou evidente que as variáveis estudadas não são suficientes para estimar um ponto ótimo para a produção de bebida alcoólica fermentada a partir de mel de cacau. Portanto, são necessários estudos adicionais, a fim de otimizar condições de fermentação, e avaliar os ácidos orgânicos, compostos fenólicos e aspectos sensoriais. Esta perspectiva é importante porque o mel de cacau é, atualmente, um subproduto residual da indústria de cacau com um forte potencial econômico. Este estudo abre uma perspectiva de um novo produto alimentício, para o mercado, a partir do resíduo de cacau.

5 | AGRADECIMENTOS

À FAPESB, CAPES e CNPq pelo suporte financeiro e de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, S. M.; SILVA, C. F.; MOREIRA, J. J. S.; NARAIN, N.. Biotechnological process for obtaining new fermented products from cashew apple fruit by *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 1, n. 38, p. 1161-1169. 2014
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 414 p. 2010.
- BORGES, P. C. S. **Otimização dinâmica da fermentação alcoólica no processo em batelada alimentada**. Dissertação (Mestre me Engenharia Química). Faculdade de Engenharia Química. Universidade Federal de Uberlândia. 162p. 2008.
- BRAZIL. **Economic Research Institute Applied**. 2013. Available in: <http://www.ipea.gov.br>. Access: January 30, 2016.
- BUAMAH, R.; DZOGBEFIA, V. P.; OLDHAM, J. H. Pure yeast culture fermentation of cocoa (*Theobroma cacao* L): effect on yield of sweatings and cocoa bean quality. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 13, p. 457-462. 1997.
- CARVALHO, G. B. M. et al. Banana as adjunct in beer production: applicability and performance of fermentative parameters. **Applied Biochemistry Biotechnology**, v. 155, p. 356–365. 2009.
- CASTRO, A. M. et al. Valorization of residual agroindustrial cakes by fungal production of multienzyme complexes and their use in cold hidrolisis of raw starch. **Waste and Biomass Valorization**, v. 2, n. 3, p. 291-302. 2016.

COELHO, E. et al. Systematic approach for the development of fruit wines from industrially processed fruit concentrates, including optimization of fermentation parameters, chemical characterization and sensory evaluation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 1043-1052. 2015.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; FREIRE, E. S.; SERODIO, R. S. Elaboration of a fruit wine from cocoa (*Theobroma cacao L.*) pulp. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 42, p. 319–329. 2007.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 3, p. 342-350. 2003.

DUARTE, W. F. et al. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabiroba, jaboticaba and umbu. **Food Science and Technology**. v. 43, p. 1564 – 1572. 2010.

FERNANDES, A.M., et al. Brix, pH and anthocyanin content determination in whole Port wine grape berries by hyperspectral imaging and neural networks. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 115, p. 88–96. 2015.

MELO NETO, B.A.; CARVALHO, E.A.; PONTES, K.V.; BARRETO, W.S.; SACRAMENTO, C.K. **CHEMICAL, PHYSICO-CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERIZATION OF MIXED AÇAI (*Euterpe oleracea*) and cocoa's honey (*Theobroma cacao*) jellies**. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 587-593. 2013.

MÜLLER, I. **Anuário brasileiro do cacau 2012. Santa Cruz do Sul**: Editora Gazeta Santa Cruz, 64. 2012.

OTHMAN, A.; ISMAIL, A.; ABDUL GHANI, N.A.; ADENAN, I. Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. **Food Chemistry**, v. 100, n. 4, 1523-1530. 2007.

SILVA, J. S. **Produção de álcool combustível na fazenda e em sistema cooperativo**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 12p. 2014.

SILVA, E. N., et al. Nutritional value and antioxidant capacity of “cocoa honey” (*Theobroma cacao L.*). **Food Science and Technology**, v. 34, n. 4, p. 755 – 759. 2014.

SINGH, A.; BISHNOI, N. R. Ethanol production from pretreated wheat straw hydrolyzate by *Saccharomyces cerevisiae* via sequential statistical optimization. **Industrial Crops and Products**, v. 41, p. 221 – 226. 2013.

TITILOYE, J. O.; BAKAR, M. S. A.; ODETOYE, T. E. Thermochemical characterisation of agricultural wastes from West Africa. **Industrial Crops and Products**, v. 47, p. 199-203. 2013.

VRIESMANN, L. C.; MELLO, R. D.; AMBONI, C.; PETKOWICZ, C.L.O. Cacao pod husks (*Theobroma cacao L.*): Composition and hot-water-soluble pectins. **Industrial Crops and Products**, v. 34, p. 1173-1181. 2011.

SINGH, A.; BISHNOI, N. R. Ethanol production from pretreated wheat straw hydrolyzate by *Saccharomyces cerevisiae* via sequential statistical optimization. **Industrial Crops and Products**, v. 41, p. 221-226. 2013.

CAPÍTULO 5

CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE CASCA DE UVA EM CEREAL MATINAL EXTRUSADO

Denise de Moraes Batista da Silva

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Programa de Pós-Graduação em Ciência de
Alimentos (PPC)
Maringá – Paraná

Carla Adriana Ferrari Artilha

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Programa de Pós-Graduação em Ciência de
Alimentos (PPC)
Maringá – Paraná

Luciana Alves da Silva Tavone

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Programa de Pós-Graduação em Ciência de
Alimentos (PPC)
Maringá – Paraná

Tamires Barlati Vieira da Silva

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Programa de Pós-Graduação em Ciência de
Alimentos (PPC)
Maringá – Paraná

Thaysa Fernandes Moya Moreira

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Programa de Pós-Graduação em Ciência de
Alimentos (PPC)
Maringá – Paraná

Maiara Pereira Mendes

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Programa de Pós-Graduação em Ciência de
Alimentos (PPC)
Maringá – Paraná

Grasiele Scaramal Madrona

Universidade Estadual de Maringá (UEM),

Programa de Pós-Graduação em Ciência de
Alimentos (PPC)
Maringá – Paraná

RESUMO: A adição de compostos ativos em alimentos pode atribuir maior valor nutricional à produtos como os cereais matinais, com composição rica em carboidratos, propiciando maior valor agregado. Um destes compostos são os fenólicos, oriundos de antioxidantes naturais como a casca de uva. Portanto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar a adição de casca de uva em cereal matinal extrusado. Para isto, primeiramente, as cascas foram secas, moídas e armazenadas. Nas formulações foram adicionados 10% de casca de uva, estas diferiram na ordem de adição: a primeira foi adicionada durante a extrusão (Interna) e, a segunda durante o processo de drageamento da calda de açúcar (Externa). As amostras foram caracterizadas após a extrusão por análises de Índices de Expansão (IE), Volume Específico (VE), Densidade Aparente (DA), Índices de Absorção de Água (IAA), Índice de Solubilidade de Água (ISA) e Composição centesimal, Perfil de Textura, Análise Sensorial e Intenção de Compra. Os resultados indicaram que a proposta de inovar desenvolvendo cereal matinal adicionado de farinha de uva internamente no processo de extrusão foi

alcançado e obteve uma aceitação boa quando comparado com amostra de externa.

PALAVRAS-CHAVE: Antioxidante; Casca de uva; Cereal matinal.

CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF THE ADDITION OF GRAPE SKIN IN EXTRUDED BREAKFAST CEREAL

ABSTRACT: The addition of phenolic compounds in foods can attribute greater nutritional value to products such as breakfast cereals, which composition is rich in carbohydrates, providing greater added value. One of these compounds are the phenolics, from natural antioxidants as grape skin. For this, the skins were dried, ground and stored. The grape skin was included in the formulation of an extruded breakfast cereal at 10%, differing in the order of addition: the first was added during extrusion (internal) and the second, during dragging process of sugar syrup. After the extrusion, samples were characterized by analysis of Expansion Index (IE), Specific Volume (VE), Apparent Density (DA), Water Absorption Index (IAA), Water Solubility Index (ISA) and Centesimal Composition, Texture Profile, Sensory Analysis and Purchase Intention. The results indicated that the proposed innovation developing cereal flour added grape internally in the extrusion process has been reached and achieved good acceptance when compared to external sample.

KEYWORDS: Antioxidant; grape skin, breakfast cereal.

1 | INTRODUÇÃO

A extrusão é uma técnica utilizada desde 1940 para fabricar salgadinhos a partir de grãos de milho (GUY; FOOD; CAMPDEN, 2016). O processo de extrusão envolve a combinação de diversas operações unitárias como: mistura, cozimento e modelagem para produzir alimentos como cereais matinais, snacks, proteínas de soja e confeitos. Trata-se de um processo que utiliza altas temperaturas e curta duração que tem por objetivo inativar microrganismos, enzimas e consequentemente auxiliar na redução da atividade de água dos produtos, melhorando assim as propriedades organolépticas, tais como a textura (FELLOWS, 2017).

O grão de milho é um dos principais ingredientes utilizados para produção de alimentos extrusados, como cereais matinais (JOZINOVIC et al., 2016), porém há necessidade de melhorar o valor nutricional deste tipo de alimento, pois os mesmos são considerados alimentos “pobres” devido à sua composição rica em carboidratos (SANTOS et al., 2017).

Nos últimos anos, a adição de compostos ativos em alimentos vem atraindo muita atenção por agregar valor nutricional e por auxiliar na prevenção de doenças (SANTOS et al., 2017). Diversos estudos já comprovaram que a casca da uva possui uma fonte interessante de antioxidantes naturais, especialmente compostos fenólicos (CORRÊA et al., 2017), no entanto, não há evidências de seu uso como

fonte de antioxidante em formulações extrusadas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adição de casca de uva em cereais matinais, bem como avaliar sua interferência nas características físico-químicas deste.

2 | MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

2.1 Materiais

A quirera de milho, a uva (Niágara), açúcar e o ácido cítrico foram adquiridas no mercado local de Maringá, PR.

2.2 Secagem das cascas de uva

O processo de secagem das cascas de uva Niágara foi realizado em condição de temperatura de 60 ± 2 °C, utilizando estufa com ventilação de ar forçada (Modelo MA035/1) a 1m/s. Após a obtenção das cascas secas, as amostras foram moídas em liquidificador industrial (Modelo JI Colombo, 700 Watts), separadamente, para a obtenção de uma farinha de casca. As amostras foram armazenadas em sacos de polietileno laminado à vácuo.

2.3 Processo de extrusão

Para a produção da formulação externa adicionou-se 10% de água em relação a massa de grits a ser extrusada. Essa mistura de água e grits foi homogeneizada. Após esta etapa, a mistura formada foi extrusada, produzindo assim os Snacks. Posteriormente foram secos até uniformização da umidade do produto e seguindo assim para a etapa de drageamento dos mesmos. Na Figura 1 apresenta-se o fluxograma de produção da formulação dos Snacks com adição externa da farinha de casca de uva.

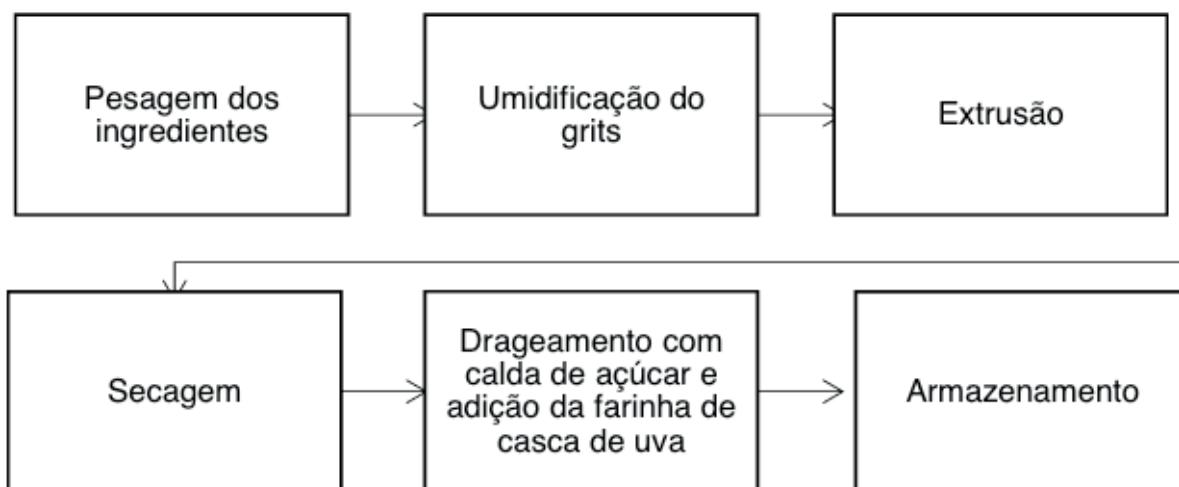


Figura 1: Fluxograma de produção.

Para a produção da formulação Interna adicionou-se 10% de água em relação a massa de grits a ser extrusada. Essa mistura de água e grits foi homogeneizada, após esta etapa, foi adicionada ao grits umidificado 10% de farinha de casca de uva. A mistura formada foi extrusada, produzindo assim os *Snacks* e posteriormente foram secos até uniformização da umidade do produto e seguindo assim para a etapa de drageamento dos *Snacks* com a calda de açúcar. Na Figura 2 apresenta-se o fluxograma de produção da formulação dos *Snacks*.

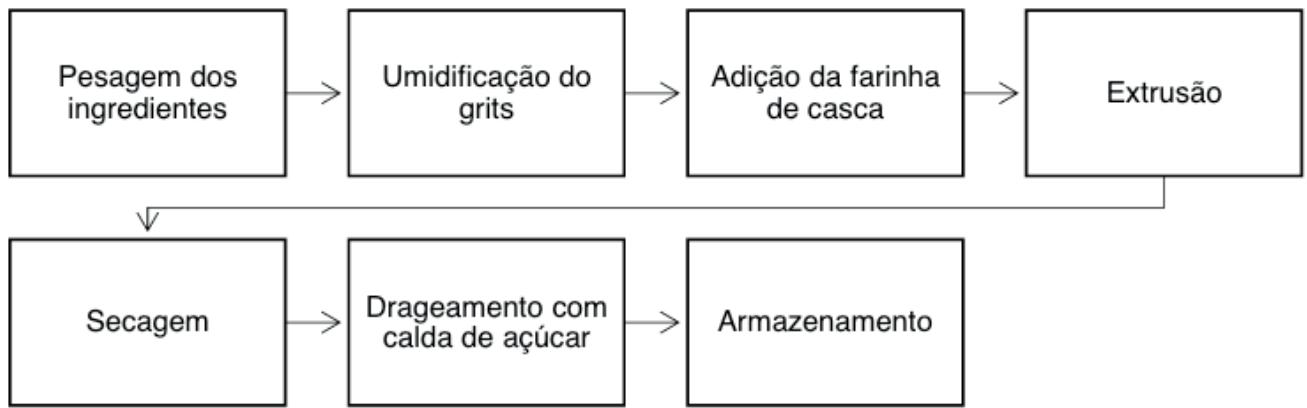


Figura 2: Fluxograma de produção.

2.4 Caracterização dos snacks – extrusão

2.4.1 Índices de Expansão (IE), Volume Específico (VE) e Densidade Aparente (DA)

O IE foi calculado segundo Mercier *et al.* (1998), pela razão entre o diâmetro médio do extrusado e o diâmetro da matriz do extrusor, em 10 diferentes produtos expandidos. O diâmetro foi medido utilizando-se paquímetro digital (Marberg, Mb-300, São Paulo). O cálculo do IE está representado na Equação 01.

$$IE = \frac{\text{Diâmetro da amostra}}{\text{Diâmetro da matriz}}$$

(Equação 01)

Para determinação do VE, utilizou-se um Becker de 1L no qual foram adicionados uma massa de 100 gramas de *Snacks* e completado com sementes de painço, medindo-se posteriormente o volume de sementes por meio de uma proveta de 200mL. O VE foi obtido dividindo-se o volume deslocado pela massa empregada, conforme a Equação 2.

$$VE = \frac{\text{Volume de sementes}}{\text{Massa de snacks}}$$

(Equação 02)

Para a determinação de DA foram adicionados Snacks em um recipiente de 1 litro e posteriormente pesados. A DA foi dada pela divisão da massa obtida por 1000mL, conforme a Equação 3, e os resultados foram expressos em g/mL.

$$DA = \frac{\text{Massa de snacks}}{\text{Volume do recipiente (1000 mL)}} \quad (\text{Equação 03})$$

2.4.2 Índices de Absorção de Água (IAA) e Índice de Solubilidade de Água (ISA)

Para a determinação do IAA e ISA utilizou-se a metodologia descrita por Anderson *et al.* (1969). A avaliação ocorreu em triplicata e consistiu na pesagem de 2,5 g de amostra moída em tubo de centrífuga previamente tarado, seguido da adição de 30 mL de água destilada a 30°C. O tubo foi mantido sob agitação constante durante 30 minutos, sendo, posteriormente, centrifugado a 3.000 G durante 10 minutos. O sobrenadante foi colocado em placa de petri previamente tarada, e seco em estufa de circulação e renovação de ar a 105°C até peso constante. O tubo com o resíduo foi pesado. A Equação 05 foi utilizada para o cálculo de IAA e a foi utilizada Equação 6 para o cálculo de ISA.

$$IAA = \frac{MCR}{MA-MRE} \quad (\text{Equação 05})$$

Onde:

IAA= Índice de absorção de água;

MRC = Massa do resíduo de centrifugação (g);

MA = Massa da amostra (base seca) (g);

MRE = Massa do resíduo de evaporação do sobrenadante (g).

Equação 06 para cálculo de ISA:

$$ISA = \frac{MRE}{MA} * 100 \quad (\text{Equação 06})$$

Onde:

ISA= Índice de absorção de água;

MRE = Massa do resíduo de evaporação do sobrenadante (g);

MA = Massa da amostra (base seca) (g).

2.4.3 Perfil de Textura (TPA)

A análise de Perfil de Textura (TPA) de amostras de cereal matinal foi realizada com 15 repetições de cada formulação em texturômetro (TA-XT, Express Enhanced, Stable Micro Systems) equipado com célula de carga de 10 kg e usando um cilindro cilíndrico sonda de 2 mm de diâmetro (P/2) a 25 ° C. Amostras de cereal matinal foram comprimidos por dois ciclos com intervalo de 5 s e teste de velocidade de 5 mm.s⁻¹. As amostras foram comprimidas a 60% de sua altura e os resultados avaliados conforme: Dureza (N), Fraturabilidade (N), Adesividade (N.s⁻¹), Espalhabilidade (-), Mastigabilidade (-), Gomosidade (-), Resiliência (-) e Coesão (-).

2.4.4 Análise sensorial

A análise sensorial foi avaliada através dos parâmetros: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global das formulações de cereal matinal pelo teste de aceitação por meio de uma escala hedônica de nove pontos a partir de 9 (gostei extremamente) até 1 (desgostei extremamente) segundo Monteiro & Cestari (2013), sendo realizada também uma avaliação de intenção de compra segundo (. Provadores adultos não treinados, com idade entre 17 e 70 anos, ocuparam cabines individuais e não comunicáveis. Antes de iniciar o teste, os provadores receberam instruções para a realização do teste. As amostras foram apresentadas individualmente, randomizadas e codificadas com três dígitos aleatórios.

2.4.5 Teste de Intenção de Compra

O teste de intenção de compra foi aplicado para cada uma das amostras utilizando uma escala de cinco pontos, sendo 1-certamente compraria e 5- certamente não compraria (MEILGAARD *et al.* 2006). A aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá (CAAE 18718013.3.0000.0104).

2.5 Caracterização dos snacks – físico-químico

2.5.1 Teor de Umidade, Teor de Cinzas Totais, Teor de Proteínas Totais, Teor de Lipídeos Totais e Teor de Carboidratos

Para determinação da umidade dos Snacks, as amostras foram submetidas à secagem em triplicata em estufa a 105°C até peso constante, segundo a AOAC (2005). A determinação de cinzas foi realizada por incineração completa dos compostos orgânicos em mufla a 550°C, restando os compostos inorgânicos, segundo o procedimento da AOAC (2005). Para a análise de nitrogênio total utilizou-se o método de digestão de Kjeldahl, segundo AOAC (2005), utilizando o fator de transformação do nitrogênio em proteína de 6,25. Os lipídios foram determinados

utilizando-se o método de extração a frio conforme metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959). O teor de carboidratos foi estimado por diferença, diminuindo-se de 100 o somatório de proteínas, lipídios, cinzas, fibras e umidade. Conforme Equação 07:

$$C(\%) = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídeos} + \% \text{ fibras})$$

Equação (07)

2.6 Análise estatística

Os resultados das características físico-química foram analisados por análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Os resultados de aceitabilidade foram analisados por ANOVA, utilizando dois fatores (consumidor e amostra), e o teste t, a um nível de significância de 5%. Os testes de intenção de compra foram analisados pelo teste do qui-quadrado, com nível de significância de 5%. Foi utilizado o empregando o software Statistica 8.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o IAA dos extrusados estão expressos na Tabela 1, variaram de 5,23 a 6,01 g.gel g⁻¹, as amostram apresentaram diferença significativa entre as médias. Para o IAA foi observado efeito significativo da adição da farinha de casca de uva na fase de pré extrusão, pois o tratamento Interno foi a amostra que apresentou menor IAA. O IAA está relacionado com a disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água e capacidade de formação de gel das moléculas de amido (LEONEL *et al.*, 2010). Os valores encontrados estão próximos aos valores do estudo de Carvalho *et al.* (2010) onde os valores encontrados foram 5,01 a 6,48 g de gel.g⁻¹ ao estudarem extrusados fritos, obtidos a partir da mistura de mandioca e pupunha.

Atributo	Tratamentos	
	Interno	Externo
IAA (g de gel.g ⁻¹ MS)	5,23 ^b ± 0,04	6,01 ^a ± 0,02
ISA (%)	31,05 ^a ± 0,39	32,25 ^a ± 1,69
DA (g.mL ⁻¹)	0,18 ^a ± 0,006	0,11 ^b ± 0,004
VE (mL.g ⁻¹)	4,26 ^b ± 0,40	5,94 ^a ± 0,78
IE	2,50 ^b ± 0,13	3,38 ^a ± 0,34

Tabela 1 – Índice de Expansão (IE), Textura Instrumental (TI), Índice de Absorção de Água (IAA), Índice de Solubilidade em Água (ISA), Densidade Aparente (DA), Volume Específico (VE) e Índice de Expansão (IE) dos cereais matinais enriquecidos com farinha de casca de uva.

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem significativamente entre si, pelos testes de ANOVA e Tukey, com nível de 5% de significância.

Como pode-se observar na Tabela 1 o ISA variou entre 31,05 e 32,25%, não apresentando diferença significativa entre as amostras. Observou-se que a adição da farinha de casca de uva na fase de pré-extrusão não influenciou no ISA. Os resultados foram inferiores aos encontrados por Silva *et al* (2011) onde ao extrusar cereal matinal de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite encontrou resultados para ISA na faixa de 37,06%.

A DA pode ser utilizada como uma forma indireta de quantificar a eficiência do processo de extrusão, pois quanto maior a expansão do produto menor será a massa medida no volume indicado na metodologia. De forma indireta também permite avaliar objetivamente quão leves ou pesados são os extrusados elaborados e assim pode-se predizer sua aceitabilidade pelo consumidor (CARVALHO *et al*, 2012). Conforme Tabela 1 os resultados referentes ao VE apresentam uma medida da expansão volumétrica, que é a soma das expansões radial e axial (CAMARGO; LEONEL; MISCHAN, 2008). As médias para o resultado VE foram de 4,26 a 5,94 ml.g⁻¹, que são valores inversos ao DA, a amostra que apresentara DA maior consequentemente apresentam VE menor. Os resultados são inferiores aos obtidos por Trombini *et al* (2013) que estudou as características de produtos extrusados de misturas de farinha de maracujá e fécula de mandioca e encontrou valores entre 5,58 a 8,51mL.g⁻¹.

O IE (Tabela 1) está diretamente relacionado com o teor de umidade da matéria-prima (PINTO *et al*, 2015). Os resultados para o IE variaram entre 2,50 e 3,38, apresentando diferença significativa entre as amostras. Berwig *et al* (2017) ao extrusar somente grits de milho com 2,5% de umidade obteve os valores de IE entre 1,28 e 1,35, sendo estes menores que os registrados no presente trabalho, as diferenças nos dados obtidos podem ser relacionadas com a porcentagem de umidificação utilizada em cada trabalho.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos na avaliação físico-química dos cereais matinais.

Atributo	Tratamentos	
	Interno	Externo
Umidade	7,05 ^a ± 0,04	7,05 ^a ± 0,03
Proteína	6,70 ^a ± 0,46	7,44 ^a ± 0,28
Lipídeos	1,45 ^a ± 0,17	1,36 ^a ± 0,27
Cinzas	0,99 ^a ± 0,00	1,43 ^a ± 0,24
Carboidratos	83,81 ^a ± 1,45	82,72 ^a ± 1,36

Tabela 2 – Média dos resultados obtidos nas análises de caracterização físico-química dos cereais matinais extrusados.

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem significativamente entre si, pelos testes de ANOVA e Tukey, com nível de 5% de significância.

Para os resultados obtidos Tabela 2 as análises de umidade, proteínas, lipídeos,

cinzas e carboidratos pode-se perceber que a adição de farinha de casca de uva na fase de pré-extrusão não afetou os valores obtidos para cada uma das amostras. As médias não apresentaram diferença significativa. Os valores obtidos neste estudo podem ser comparados com o valor apresentados por Bender et al (2016), onde ao caracterizar uma farinha de casa de uva obteve valores de proteínas similares ao encontrado neste estudo. Silva et al (2011) que desenvolveu e caracterizou um cereal matinal extrusado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite obteve resultados obteve menores para as análises de lipídeos e proteínas. Assim é visto que ao extrusar a farinha de casca de uva juntamente com o grits de milho pode-se obter um produto com características físico químicas melhoradas em relação aos demais estudos já publicados.

Os resultados obtidos na análise de Perfil de textura (TPA) dos cereais matinais enriquecidos com farinha de casca de uva interna e externamente estão descritos na Tabela 3.

Parâmetro	Tratamentos	
	Interno	Externo
Dureza (N)	25,86 ^a ± 5,99	25,34 ^a ± 7,65
Fraturabilidade (N)	16,17 ^a ± 4,17	11,59 ^b ± 3,44
Adesividade (N.s ⁻¹)	-0,0005 ^a ± 0,0002	0,001 ^a ± 0,0006
Espalhabilidade (-)	0,355 ^a ± 0,090	0,503 ^b ± 0,11
Mastigabilidade (-)	64,79 ^a ± 48,99	167,39 ^b ± 62,08
Gomosidade (-)	172,04 ^a ± 101,63	333,03 ^b ± 111,19
Coesão (-)	0,065 ^a ± 0,032	0,13 ^b ± 0,05
Resiliência (-)	0,096 ^a ± 0,040	0,12 ^a ± 0,04

Tabela 3. Análise de Perfil de textura (TPA) de cereais matinais enriquecidos com farinha de casca de uva.

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem significativamente entre si, pelos testes de ANOVA e Tukey, com nível de 5% de significância.

Os parâmetros de Dureza, Adesividade e Resiliência não diferiram significativamente (p -valor $\geq 0,05$). Dentre os demais parâmetros, Espalhabilidade (capacidade da amostra para recuperar seu formato original depois de sofrer uma força de deformação) e Coesão (grau em que a amostra poderia ser deformada antes da ruptura), diferiram significativamente, porém, os valores foram pequenos por não serem característicos de cereais matinais (TRINH, 2012).

Em relação ao parâmetro de Fraturabilidade pode se observar que a adição de farinha de uva, durante o processo de extrusão do cereal matinal, tornou o tratamento interno mais resistente a compressão inicial, por isso, provavelmente, este tratamento demonstrou maior crocância em comparação ao tratamento externo.

Por esta crocância, a Gomosidade, que representa a força necessária para desintegrar a massa do alimento durante a mastigação, e a Mastigabilidade, que é

definida pela energia requerida para mastigar o alimento, também foram menores para o tratamento interno (TRINH, 2012). Portanto, este tratamento demonstrou ser mais agradável ao consumo em relação a textura.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados obtidos na avaliação do teste de aceitação dos cereais matinais.

Atributo	Tratamentos	
	Interno	Externo
Aparência	6,48 ^a ±1,98	6,48 ^a ±1,46
Aroma	6,19 ^a ±1,47	6,12 ^a ±1,48
Sabor	6,52 ^a ±1,97	6,33 ^a ±1,67
Textura	7,04 ^a ±1,80	6,04 ^b ±1,75
Impressão global	6,58 ^a ±1,81	6,33 ^a ±1,48

Tabela 4. Atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação de cereal matinal.

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem significativamente entre si, pelos testes de ANOVA e Tukey, com nível de 5% de significância.

Os tratamentos analisados diferiram significativamente apenas em relação ao atributo de textura. Além disso, em relação a este parâmetro o tratamento interno obteve média em torno de 7,04, representado na escala de aceitação como “gostei moderadamente”, em comparação com o valor de 6,04 do tratamento externo, definido com “gostei ligeiramente”. Este resultado é compatível com o avaliado na Análise de Perfil de Textura (TPA), na qual, o tratamento interno demonstrou maior crocância. Portanto, através da análise sensorial, esta característica apresentou maior aceitabilidade.

Apesar dos demais atributos não diferirem significativamente, em geral, a menor avaliação foi de 6,04, avaliação maior do que o obtido por Bender et al. (2016) com valor de 5,74, no atributo de cor como melhor resultado, ao avaliarem a adição de farinha de casca de uva em snack extrusado.

Por fim, na Tabela 5 estão descritas as intenções de compra dos provadores em relação aos tratamentos realizados nos cereais matinais.

Intenção de compra (%)	Tratamentos	
	Interno	Externo
Certamente compraria	16,66	10,42
Provavelmente compraria	35,42	28,75
Talvez comprasse/talvez não comprasse	27,08	33,33
Provavelmente não compraria	12,5	35,41
Certamente não compraria	8,33	2,08

Tabela 5. Intenção de compra dos provadores da análise sensorial.

Como pode ser observado na Tabela 5, o cereal matinal tratado internamente com farinha de uva demonstrou maior intenção de compra dos provadores, uma vez que os valores foram maiores nos itens de “Certamente compraria” (16,66 %) e “Provavelmente compraria” (35,42 %).

4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que foi possível produzir o cereal matinal de milho adicionado de casca de uva pelo método de extrusão. Ao avaliar as características físico-químicas foi observado que a adição de farinha de casca de uva na fase de pré-extrusão não afetou os valores obtidos para cada uma das amostras. E pode-se avaliar que os Snacks foram aceitos sensorialmente pelos provadores.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R.A.; CONWAY, H.F.; PFEIFER, V.F. & GRIFFIN JR., E.L. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science Today**, v.1 4, n.1, p.4-7 e 11 -1 2, 1969
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC. Official methods of analysis of the **AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg , 2005.
- BENDER, A. B. B., et al. Obtention and characterization of grape skin flour and its use in an extruded snack. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.19, e2016010, 2016.
- BERWIG, K.; MARQUES D. R.; SILVA, D. M. B.; MENDES, M.; RANIERO, G.; MONTEIRO C. C. F.; MONTEIRO, A. R. G. Texture on extruded snack: correlation between instrumental and sensory analysis, **Chemical Engineering Transactions**, 57, 1723-1728, 2017
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J.; CAN. J. **Biochem. Physiol.** 37, 911, 1959.
- CAMARGO, K. F.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 586-591, 2008.
- CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, P. A.; ASSIS, G. T.; ASCHERI, J. L. R. Caracterização tecnológica de extrusados de *snacks* de terceira geração à base de farinhas de mandioca e pupunha. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 995-1003, 2010.
- CARVALHO, A. V.; BASSINELLO, P. Z.; MATTIETTO, R. A.; CARVALHO, R. N.; RIOS, A. O.; SECCADIO, L. L. Processamento e caracterização de *Snack* extrudado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 72-83, 2012.
- CORRÊA, R. C. G. et al. Stability and biological activity of Merlot (*Vitis vinifera*) grape pomace phytochemicals after simulated *in vitro* gastrointestinal digestion and colonic fermentation. **Journal of Functional Foods**, v. 36, p. 410–417, 2017.
- FELLOWS, P. J. Extrusion cooking 17. **Food Processing Technology**, p. 753–780, 2017.
- GUY, R. C. E.; FOOD, C.; CAMPDEN, C. **Extrusion Technologies**. 2. ed. [s.l.] Elsevier Ltd., 2016. v.

JOZINOVIC, A. et al. In fluence of spelt flour addition on properties of extruded products based on corn grits. **Journal of Food Engineering**, v. 172, p. 31–37, 2016.

LEONEL, M.; SOUZA, L. B.; MISCHAN, M. M. Produção de *Snacks* extrusados à base de polvilho doce e fibra de laranja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p.1411-1417, jun, 2010.

MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, J. M. **Extrusion cooking**. 2a ed., St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1998. 471p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, p. 448, 2006

MONTEIRO A. R. G.; CESTARI L. A. Análise sensorial de alimentos: testes afetivos, discriminativos e descritivos. 1. ed., Maringá, Brasil, EDUEM, 1, 53p., 2013.

PINTO, L. A. M.; TAVARES, F. O.; PINTO, M. M.; HIRATA, A. K.; MATEUS, G.A.P. Desenvolvimento e caracterização de salgadinho produzido a partir de gritz de milho nixtamalizado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 12-16. Pombal, PB. Out./dez. 2015.

SANTOS, L. et al. Sensory analysis of extruded corn-based breakfast cereals with whole peach palm fruit (*Bactris gasipaes* , kunth) powder. **African Journal of Food Science**, v. 11, n. March 2018, p. 310–317, 2017.

SILVA, P. A.; ASSIS, G. T.; CARVALHO, A. V.; SIMÕES, M. G. Desenvolvimento e caracterização de cereal matinal extrudado de mandioca enriquecido com concentrado proteico de soro de leite. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 260-266, out./dez. 2011

TROMBINI, F. R. M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Características físicas, reológicas esensorial de produtos extrusados demisturas de farinha de maracujá e fécula de mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online, 2013.

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA ERVA CIDREIRA (*LIPPIA ALBA* Mill.) OBTIDO POR HIDRODESTILAÇÃO

Marcilene Paiva da Silva

Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Laboratório de Extração (LABEX), Belém, Pará.

Vânia Maria Borges Cunha

Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Laboratório de Extração (LABEX), Belém, Pará.

Eloísa Helena de Aguiar Andrade

Laboratório Adolpho Ducke, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará.

Raul Nunes de Carvalho Junior

Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Laboratório de Extração (LABEX), Belém, Pará.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi analisar a composição química do óleo essencial de folhas da erva cidreira (*Lippia alba* Mill.), cultivadas no Campus de Pesquisa do Museu Paraense Emílio Goeldi. A extração do óleo foi realizada pelo método de hidrodestilação com o uso de Clevenger modificado. O processo de extração ocorreu por 180 minutos. A identificação dos compostos e a quantificação das concentrações foram realizadas por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. A *L. alba* apresentou neste trabalho um rendimento

de óleo essencial de 0,76%. O presente estudo observou que a perpétua-roxa, embora disponha de baixo rendimento de óleo essencial, pode ser considerada como uma boa fonte de compostos bioativos.

PALAVRAS-CHAVE: *lippia alba*, óleo essencial, hidrodestilação.

ABSTRACT: The objective of this work was to analyze the chemical composition of the essential oil of leaves of the lemongrass (*Lippia alba* Mill.), Cultivated in the Research Campus of the Museu Paraense Emílio Goeldi. The extraction of the oil was accomplished by the hydrodistillation method with the use of modified Clevenger. The extraction process occurred for 180 minutes. Identification of the compounds and quantification of the concentrations were performed by gas chromatography coupled to mass spectrometry. *L. alba* presented an essential oil yield of 0.76% in this work. The present study observed that the perpetual-purple, although it has low yield of essential oil, can be considered as a good source of bioactive compounds.

KEYWORDS: *lippia alba*, essential oil, hydrodistillation.

1 | INTRODUÇÃO

O nome popular “cidreira” é empregado no Brasil para designar espécies de várias famílias botânicas, cujas folhas apresentam cheiro semelhante ao do limão, sendo utilizadas na medicina tradicional. *Lippia alba* (Mill.), uma das “ervas-cidreiras”, é uma planta arbustiva que habita praticamente todas as regiões do Brasil, onde é utilizada na forma de chás, macerada, em compressas, banhos ou extratos alcoólicos, por suas propriedades antiespasmódica, antipirética, antiinflamatória, emenagoga, diaforética, estomáquica, analgésica e sedativa, aliadas à sua baixa toxicidade. Tais propriedades devem-se aos seus constituintes ativos, dentre eles o óleo essencial (JULIÃO et al., 2003; BATISTA et al., 2018).

Na atualidade, é crescente o mercado de óleos essenciais e outros produtos derivados de vegetais. Pesquisas mostram o grande número de aplicações possíveis de substâncias produzidas pelo metabolismo de plantas nativas de regiões tropicais (MARTÍNEZ, 2005).

Os óleos essenciais são muito voláteis, ou seja, eles se vaporizam rapidamente sob efeito do aumento da temperatura. Por isso, o uso da técnica de extração por hidrodestilação é muito empregado na extração de flores e folhas, devido à separação dos componentes da mistura por diferença de pressão de vapor (PINHEIRO, 2003).

O óleo essencial de *L. alba* (Mill) é acumulado nos tricomas das folhas (ALBES DOS SANTOS, 2004). A planta geneticamente modificada pode crescer em diferentes habitats naturais com diferentes composições de metabólitos secundários. Assim, vários quimiotipos foram descritos, que diferem na composição química dos óleos essenciais (HENNEBELLE, 2006).

Zoghbi et al. (1998), identificaram os constituintes do óleo de *L. alba* (Mill.) N. E. Br de três amostras caracterizados pelos tipos A, B e C. O tipo A coletados em Santa Maria (PA) obteve um elevado teor de limoneno (18,4%) e 1,8-cineol (34,9%). Tipo B, coletadas em Belterra (PA), é dominada por limoneno (32,1%), carvona (31,8%) e germacreno-D (21,0%). Tipo C, recolhidas Chaves em (PA), é representado por citral [neral (13,7%) + geranal (22,5%)] e germacreno-D (25,4%) como os principais constituintes.

Portanto, o objetivo deste artigo é relatar a composição química do óleo essencial de *L. alba* utilizando CG-MS para quantificar e identificar os principais constituintes da amostra recolhida do Campus de Pesquisa do Museu Paraense Emilio Goeldi.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Aquisição e preparo da material-prima

O vegetal da família lamiaceae da espécie *Lippia alba* foi coletada no Campus de Pesquisa do Museu Paraense Emilio Goeldi, localizado na Avenida Perimetral,

n° 1901, bairro da Terra Firme, no município de Belém-Pará-Brasil ($01^{\circ}27'04.4''$ S – $043^{\circ}26'44.3''$ W). A coleta foi realizada pelo funcionário Mário Rosa dos Santos no dia 14 de setembro de 2016, às 10:51 AM, sob a temperatura do ambiente de 26,5°C e umidade relativa do ar de 64,4%. A espécie coletada foi cultivada em solo do tipo latossolo amarelo e vegetação do tipo capoeira compactada.

2.2 Análise botânica

Primeiramente, uma parte da amostra foi herborizada (prensada e seca, obtendo-se assim a exsicata) para identificação pela Dra. Léa Carrera (Herbário do Campus de Pesquisa do Museu Paraense Emílio Goeldi).

Partindo-se da amostra fresca, foi realizada a morfodiagnose macroscópica da espécie, na qual as amostras foram analisadas a olho nu observando-se que o vegetal é uma erva lenhosa que chega até um metro e meio de altura e crescem em touceira, as flores são lilases contidas em glomérulos curto pedunculados aos pares axilares, as folhas são alternas e tanto as flores quanto as folhas exalam um forte aroma.

2.3 Extração do óleo essencial

Para a extração pesou-se 30 g do material seco, adicionado a 500 mL de água destilada e encaminhado para extração por hidrodestilação durante 3 horas, usando um aparelho de Clevenger modificado. Após a extração, o óleo foi centrifugado com aproximadamente 3000 rpm por 5 minutos, depois foi adicionada Na_2SO_4 anidro e novamente centrifugado durante 5 minutos, obtendo apenas o óleo e transferido para um frasco de vidro âmbar identificado pelo código PPG01-2016 para posterior análise cromatográfica. Em seguida, pesou-se mais 3 g do material seco para a determinação da umidade utilizando a balança de infravermelho (MARTE, modelo ID50) e o valor da umidade foi de 12,51%. O cálculo do rendimento do óleo essencial, extraído da folha do vegetal, foi obtido com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU), pela equação abaixo (SANTOS et al., 2004).

$$R_{(\%bs)} = \left(\frac{m_o}{m_a \left(1 - \frac{U_a}{100} \right)} \right) \quad (1)$$

Onde: $R_{(\%bs)}$ é o rendimento de óleo em base seca, m_o a massa de óleo, m_a a massa de amostra e U_a umidade da amostra.

2.4 Análise do óleo essencial

A amostra foi preparada a partir de 2 μ L do óleo em 1 mL de Hexano para ser analisada em cromatografia. A composição química dos constituintes voláteis foi analisada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), em aparelho Shimadzu QP – 2010 Plus, equipado com coluna rtx – 5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 mm de espessura do filme). O espectrômetro de massa foi por impacto eletrônico (70 eV), utilizando hélio como gás de arraste. A injeção foi por splitless com temperatura do injetor de 250 °C a um volume de injeção de 1 μ L. A temperatura da coluna foi programada de acordo com o seguinte gradiente: 60°C, aumentando a 3°C/min até 240°C. A temperatura para a linha de transferência e da fonte iônica foi fixada em 200°C. A identificação dos compostos foi realizada através da análise dos índices de retenção, obtidos em ambas as colunas e comparados com os dos compostos de referência e os dados da literatura. Além disso, cada espectro de massa obtido foi comparado com aqueles a partir das bibliotecas da literatura (Adams, 2006; NIST, 2011; Finnegan 2.0 e Adams, 2007) e os espectros de massa obtidos a partir de compostos de referência. Os índices de retenção foram calculados através software do sistema, utilizando uma série de n-alcanos (C8-C20) injetados nas mesmas condições cromatográficas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acromatografia gasosa (Figura 1) identificou os compostos, cujas concentrações são apresentadas na Tabela 1.

Constituintes	TR	IR	Conc.%
Camphene	6,875	957	0,43
6-Octen-2-one, (Z)	7,167	968	2,12
Pinene <beta->	7,35	974	7,19
alpha.-Terpinen	8,292	1006	0,14
Cymene<ortho->	8,583	1014	0,26
Ocimene<(E)-beta->	9,342	1034	2,4
Terpinene<gamma->	9,817	1047	5,07
Isocitral<exo->	13,267	1134	0,13
2-Methyl-4,5-nonadiene	13,5	1139	0,06
Isocitral<Z->	14,092	1153	0,68
Isogeranial	14,9	1172	0,92
Myrtenal	15,583	1188	1,16
Neral	17,608	1234	9,34
Geraniol	18,4	1251	17,8
Geranal	19,092	1267	12,33
Geranyl formate	20,675	1302	0,13
Myrtenyl acetate	21,3	1317	1,41

2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	22,567	1345	0,37
2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)	22,883	1353	0,09
Geranyl acetate	23,8	1373	4,73
Geranyl acetate	23,992	1378	0,11
Elemene<beta->	24,217	1383	2,11
Funebrene<beta->	25,2	1405	0,06
Caryophyllene(E-)	25,525	1413	3,95
Funebrene<beta->	25,925	1422	0,2
Farnesene <(E)-, beta->	26,983	1447	1,69
Geranyl propanoate	27,683	1464	0,13
Alloaromadendrene oxide-(1)	28	1471	0,09
Germacrene D	28,117	1474	0,44
Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-	28,875	1492	0,17
Neryl isobutanoate	29,05	1496	0,09
Farnesene<(E,E)-alpha->	29,167	1499	0,39
Geranyl isobutyrate	29,342	1503	2,02
Elemol <alpha->	31,225	1549	21,01
Cubenol	32,325	1577	0,21
Allo-hedycaryol	32,967	1593	0,07
1,4-Methanocycloocta[d]pyridazine, 1,4,4a,5,6,9,10,10a-octahydro-11,11-dimethyl-, (1.alpha.,4.alpha.,4a.alpha.,10a.alpha.)-	33,908	1617	0,11
Hinesol	34,858	1642	0,12
Sandaracopimar-7,15-dien-6-one	50,908	2101	0,27

Tabela 1. Constituintes voláteis do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.)

Onde: TR é tempo de retenção em minutos, IR é índice de retenção.

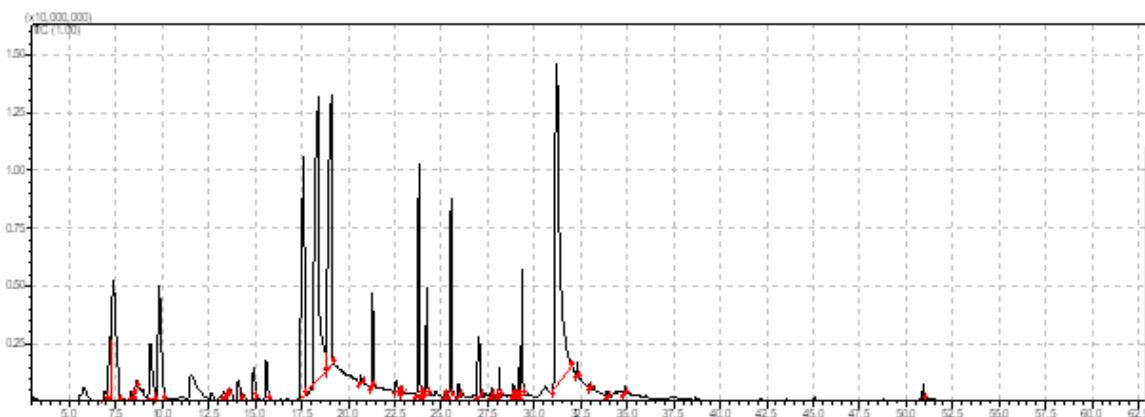


Figura1- Cromatograma do óleo essencial de *L.alba*.

A *L. alba* apresentou neste trabalho um rendimento de óleo essencial de 0,76%, e de acordo com Shukla et al. (2009), relataram um rendimento de 0,08%, e Glamoclija et al. (2011), relataram um rendimento 0,15% a partir de folhas de *L. Alba*.

Uma determinada espécie pode apresentar composição e rendimento de óleo essencial variado de acordo com a estação de colheita, parte da planta e localização geográfica de cultivo (BURT, 2004). Para *L. alba*, fatores genéticos parece ser o

principal responsável por variações em constituintes químicos mais do que fatores ambientais (TAVARES et al., 2005).

Shukla et al. (2009), relataram que os principais constituintes do óleo essencial de *L. alba* foram Geranial (22,21%) e Neral (14,20%), Tavares et al., (2005) relataram Geranial (33,98%) e neral (25,82%). Mesa-Arango et al., (2009) relataram que foram Geranial (30,5%) e Neral (23,6%). Glamoclija et al., (2011) encontraram Geniral (50,94%) e Neral (33,32%). Neste estudo os constituintes majoritários foram a – Elemol (21,01%), Geraniol (17,8%), Geranial (12,33%) e Neral (9,34%). A quantidade de Geranial e Neral não apresentaram as mesmas concentrações que os relatados na literatura citada anteriormente.

Vários estudos relataram a diversidade de quimiotipos do óleo essencial de *L.alba* apresentando diferenças entre cada óleo essencial variando seus principais constituintes.

4 | CONCLUSÃO

Com base no resultado deste trabalho da composição do óleo essencial de *L. alba*, pode-se concluir que o período da colheita das folhas influenciou tanto no rendimento do óleo quanto na diferença dos constituintes em relação aos relatados da literatura.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectroscopy. Allured Publ. Corp, Carol Stream, IL, 2006.
- ADAMS, R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectroscopy, 4th Edition, 2007.
- ALBES DOS SANTOS, M. R; INNECO, R; SOARES, A. A. Caracterização anatômica das estruturas secretoras e produção de óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E. BR. em função do horário de colheita nas estações seca e chuvosa. **Revista Ciência Agronomica**, 377–383, 2004.
- BATISTA, E. S.; BRANDÃO, F. R.; MAJOLO, C.; INOUE, L. A. K. A.; MACIEL, P. O.; OLIVEIRA, M. R.; CHAVES, F. C. M.; CHAGAS, E. C. *Lippia alba* essential oil as anesthetic for tambaqui. **Aquaculture**, v. 495, p. 545–549, 2018.
- BURT, S. Óleos essenciais: Suas propriedades antibacterianas e potenciais aplicações em alimentos de uma revisão Int. **J. Food. Microbiol**, v. 94, p.223-253, 2004.
- GLAMOCLJJA, J.; SOKOVIC, M.; TESEVIC, V.; LINDE, G. A.; COLAUTO, N. B. Chemical characterization of *Lippia alba* essential oil: an alternative to control green molds. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 42, p. 1537-1546, 2011.
- HENNEBELLE, T; SAHPAZA, S; DERMONT, CH; JOSEPH, H; BAILLEUL, F. The essential oil of *Lippia alba*: analysis of samples from French overseas departments and review of previous works. **Chemistry & Biodiversity**, 1116–1125, 2006.

JULIÃO, L. S; TAVARES, E.S.; LAGE, C.L.S; LEITÃO, S.G. Cromatografia em camada fina de extratos de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. (erva-cidreira). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, p. 36–38, 2003.

MARTÍNEZ, J. Extração de óleos voláteis e outros compostos com CO₂ supercrítico: desenvolvimento de uma metodologia de aumento de escala a partir da modelagem matemática do processo e avaliação dos extratos obtidos. 2005. 95f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MESA-ARANGO, A. C.; MONTIEL-RAMOS, J.; ZAPATA, B.; DURÁN, C.; BETANCUR-GALVIS, L.; STASHENKO, E. Citral e carvona quimiotipos de óleos essenciais de colombiano *Lippia alba* (Mill.) NE Brown: Composição, citotoxicidade e atividade antifúngica Mem. **Inst. Oswaldo Cruz**, v. 104, p.878-884, 2009.

NIST - National Institute of Standards and Technology

PINHEIRO, A. L. Produção de óleos Essenciais, Viçosa: CPT, 2003.

SANTOS, A.S; ALVES, S. M.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; NETO, O. G. R. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 6p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 99), 2004.

SHUKLA, R.; KUMAR, A.; SINGH, P.; DUBEY, N. K. Eficácia de *Lippia alba* constituintes do óleo essencial (Mill.) NE Brown e sua aldeído monoterpeno contra fungos isolados de algumas sementes de leguminosas comestíveis e produção de aflatoxina B1. Inter. **J. Microbiol alimentos**, v. 135, p.165-170, 2009.

TAVARES, E. S.; JULIÃO, L.S.; LOPES, D.; BIZZO, H.R.; LAGE, C.L.S.; LEITÃO, S.G. Análise do óleo essencial de Folhas de Três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) NE Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, p.1-5, 2005.

ZOGHBI, M. G. B; ANDRADE, E.H.A.; SANTOS, A.S.; SILVA, M.H.; MAIA, J.G.S. Essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br growing wild in the Brazilian Amazon. Flavour and Fragrance Journal, v. 13, n. 1, p. 47–48, 1998.

CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E FÍSICO-QUÍMICA DE SUCOS MISTOS DE FRUTAS TROPICais

Emanuele Araújo dos Anjos

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Departamento de Análises Bromatológicas.

Larissa Mendes da Silva

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Departamento de Análises Bromatológicas.

Pedro Paulo Lordelo Guimarães Tavares

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

Renata Quartieri Nascimento

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia-Renorbio, Salvador, Bahia, Brasil.

Maria Eugênia de Oliveira Mamede

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

polpas comerciais de manga e umbu. Foram elaboradas duas formulações de sucos mistos de manga e umbu. Realizou-se análises de pH, cor, sólidos solúveis, acidez e viscosidade, assim como teste de aceitação sensorial com 60 consumidores e Análise Descritiva por Ordenação (ADO) com 21 provadores. Tanto as análises físico-químicas como as sensoriais foram capazes de verificar que as formulações apresentam características diferentes entre si. Com isso, a metodologia de ADO se mostrou eficaz na discriminação das amostras. Os dados sensoriais estavam em concordância com a caracterização físico-química. As amostras com maior porcentagem de polpa de manga e açúcar foram mais aceitas pelos consumidores da cidade de Salvador-BA, indicando maior afinidade com sucos mais doces e com maiores viscosidades.

PALAVRAS-CHAVE: Aceitação, ADO, frutas tropicais.

RESUMO: O consumo de sucos de frutas tem aumentado nos últimos anos, motivado, sobretudo, por uma nova visão dos consumidores na escolha de bebidas de sabores diferenciados, mas com qualidade nutricional. O umbu e manga são frutas tipicamente brasileiras muito consumidas, além de ricas em vitaminas e nutrientes. Este trabalho teve como objetivo elaborar novos sabores de sucos utilizando

1 | INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de sucos e néctares prontos para beber está em franca expansão, acompanhando a tendência mundial de consumo de bebidas saudáveis, convenientes e saborosas (KUSKOSKI et al., 2006).

O consumo de sucos e néctares de frutas

tem aumentado nos últimos anos motivado, principalmente, pela maior consciência dos consumidores sobre a importância da escolha de alimentos saudáveis para redução do risco de desenvolver doenças e para a melhoria da qualidade de vida (FARAONI et al., 2012).

A manga (*Mangifera indica L.*) É uma fruta muito consumida no Brasil e no mundo, por possuir polpa carnosa, suculenta com sabor e aroma característicos e apreciados. A forma mais comum de consumo é a fruta in natura, mas ela pode ser encontrada em outras formas tais como suco integral, polpa congelada, ingrediente de sorvetes, doces, produtos lácteos e vários outros (AZOUBEL et al., 2010). A manga é uma fruta nativa da Ásia mais precisamente da Índia, sudeste do continente asiático e das ilhas circunvizinhas, sendo um dos melhores e dos mais largamente aproveitados frutos de origem tropical (SILVA, 1999). Umbu (*spondias tuberosa*), é uma fruta nativa, originária dos chapadões semi-áridos do nordeste brasileiro. Ela contém carboidrato, proteína, cálcio, ferro, fósforo, vitamina A, B1, B2 e C (CARMO et al., 2012).

Este trabalho teve como objetivos avaliar, usando os métodos sensoriais de aceitação e análise descritiva por ordenação, e caracterizar novos sabores de sucos mistos utilizando polpas de frutas comerciais (manga e umbu) considerando-se a necessidade de estudos para agregar valor às frutas nativas do nordeste brasileiro pouco exploradas e com valor nutritivo.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os sucos foram elaborados utilizando polpas de frutas comerciais da marca Santa Rosa. Foram definidas através de ensaios preliminares seis formulações de sucos, em que as concentrações de umbu são fixas e as de manga variam, e que foram adicionadas às formulações goma xantana (0,08g/100ml) e vitamina C (0,05g/100ml) (Tabela 1).

A legislação brasileira para suco tropical estabelece a quantidade mínima de 50% (m/m) de polpa para compor o suco pronto para beber, ressalvado o caso de fruta com acidez alta ou conteúdo de polpa muito elevado ou sabor muito forte que, neste caso, o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 35% (m/m) (BRASIL, 2003).

Sucos	Umbu	Manga	Açúcar	Água
S1	15%	15%	3%	67%
S2	15%	20%	3%	62%
S3	15%	25%	6%	54%
S4	15%	30%	6%	49%
S5	15%	35%	10%	40%
S6	15%	40%	10%	35%

Tabela 1. Formulações dos sucos mistos de manga e umbu em porcentagem

2.1 Análise Descritiva por Ordenação

O perfil da análise sensorial foi feito a partir da metodologia de Análise Descritiva por Ordenação (ADO). A análise descritiva por ordenação foi conduzida conforme Richter et al., (2010) e foi dividida em quatro etapas. A primeira etapa foi o recrutamento dos avaliadores, sendo recrutadas vinte e uma (21) pessoas por meio de um questionário, com objetivo informar dados pessoais e socioeconômicos, averiguar o bom estado de saúde, como alergias, diabetes e hipertensão e a frequência que toma e se gosta de suco de frutas.

Na segunda etapa foram dezoito avaliadores selecionados que fizeram o levantamento de termos utilizando-se o Método Rede de Kelly (MOSKOWITZ, 1983), sendo orientados a relacionar similaridades e diferenças entre os grupos de sucos. Na terceira etapa, reuniram-se os provadores para selecionar os termos levantados, para deliberar as definições para os termos mais indicados. Na última etapa, os avaliadores realizaram o teste de ordenação, onde as amostras foram ordenadas de forma crescente dos atributos: brilho, espuma, coloração amarelo claro, coloração amarelo gema, odor doce, odor cítrico, aroma de manga, aroma de umbu, viscosidade visual, viscosidade paladar, gosto doce, gosto amargo, sabor de umbu, sabor de manga, sabor azedo.

2.2 Teste de Aceitação

O perfil da análise sensorial foi feito a partir da metodologia de aceitação, método sensorial afetivo, em que avalia o quanto um consumidor gosta ou desgosta de um determinado produto. Para a análise foram recrutados 60 consumidores, em que cada uma delas avaliou os sucos marcando em uma escala não estruturada de 10 centímetros delimitada com os termos desgostei muitíssimo e gostei muitíssimo em suas extremidades e nem gostei nem desgostei no seu centro. Além disso, foi questionado também que os consumidores descrevessem o que gostaram e o que desgostaram de cada bebida.

2.3 Análises Físico-Químicas

Para a análise de pH utilizou-se o pHmetro, de modelo DM-23, marca Digimed. A cor foi medida no colorímetro (Konica Minolta/CR-5), utilizando o modo de transmitância, para avaliar a luminosidade (L), intensidade de cor (C*) e tonalidade (h*). Os sólidos solúveis totais foram medidos através da refração da luz, por leitura em refratômetro manual (Atago/ MASTER T) com resultado expresso na escala °Brix. Para determinar a acidez total (v/v), utilizou-se uma metodologia que se baseia na titulação ácido-base (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Então, usou-se uma solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) de M 0,1 e como indicador a fenolftaleína.

Para viscosidade utilizou-se o viscosímetro (Brookfield viscometer/ DV-I Prime), utilizando-se como parâmetros: spindle S63 a 60rpm por 30 segundos.

2.4 Tratamento Estatístico

Realizou-se análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, utilizando o programa SAS University Edition versão 1.7.0_76 para verificar diferenças entre as amostras a um nível de significância de 95% para teste de aceitação e para as análises físico-químicas.

Os resultados obtidos da Análise Descritiva por Ordenação foram avaliados de acordo com Christensen et al. (2006), para 17 pessoas e usando o nível de significância de 5%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Descritiva por Ordenação (ADO)

Os avaliadores não perceberam diferenças nos sucos S1 e S2 nos seguintes atributos: brilho, coloração amarelo claro, coloração amarelo gema, odor doce, aroma de manga, viscosidade paladar, sabor umbu, sabor azedo. Nos sucos S3 e S4 não houve diferença nos atributos odor cítrico, aroma de umbu, gosto amargo, sabor manga, sabor azedo. Nos sucos A5 e A6 não houve diferença nos atributos brilho, espuma, coloração amarelo claro, coloração amarelo gema, odor doce, odor cítrico, aroma de manga, viscosidade visual, viscosidade paladar, gosto doce, gosto amargo, sabor umbu, sabor manga, sabor azedo.

	Atributos	Sucos					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	Brilho	57 ^d	69 ^d	110 ^c	133 ^b	170 ^a	175 ^a
2	Espuma	193 ^a	169 ^b	122 ^c	99 ^d	73 ^e	58 ^e
3	Coloração amarelo claro	186 ^a	172 ^a	129 ^b	106 ^c	70 ^d	51 ^d
4	Coloração amarelo gema	47 ^d	63 ^d	107 ^c	134 ^b	173 ^a	190 ^a
5	Odor doce	48 ^d	66 ^d	113 ^c	139 ^b	165 ^a	183 ^a
6	Odor cítrico	175 ^a	152 ^b	125 ^c	111 ^c	78 ^d	73 ^d
7	Aroma de manga	49 ^d	66 ^d	108 ^c	135 ^b	172 ^a	184 ^a
8	Aroma de umbu	193 ^a	168 ^b	123 ^c	108 ^c	76 ^d	47 ^e
9	Viscosidade visual	44 ^e	73 ^d	102 ^c	127 ^b	175 ^a	193 ^a
10	Viscosidade paladar	48 ^d	66 ^d	110 ^c	131 ^b	165 ^a	178 ^a
11	Gosto doce	38 ^e	66 ^d	109 ^c	130 ^b	185 ^a	186 ^a
12	Gosto amargo	194 ^a	168 ^b	128 ^c	108 ^c	61 ^d	54 ^d
13	Sabor umbu	187 ^a	173 ^a	130 ^b	108 ^c	60 ^d	56 ^d
14	Sabor manga	40 ^d	65 ^c	110 ^b	127 ^b	182 ^a	182 ^a
15	Sabor azedo	190 ^a	174 ^a	125 ^b	110 ^b	63 ^c	60 ^c

Tabela 2. Resultados da Análise Descritiva por Ordenação (ADO)

Soma dos valores de Ordenação para 17 julgadores. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$), Valor crítico = 21 para 17 avaliadores e 6 formulações (todas as formulações contém 15% de umbu, ,08g/100ml de goma xantana; e 0,05g/100ml de vitamina C. S1: 3% de açúcar, 15% manga e 67% de água; S2: 3% de açúcar, 20% de manga e 62% de água; S3: 6% de açúcar, 25% de manga e 54% de água; S4: 6% de açúcar, 30% de manga 49% de água; S5: 10% de açúcar, 35% de manga e 40% de água; S6: 10% de açúcar, 40% de manga e 35% de água).

Uma análise multivariada dos dados dos termos descritivos foi realizada e, está representada na Figura 1. A Figura 1 demonstra o agrupamento das similaridades entre amostras de acordo com os atributos gerados na análise descritiva. Em termos gerais, percebe-se a presença de dois grupos, sendo o primeiro composto pelos atributos 1, 4, 5, 7, 9, 10, 11 e 14 (G1), associados a maior presença de gosto doce, sabor de manga e odor doce e o outro grupo associado com os atributos 2, 3, 6, 8, 12, 13 e 15 (G2), associados a presença de um sabor azedo, além de sabor de umbu, odor cítrico e coloração amarelo clara.

As formulações com maior teor de sólidos solúveis apresentaram maior intensidade para gosto doce e aroma doce (Tabela 2). Ao comparar estes dados com a aceitação do consumidor é possível observar que as formulações com maior intensidade de gosto doce e aroma doce foram as mais aceitas (S5 e S6) e seriam essas as amostras associadas ao primeiro grupo (G1) (Figura 1). Sendo assim, os termos percebidos em maior intensidade em S5 e S6, como sabor de manga, aroma de manga em termos de similaridade, pois as formulações S5 e S6 alcançaram as maiores médias para a intensidade de sabor e aroma de manga e cor amarelo gema contribuíram para estas formulações alcançarem maior aceitação.

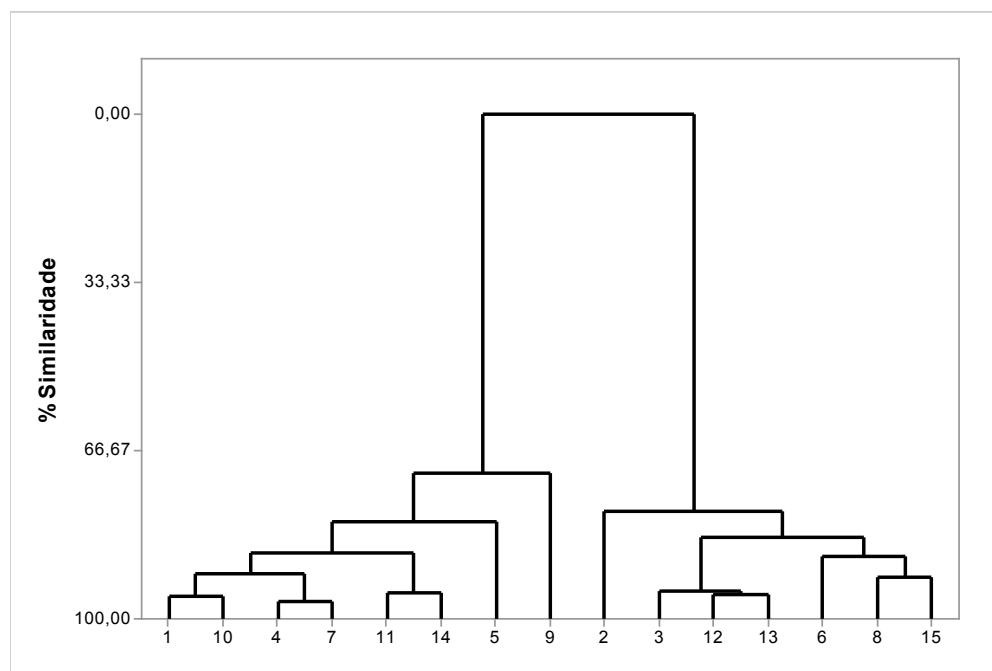


Figura 1. Análise multivariada demonstrada na forma de agrupamento hierárquicos das amostras de sucos mistos de manga e umbu.

As formulações S1, S2 e S3 com menor proporção de manga, ressaltou-se o

gosto amargo, sabor de umbu e sabor azedo, baixa viscosidade visual e viscosidade paladar, características da presença mais marcante do umbu (Tabela 2), ou seja, essas amostras estariam correspondentes ao segundo grupo (G2) de acordo com suas similaridades (Figura 1). Ao comparar com os dados físico-químicos pode-se observar que estas formulações têm menor valor de sólidos solúveis e viscosidade baixa em relação as outras formulações (Tabela 3), corroborando com os achados para a ADO.

As médias de aceitação global são maiores ($p > 0,05$), nas bebidas com alto valor do teor de sólidos solúveis. Estes resultados mostram que os consumidores aceitaram as bebidas com maior intensidade de doçura (G 1), assim como em estudo realizado por Pimenta et al. (2013) ao avaliarem que, com o aumento dos sólidos solúveis de sucos de amora através do acréscimo de açúcar, as bebidas apresentaram maiores médias de aceitação para sabor.

A ADO embora seja uma nova metodologia descritiva, alguns trabalhos já foram publicados mostrando sua eficiência como uma alternativa a metodologias tradicionais, a exemplo de estudo realizado por Loures et al. (2010).

A Tabela 3 indica os resultados da caracterização físico-química dos sucos mistos de manga e umbu. Em relação ao pH, todas as amostras apresentaram-se como bebidas de pH baixo característica de bebidas acidas. Em relação à acidez titulável, percebe-se que as amostras apresentaram resultados muito semelhantes, já que a diferença total de polpa de fruta entre as amostras é pequena. De acordo com a Instrução normativa nº01, de 7 de Janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, a polpa de manga deve ter pH mínimo 3,3 e máximo 4,5. E o valor encontrado por Lima et al. (2003) do pH da polpa de umbu foi de 2,1. E também segundo Machado et al. (2007), foram encontradas nesse trabalho o pH das polpas de umbu variaram de 2,32 a 2,91 e as polpas de Manga variaram entre 3,33 a 4,18. Com isso, utilizando a combinação dessas duas polpas de frutas, os valores encontrados foram entre 2,98 á 3,11, em que foi aumentando de acordo com o aumento da porcentagem de polpa de manga.

3.2 Análises físico-químicas

Análises	Sucos					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
pH	3,00 ^b (0,05)	3,19 ^a (0,11)	3,01 ^b (0,01)	3,05 ^{ab} (0,01)	3,13 ^{ab} (0,01)	3,17 ^a (0,01)
Acidez Total (v/v)	3,75 ^c (0,04)	4,12 ^{ba} (0,10)	4,11 ^{ba} (0,04)	4,11 ^{ba} (0,04)	4,01 ^b (0,14)	4,28 ^a (0,02)
Viscosidade (cP)	93,00 ^e (1,00)	113,0 ^d (1,00)	169,0 ^c (7,00)	223,0 ^b (1,00)	364,90 ^a (21,00)	381,90 ^a (10,00)
Cor L*	57,15 ^a (0,23)	54,75 ^b (0,48)	51,68 ^c (0,13)	49,54 ^d (0,77)	48,42 ^e (0,10)	48,71 ^{de} (0,03)

Cor C*	55,27 ^d (0,27)	58,42 ^c (0,36)	62,15 ^b (0,27)	65,18 ^a (1,20)	67,24 ^a (0,30)	65,82 ^a (1,32)
Cor h*	81,64 ^a (0,10)	80,56 ^b (0,10)	79,29 ^c (0,12)	78,07 ^d (0,22)	77,32 ^e (0,02)	77,18 ^e (0,45)
SST* ([°] Brix)	5,05 ^f (0,05)	6,25 ^e (0,25)	9,10 ^d (0,10)	10,00 ^c (0,00)	14,20 ^b (0,00)	14,95 ^a (0,05)

Tabela 3. Dados físico-químicos de sucos mistos de manga e umbu.

Resultados apresentados sob forma de média (desvio padrão). Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença estatística a um nível de significância de 95%. *Sólidos solúveis totais Descreve os sucos também. ((todas as formulações contém 15% de umbu, 08g/100ml de goma xantana; e 0,05g/100ml de vitamina C. S1: 3% de açúcar, 15% manga e 67% de água; S2: 3% de açúcar, 20% de manga e 62% de água; S3: 6% de açúcar, 25% de manga e 54% de água; S4: 6% de açúcar, 30% de manga 49% de água; S5: 10% de açúcar, 35% de manga e 40% de água; S6: 10% de açúcar, 40% de manga e 35% de água).

Ao analisar a cor, percebe-se que, com o aumento da proporção de polpa de manga, há uma redução da luminosidade (L^*). A saturação de cor (C^*) nas amostras mostrou semelhança estatística entre as amostras S4, S5 e S6. Para tonalidade das amostras (h^*), que é medida em graus, houve diferença significativa entre as amostras, e semelhança entre as amostras S5 e S6, que se aproximavam da tonalidade alaranjada na medida em que se acrescentava polpa de manga.

Para o parâmetro viscosidade pode-se notar que, conforme a quantidade de polpa de manga é aumentada nas preparações, a viscosidade também aumenta, havendo semelhança apenas entre as amostras S5 e S6. A manga é considerada como uma fruta com alto teor de fibras e sólidos solúveis, que podem ser responsáveis pelo incremento na viscosidade da bebida (MARQUES et al., 2010).

No parâmetro de sólidos solúveis (SST), medidos em [°]Brix, podemos perceber que o teor de polpa de manga e açúcar é aumentado dentro as formulações, elevam-se também os sólidos solúveis, sendo percebida diferença significativa entre todas as amostras. Segundo Benevides (2008), foi encontrado para sólidos solúveis totais ([°]Brix) da polpa de manga um mínimo de 15,00 e máximo de 22,00. Assim, podemos inferir que o aumento do valor de sólidos solúveis totais se dá ao aumento da porcentagem de polpa de manga, assim como também o aumento da porcentagem de sacarose e diminuição da água.

Para Martins et al. (2017), a diferença estatística nos valores de acidez titulável, pH e sólidos solúveis são justificadas pelas diferentes porcentagens de cada polpa nas três formulações do seu trabalho, visto que cada polpa tem suas características particulares. Assim como no presente trabalho, em que há diferentes porcentagens de polpas de manga nos sucos, concordando com diferença estatística na acidez titulável, pH e nos sólidos solúveis totais.

Ainda segundo Martins et al. (2017), em relação ao pH, valores abaixo de 4,5 limitam o crescimento de leveduras, fungos e bactérias sensíveis. Sob esse ponto de vista, as seis formulações possuem essa característica positiva, com um pH máximo

de 4,28 no suco 6.

3.3 Aceitação

Nesta etapa desse trabalho, foi feita a análise sensorial com cerca de 60 consumidores, que foi avaliado a impressão global dos sucos. Obtivemos as seguintes notas: a amostra S1 obteve uma nota de 3,2, a amostra S2 foi 4,0 e isso significa que elas foram rejeitadas pelos avaliadores. As amostras S3 e S4 obtiveram notas de 6,1 e 6,9 respectivamente, significando que as amostras foram aceitas. E as amostras S5 e S6 obtiveram 7,7 e 8,0 respectivamente. As médias de aceitação das seis formulações de suco e o resultado da ANOVA estão representadas na Tabela 4.

Sucos	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Médias	3,2 ^c (±2,58)	4,0 ^c (±2,64)	6,1 ^b (±2,72)	6,9 ^{ab} (±2,06)	7,7 ^a (±2,01)	8,0 ^a (±2,05)

Tabela 4. Médias de Aceitação dos sucos mistos de umbu com manga.

Letras minúsculas iguais indicam que não há diferença estatística entre os sucos analisados a um nível de significância de 95%. (todas as formulações contém 15% de umbu, 08g/100ml de goma xantana; e 0,05g/100ml de vitamina C. S1: 3% de açúcar, 15% manga e 67% de água; S2: 3% de açúcar, 20% de manga e 62% de água; S3: 6% de açúcar, 25% de manga e 54% de água; S4: 6% de açúcar, 30% de manga 49% de água; S5: 10% de açúcar, 35% de manga e 40% de água; S6: 10% de açúcar, 40% de manga e 35% de água).

As formulações S5 (10% de açúcar, 35% de manga e 40% de água) e S6 (10% de açúcar, 40% de manga e 35% de água) alcançaram as maiores médias de aceitação, 7,7 e 8,0, respectivamente, estas notas correspondem a conceitos de próximos de “ gostei muito e gostei muitíssimo”. Hansen et al. (2013) verificaram em néctar de mangaba, fruta exótica, médias de aceitação em torno de 5 para formulações com baixo teor de polpa. Com o aumento de 40% de polpa e 10% de açúcar a aceitação atingiu escore máximo de 8,0, de acordo com presente estudo.

Junto com a análise de aceitação foi pedido aos consumidores que citassem o que eles mais gostavam e o que menos gostavam de cada amostra. Estes destacaram que os atributos que mais gostaram das amostras, em ordem decrescente foram sabor/gosto, viscosidade, aparência, acidez e aroma. E foram destacados os atributos que menos gostaram das amostras, em ordem decrescente sabor/gosto, viscosidade, acidez, aparência e aroma.

Dentre as características sensoriais que os consumidores mais gostaram e menos gostaram nas formulações, as principais foi o sabor, a viscosidade, seguidas da aparência, acidez e aroma. O sabor é o atributo que apresenta uma linearidade entre os sucos, como por exemplo, o suco S1 apresentou a maior quantidade de pessoas que menos gostou do atributo e o suco S6 foi o que apresentou maior quantidade que mais gostou do atributo.

CONCLUSÃO

Conclui-se então, que a Análise Descritiva por Ordenação (ADO), caracterizou as amostras e, os dados sensoriais apresentaram excelente relação com os dados físico-químicos, colaborando em conjunto para a discriminação de amostras. Foi possível observar dois grandes grupos G1 e G2 formados pelos diferentes atributos levantados na ADO. Estes dois grupos são similares em doçura e alta viscosidade (G1) e acidez elevada e baixa viscosidade, assim as bebidas com maior porcentagem de polpa de manga foram mais aceitas pelos consumidores, ou seja, bebidas mais doces e com maior viscosidade.

REFERÊNCIAS

- AZOUBEL, P. M.; AMORIM, M. da R.; OLIVEIRA, S. S. B.; BAIMA, M. do A. M.; CASTRO, M. da S. Cinética de Secagem de Manga com e sem Pré-tratamento Ultrassônico. In: XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 04 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco e Néctar Tropicais.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta (e Suco de Fruta).
- BENEVIDES S. D; RAMOS, A. M; STRINGHETA P. C; CASTRO, V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 28, 2008.
- CARMO, S.K.S. PAULA, B.; CARVALHO FILHO, C. D.; MATTA, V. M.; MENEZES, J. S.; LIMA, P. C.; PINTO, C. O.; CONCEIÇÃO, L. E. M. G. Produção e caracterização de fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 14, 2012.
- Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- DUTCOSKY, S.D. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Champagnat, 3 ed., 2011.
- FARAONI, A.S; RAMOS, A. M.; GUEDES, D. B.; OLIVEIRA, A. N.; LIMA, T. H. S. F SOUSA, P. H. M. Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. *Ciência Rural*. Santa Maria v.42, n.5, 2012.
- HANSEN, O. A. S; CARDOSO, R. L; FONSECA, A. A. O; VIANA, E. S; HANSEN, D. S; BARRETO, N. S. E. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de néctar de mangaba. *Magistra*, Cruz das Almas-BA, v. 25, n. 2, 2013.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Ed. 1. 2008. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em: 05.05.2018.
- KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; MORALES, M.T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural*, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LOURES M. M. R.; RODRIGUES, V. P. M.; BERGER, E. C.; CARNEIRO, R. C.; MINIM, L. A. Análise descritiva por ordenação na caracterização sensorial de iogurte diet sabor morango enriquecido com concentrado protéico do soro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 2010.

MAMEDE, M. E. O.; SUZARTH, M.; JESUS, M. A. C. L.; CRUZ, J. F. M.; OLIVEIRA, L. C. Avaliação sensorial e colorimétrica de néctar de uva. **Brazilian Journal of Food and Nutrition, Araraquara** v. 24, n. 1, 2013.

MARTINS, H. D.; PERFEITO, D. G. A.; SILVA, A. R.; PEIXOTO, N. Caracterização e estudo da estabilidade física de suco misto adoçado de mangaba e cagaita. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 81-87, 2017.

MATTA, V. M.; CABRAL, LOURDES, M. C., SILVA, L. F. M. Suco de acerola microfiltrado: avaliação da vida-de-prateleira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, 2004.

MATTIETTO, R. A.; LOPES, A.S.; MENEZES, H. C. Estabilidade do néctar misto de cajá e umbu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, 2007.

MORAES, M.L. **Avaliação da vida de prateleira de suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina c e goma xantana**. Monografia (Engenharia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Pará. 2016.

OLIVEIRA, A. N.; RAMOS, A. M .; CHAVES, J. B. P.; VALENTE, M. E. R. Cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, 2013.

PIMENTA, S. M.; ZAMBRANO, F. M.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química e sensorial de suco adoçado de amora (*morus nigra* L.) Obtido por prensagem e despolamento. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 07, n. 02: p. 1118-1127, 2013.

SAINZ, R.L., FERRI, V.C. Vida-de-prateleira de sucos clarificados de pêssegos das variedades jubileu e eldorado. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 18, p. 239-249, 2015.

SILVA,E.M.F. da (Coord.). **Estudos sobre o mercado de frutas**. Brasília: FIPE, 1999.

COMPORTAMENTO REOLÓGICO DO SUCO VERDE NA PRESENÇA DO YLBIO E A MUCILAGEM DE CHIA LIOFILIZADA (*SALVIA HISPÂNICA*)

Jully Lacerda Fraga

Departamento de Engenharia Bioquímica - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química – CEP: 21941-909 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Telefone: 55 (21) 3938-7623 – e-mail: (jully.lfraga@gmail.com)

Adejanildo Silva Pereira

Departamento de Engenharia Bioquímica - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química – CEP: 21941-909 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Kelly Alencar Silva

Centro de Ciências Médicas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense – UFRJ, Rua Doutor Mário Viana 523, Santa Rosa, 24241-002, Niterói, RJ, Brasil..

Priscilla Filomena Fonseca Amaral

Departamento de Engenharia Bioquímica - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química – CEP: 21941-909 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil

biopolímeros analisados a mucilagem de Chia (2 mg/ mL de suco ou superior) foi mais eficaz em estabilizar os componentes dispersos do suco verde.

PALAVRAS-CHAVE: Suco Verde; Mucilagem de Chia; Reologia; *Yarrowia lipolytica*; YIBio

ABSTRACT: The Green juice showed a Newtonian to Pseudo plastic rheological behavior and was well fitted to Newtonian model. The emulsifiers tested were able to change the physical feature of Green juice, the addition of bioemulsifiers increase significant ($p < 0.05$) the value of the storage module signaling the thickening of fluid. The Chia mucilage (2 mg/ mL of juice or more concentrated) was more efficient to promote the juice components' stabilization.

KEYWORDS: Green juice. Chia mucilage. *Yarrowia lipolytica*. Rheology. YIBio.

1 | INTRODUÇÃO

As frutas são conhecidas fontes nutricionais de vitaminas, minerais e carboidratos solúveis, e uma alternativa ao consumo desses nutrientes é a elaboração de bebidas que possuam em sua formulação sucos de frutas cítricas com a adição de hortaliças e legumes. As frutas possuem uma grande concentração de vitamina C, que é responsável

RESUMO: O suco verde formulado neste estudo apresentou um comportamento reológico semelhante a um fluido Newtoniano tendendo a Pseudoplástico se ajustando melhor ao modelo de Newton. Os bioemulsionantes testados foram eficazes em alterar as estrutura física do suco verde, gerando mudanças significativas ($p < 0,05$) no valor do módulo de armazenamento indicando o espessamento do fluido. Dentre os

por prevenir a oxidação nos sistemas biológicos provocados pela ação dos radicais livres no organismo (SOARES, 2002). No Brasil, o mercado de suco natural teve um crescimento de 9,8% entre os anos de 2012 e 2013 (EMPREENDEDORES, 2014).

Sendo assim, para atender o mercado de sucos que está em grande expansão torna-se necessário a elaboração de bebidas à base de sucos de frutas que possuam além de suas características básicas uma potencialização da ação funcional no organismo.

Neste estudo optou-se por testar surfactantes de origem microbiana e vegetal com a finalidade de gerar um melhoramento tecnológico conferindo ao suco verde um aspecto íntegro. Tal característica torna o produto final obtido apreciável ao consumidor, ressaltando o fato de que o uso de aditivos não sintéticos vem se tornando uma tendência de mercado (GRUNERT, 2010).

A mucilagem de Chia é composta de um conjunto de polissacarídeos excretados na semente em solução aquosa sedo capaz de agir como um eficiente agente espessante (RAMOS, 2013).

A fim de conferir ao biosurfactante de *Yarrowia lipolytica* IMUFRJ 50682 (YIBio) mais uma atribuição promovendo a sua utilização no segmento alimentício, este trabalho dedicou-se a inseri-lo na formulação do suco verde para avaliar a sua ação como estabilizante. Tal fato se justifica pela estrutura química deste composto, um complexo de proteínas e polissacarídeos com uma pequena porcentagem de lipídeos capazes de interagir com substâncias não miscíveis presentes na formulação do suco verde promovendo a estabilização ou menor decantação dos constituintes da bebida (AMARAL, et al., 2006).

Os estudos reológicos em alimentos possuem uma enorme importância, pois existem inúmeras aplicabilidades, dentre elas: a aceitabilidade, processamento e manuseio do alimento (BARBOSA-CA'NOVAS, et al., 1996). Neste presente estudo foi possível estimar o comportamento reológico do suco contendo os biopolímeros separadamente e também da mistura destes na formulação. Os dados de comportamento reológico foram obtidos através das correlações entre tensão e taxa de cisalhamento e através dos testes de reologia dinâmicos obtendo os na faixa de viscoelasticidade linear, o módulo de armazenamento, G', e o módulo de perda G'' para todas as amostras analisadas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produção do suco verde, da mucilagem de chia e do biosurfactante de *Yarrowia lipolytica* (YIBio)

Para a produção do Suco verde (ou Detox) foram utilizados: Todos os ingredientes da formulação foram processados em liquidificador (marca, potencia

max,) para a obtenção do suco. A formulação continha 205,25 g de suco de laranja Seleta, 200 mL de água filtrada, 30,69 g de folha de couve, 3,97 g de hortelã, 0,77 g de raspas de gengibre e 182,51 g de pepino. Foi calculado o rendimento do suco obtido após filtração (Philips RI2160 191/BB – Ser 1444). Todos os ingredientes da formulação foram processados em liquidificador para a obtenção do suco sendo que foi acondicionado em freezer á temperatura de -18°C.

A produção do biossurfactante de *Yarrowia lipolytica* foi realizada seguindo a metodologia de Ramos (2013) para a preparação do meio de crescimento (suco de caju clarificado), pré-inócuo, cultivo de *Yarrowia Lipolytica*, obtenção e extração do biossurfactante.

A obtenção da Mucilagem de Chia foi realizada utilizando a semente de chia (*Salvia hispânica L.* – marca Louro Verde) a partir do método adaptado de Spada et. al., (2014). Para os testes com o suco foram pesados 310,68 g (água destilada e chia). Depois as sementes foram separadas da mucilagem por centrifugação a 3000g por aproximadamente 30 minutos. O sobrenadante obtido (mucilagem) foi congelado em ultra-freezer a -70°C e depois liofilizado.

2.2 Análises reológicas

As análises reológicas foram realizadas no laboratório de Engenharia Química da Escola de Química (LADEQ- EQ- UFRJ). Os parâmetros reológicos foram obtidos em reômetro, marca ARG2 Instrument Control AR, acoplado a um banho termostatizado (Julabo F25) à temperatura de 25°C, com geometria de cilindro concêntrico, na frequência de 0,1 Hz. A taxa de cisalhamento e a viscosidade aparente foram obtidas de em curva ascendente (de 0 a 1000 s⁻¹) e em curva descendente (de 1000 a 0 s⁻¹). Os módulos G' (de armazenamento) e G'' (de perda) foram obtidos em frequência variável e (0,1 a 10 Hz) a 25 °C, para o suco puro e com os bioemulsionantes.

3 | RESULTADOS

3.1 Comportamento reológico

O gráfico apresentado na figura 1 que correlaciona a tensão de cisalhamento com a taxa de cisalhamento aplicada para o suco verde a 25°C observa-se que há uma relação linear, com um leve declínio na tensão de cisalhamento para a faixa de 100 a 600 s⁻¹ indicando que o fluido analisado teria um comportamento newtoniano. Ou seja, o suco apresenta viscosidade constante conforme variação da taxa de cisalhamento como uma leve tendência a pseudoplástico.

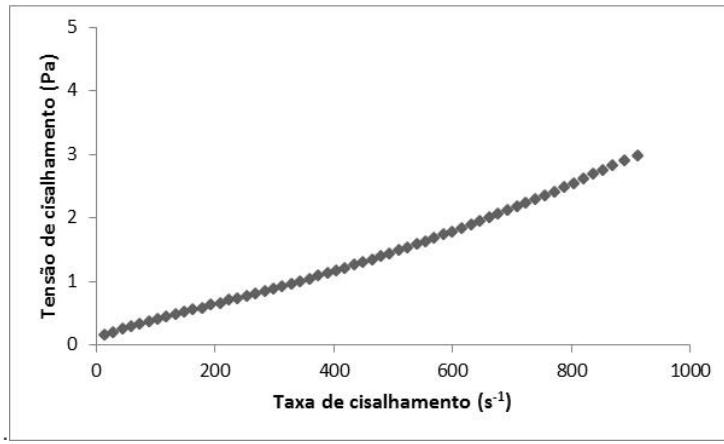


Figura 1 - Curva de fluxo do suco verde a 25 °C

Ao analisar a relação entre viscosidade aparente e tensão de cisalhamento do suco verde conforme podemos observar na Figura 2 observa-se um comportamento reológico não newtoniano, do tipo pseudoplástico para o suco verde. Esta discrepância provavelmente ocorreu devido porque o suco verde é muito suscetível a decantação. Portanto, é possível que o resultado observado seja referente apenas à porção líquida no qual foi retirada a alíquota para análise, já que se espera que líquidos homogêneos como a água possua um comportamento newtoniano.

Entretanto, para uma mistura complexa e não homogênea com diversas substâncias suspensas ou com sólidos dispersos na fase fluída como o suco verde, seria esperado um comportamento pseudoplástico semelhante ao observado em sistemas coloidais (SATO e CUNHA, 2007; RAO, 1977).

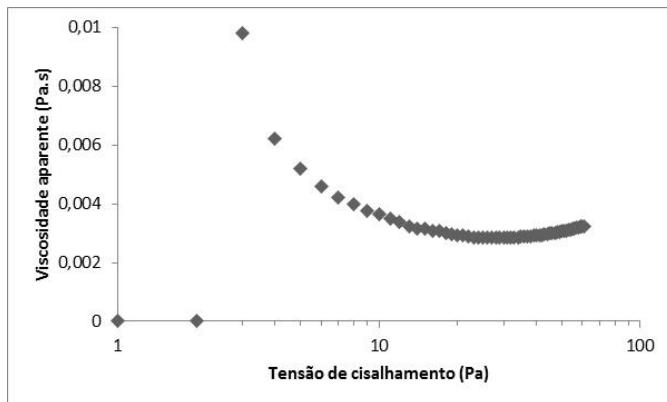


Figura 2 - Curva de escoamento do Suco Verde a 25°C.

Através da análise do gráfico contido na figura 3 foi possível observar que a amostra contendo 20mg de mucilagem de Chia apresentou um resultado muito próximo ao esperado para um comportamento newtoniano, indicando que adição do biopolímero foi eficaz em promover a estabilização das partículas dispersas no suco impedindo a mudança conformacional dessas substâncias e a diminuição da viscosidade gerada pelo alinhamento destas. Estes dados ratificam o que foi

observado através das análises de decantação.

Ao analisarmos a curva referente à amostra de suco contendo 30mg de biossurfactante na figura 3 é possível observar que esta não intercepta o eixo das ordenadas na origem indicando uma ação plastificante deste biopolímero, que provavelmente é capaz de formar uma rede de forças interpartículas/intermoléculas principalmente através de forças polares, forças de van der Waals, restringindo a troca de posições entre volumes de elementos aumentando a viscosidade (DALTIN, 1997). Entre a taxa de cisalhamento de 50 a 250 s⁻¹ o bioemulsionante apresenta um resultado semelhante ao observado para amostra contendo 20mg de mucilagem de chia, em taxas superiores a capacidade do biossurfactante em promover o aumento de viscosidade é reduzida.

Até a taxa de 250 s⁻¹ a curva do suco contendo 10mg de chia e 10mg de biossurfactante e a que continha 10mg de mucilagem apresentou similaridade com a curva do suco contendo 20mg de mucilagem de chia todas com origem no eixo das ordenadas e comportamento equivalente ao newtoniano.

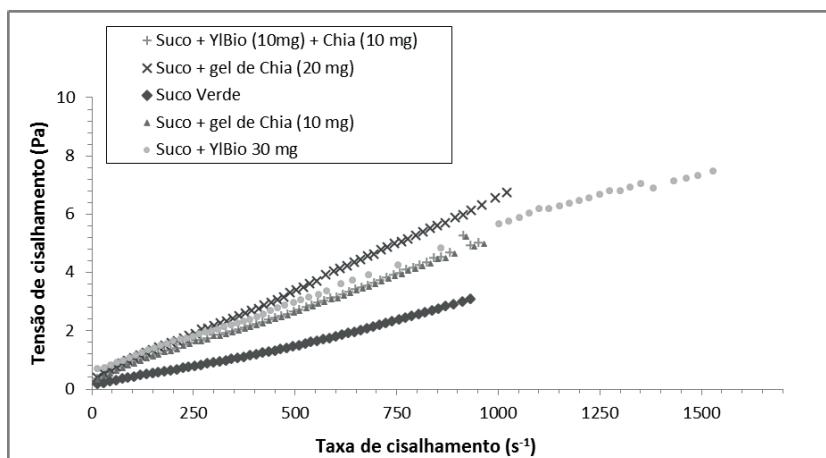


Figura 3 - Curvas de fluxo do suco verde com e sem os bioemulsionantes em diferentes concentrações a 25 °C.

Analizando a figura 4, foi possível observar um aumento do módulo G' principalmente para a amostra contendo mucilagem de chia indicando que esta substância contribui para aumento do caráter plástico do suco devido à ação dos polissacarídeos presentes neste biopolímero, que são capazes de espessar e gelificar as soluções (LAPASIN & PRICL, 1999). É possível que ocorra também uma interação entre os polissacarídeos da mucilagem de chia e componentes presentes na formulação do suco verde, como as fibras dietéticas (STEPHEN & CHURMS, 1995b). O comportamento desta amostra foi similar ao observado para o suco sem estabilizantes, havendo uma diminuição do módulo viscoso. Este resultado ratifica os dados mostrados anteriormente indicando que a M. de Chia na concentração de 2mg/ mL proporciona a estabilização do suco verde.

Através da análise da figura 4 observamos que a maior diminuição do módulo

G'' foi observada para o suco contendo a mistura dos bioemulsionantes chegando a valores negativos, indicando a redução do caráter viscoso do suco. Apesar do YIBio não ter sido capaz de promover a estabilização do suco na concentração de 3mg/mL, este mostrou-se eficaz em promover o aumento do módulo de armazenamento possuindo uma curva de módulo G' e G'' muito semelhante ao observado para a mistura dos bioemulsionantes também com valores negativos para o módulo viscoso.

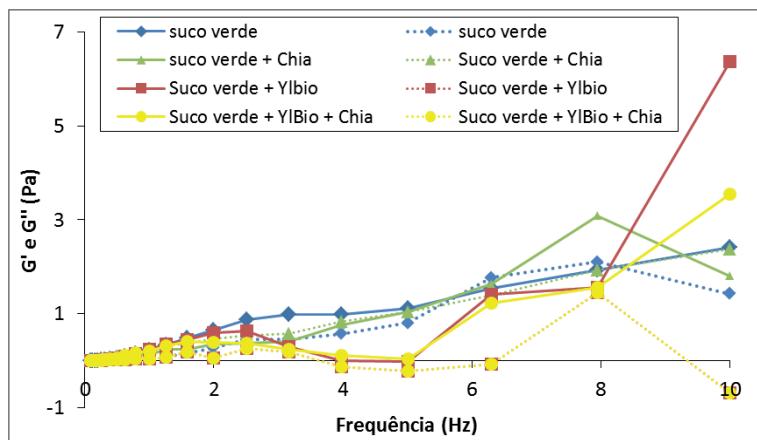


Figura 4 - Módulo de armazenamento (G') e de perda (G'') para o suco verde sem bioemulsionantes, adicionado de M. de chia (2mg/ mL), YIBio (3mg/ mL) e contendo a mistura dos dois estabilizantes (1mg/ mL de cada) a 25°C em relação à frequência no intervalo.

O ângulo de fase inicial com $\tan(\delta) = 3,36$ com valor mínimo de $\tan(\delta) = 0,23$ para o suco verde e o valor médio equivalente a $\tan(\delta) = 0,72$ caracteriza o fluido como uma solução açucarada (Figura 5).

A tendência observada é a diminuição do ângulo de fase em frequências mais baixas, sendo estabilizado a partir de 0,316 Hz e mantendo-se praticamente linear até 10 Hz. A tendência de diminuição da $\tan(\delta)$ é observada em sólidos viscoelásticos (CEPEDA, et al. 2002), e não comumente em sucos, porém isto pode ter ocorrido devido a evaporação do suco durante o ensaio visto que ao longo da análise o ângulo manteve-se linear em relação a frequência (Figura 5).

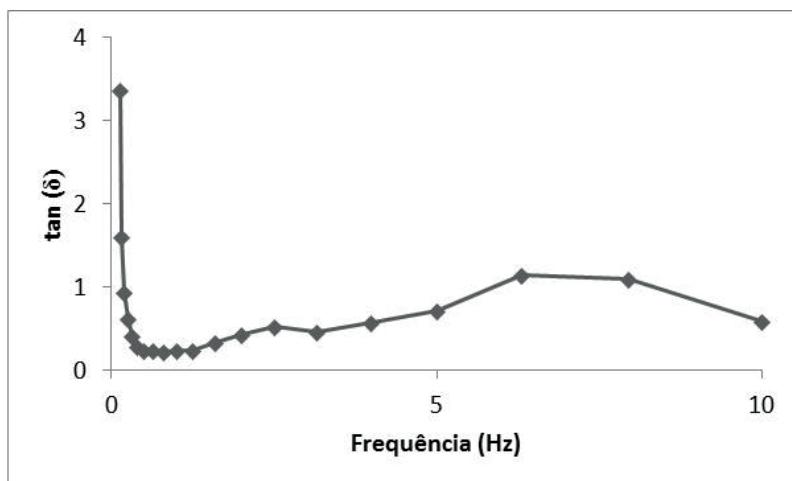


Figura 5. Tangente do ângulo de fase (δ) ou relação G''/G' em função da taxa de cisalhamento (γ).

4 | CONCLUSÕES

O suco verde apresentou um comportamento reológico entre um fluido newtoniano e pseudoplástico, evidenciando que mudanças físicas como a decantação influenciam diretamente nas propriedades reológicas da mistura. A adição dos estabilizantes alterou as curvas de comportamento reológico do fluido analisado, sendo esta mudança mais proeminente para a mucilagem de Chia 2mg/mL. A adição dos bioemulsionantes alterou os valores dos módulos G' e G" do suco verde, aumentando principalmente o módulo de armazenamento. Através do ângulo de fase foi possível caracterizar o suco como uma solução açucarada.

REFERÊNCIAS

- Amaral, P.F.F.; Silva, J.M.; Lehocky, M.; Barros-Timmons, A.M.V.; Coelho, M.A.Z.; Marrucho, I.M. and Coutinho, J.A.P (2006). Production and characterization of a bioemulsifiers from *Yarrowia lipolytica*. *Process Biochemistry*. 41, 1894–1898.
- Barbosa-Ca’novas, G. V.; Kokini, J. L.; Ma, L., & Ibarz, A (1996). The rheology of semiliquid foods. *Advances in Food and Nutrition Research*, 39, 1– 69.
- Daltin, D. Estudo dos parâmetros físico-químicos da estamparia têxtil com corantes reativos visando a substituição dos espessantes nas formulações de tintas, Instituto de Química da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- Empreendedores apostam no suco pronto saudável e (muito) lucrativo. Pme Estadão. Disponível em: <<http://pme.estadao.com.br/noticias,empreendedores-apostam-no-suco-pronto-saudavel-e-muito-lucrativo,3589,0.htm>>. Acessado em: 20 de setembro de 2014.
- Grunert, K.G (2010). European consumers’ acceptance of functional foods. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1190, 166–173.
- Lapasin, R. & Prich, S (1999). *Rheology of industrial polysaccharides – theory and applications*. Gaithersburg: Aspen Publishers. 620p.
- Ramos, S. C. F (2013). Avaliação das propriedades gelificantes da farinha de chia (*Salvia hispanica* L.). Desenvolvimento de novas aplicações culinárias. Dissertação de Mestrado. FCT – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.
- Rao, M. A (1977). Rheology of liquid foods - a review. *Journal of Texture Studies*. 8 (2), 135–168.
- Sato, A. C. K.; Cunha, R. L (2007). Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jabuticaba. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 27 (4), 890-896.
- Soares, S. E (2002). Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista de Nutrição*. 15 (1), 71-81.
- Stephen, A. M.; Churms, S. C (1995b). Introduction.In: Stephen, A. M. (Ed) *Food Polysaccharides and their applications*. New York: Marcel Dekker. 377-440.

CAPÍTULO 9

DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA PARA QUEIJO MINAS FRESCAL

Maria Aparecida Senra Rezende

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
– Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
do Sudeste de Minas Gerais – CEP: 36180-000 – Rio
Pomba – MG – Brasil

Cleuber Antonio de Sá Silva

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
– Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
do Sudeste de Minas Gerais – CEP: 36180-000 – Rio
Pomba – MG – Brasil

Daniela Cristina Faria Vieira

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
– Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
do Sudeste de Minas Gerais – CEP: 36180-000 – Rio
Pomba – MG – Brasil

Eliane de Castro Silva

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
– Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
do Sudeste de Minas Gerais – CEP: 36180-000 – Rio
Pomba – MG – Brasil

Diego Rodrigo Silva

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
– Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
do Sudeste de Minas Gerais – CEP: 36180-000 – Rio
Pomba – MG – Brasil

eles alta umidade. Com o objetivo de aumentar a conservação do queijo Minas frescal foi desenvolvida uma embalagem, onde um filme composto por acetato de celulose é fixado em um alumínio que sela a embalagem logo abaixo da tampa. Este filme foi imerso em solução antimicrobiana de duas concentrações diferentes e um filme contendo apenas o acetato de celulose serviu de controle. Este acetato é um material natural e biodegradável. O antimicrobiano utilizado foi o Microban® que se manteve ativo após quinze dias de acondicionamento do queijo Minas frescal, revelando-se um bom agente redutor de carga microbiana, e um novo contribuinte para a vida de prateleira do produto.

PALAVRAS-CHAVE: queijo Minas frescal; vida de prateleira; segurança alimentar.

ABSTRACT: The Minas fresh cheese is a cheese much appreciated for its mild taste, soft consistency and low fat compared to others, but is highly perishable due to several factors, including high humidity. In order to increase the preservation of Minas fresh cheese was developed a package where a film composed of cellulose acetate is fixed to an aluminum sealing the package just below the cap. This film was dipped in the antimicrobial solution of two different concentrations and a film containing only cellulose acetate was used as control. This

RESUMO: O queijo Minas frescal é um queijo muito apreciado por seu sabor suave, consistência macia e baixo teor de gordura se comparado aos demais, porém apresenta alta perecibilidade devido a vários fatores, dentre

acetate is a natural and biodegradable material. The antimicrobial used was Microban® which remained active after fifteen days of preparation of Minas fresh cheese, revealing a good agent microbial load reducer, and a new contributor to the product shelf life.

KEYWORDS: Minas fresh cheese; shelf life; food safety.

1 | INTRODUÇÃO

O queijo Minas frescal de acordo com o Regulamento Técnico Geral MERCOSUL para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijos e Instrução Normativa nº 4 de 1º de março de 2004 (Brasil, 2004) possui características sensoriais específicas, como cor branca, levemente ácido de sabor agradável (Kamiyama e Otênia, 2013), consistência macia, correspondendo às características físico-químicas de muito alta umidade e considerado como semigordo, com necessidade de refrigeração abaixo de 8º C, sendo um produto altamente produzido e consumido no Brasil (Nunes et al., 2016).

Dentre os pontos críticos que interferem na qualidade microbiológica deste tipo de queijo destacam-se: matéria-prima e água de má qualidade microbiológica, sanitização deficiente dos utensílios utilizados no transporte do leite e comercialização a granel dos queijos, temperatura de refrigeração imprópria, hábitos pouco higiênicos dos ordenhadores e todas as condições inadequadas de limpeza e higiene realizadas no processamento e comercialização dos produtos lácteos (Alves et al., 2009).

O queijo Minas frescal é produzido a partir de leite de vaca pasteurizado, sendo caracterizado por alta atividade água, pH entre 5,1 - 5,6 e 1 a 1,5% de cloreto de sódio. Possui de 48% a 55% de umidade e uma vida de prateleira de 10 a 14 dias. Na sua fabricação, emprega-se coalho enzimático, genético ou animal, remove-se o soro e realiza-se a moldagem e a salga. É um queijo que tem ampla aceitação comercial e faz parte do hábito alimentar da população das diversas regiões do país, segundo Furtado (1994) apresenta um bom rendimento que varia de 6,0 a 6,5 litros kg⁻¹.

No intuito de minimizar a contaminação e aumentar a vida útil do produto, torna-se necessário que se utilize de novos métodos de conservação mais eficientes que a refrigeração. O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do desenvolvimento de uma embalagem incorporada com agente antimicrobiano, que fosse capaz de reduzir ao máximo os contaminantes, que fosse prática, moderna, funcional, capaz de identificar, proteger e preservar as qualidades inerentes ao produto durante as fases de transporte e armazenamento, além de torná-lo mais rentável, durável e seguro para o consumo.

Pesquisadores brasileiros, dentre eles Azeredo, Azeredo e Faria (2000), Félix et al. (2008), Alves et al. (1994), têm desenvolvido pesquisas na área de embalagens ativas antimicrobianas na incorporação de conservantes em polímeros que compõem filmes ou sachês para reduzir, inibir ou retardar o crescimento da microbiota presente,

principalmente na superfície do alimento embalado onde ocorre a maior parte das reações de deterioração.

Para este estudo, foi escolhido um antimicrobiano que é desenvolvido pela Microban International Ltda nos EUA (S.-Y. Sung et al., 2013) que utiliza o triclosan como agente a ser incorporado ao alimento. Este sistema de embalagem foi aprovado pela União Europeia, que regula que a migração do triclosan para alimentos não deve exceder a 5 mg /kg (Quintavalla e Vicini, 2002). Muitos antimicrobianos são considerados GRAS (FDA 2014) e facilmente decompostos (Long et al., 2016), desde que sejam mantidos os limites de dosagens, como por exemplo o triclosan (FDA, 2014).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produção dos filmes antimicrobianos

Os filmes contendo o agente antimicrobiano foram preparados a partir de acetato de celulose adicionado do Microban® que é um agente testado em alimentos com resultados satisfatórios. Dentre estes filmes incorporados com antimicrobianos há grande interesse pelos obtidos diretamente de material natural, em especial acetato de celulose, por se tratar de um filme biodegradável.

Foram preparados três grupos de filmes sendo o primeiro apenas de acetato de celulose sem adição de antimicrobiano (0%), servindo como filme controle e dois filmes com diferentes concentrações do antimicrobiano (2 e 5%). A figura 1 dispõe os filmes com as concentrações preparadas.

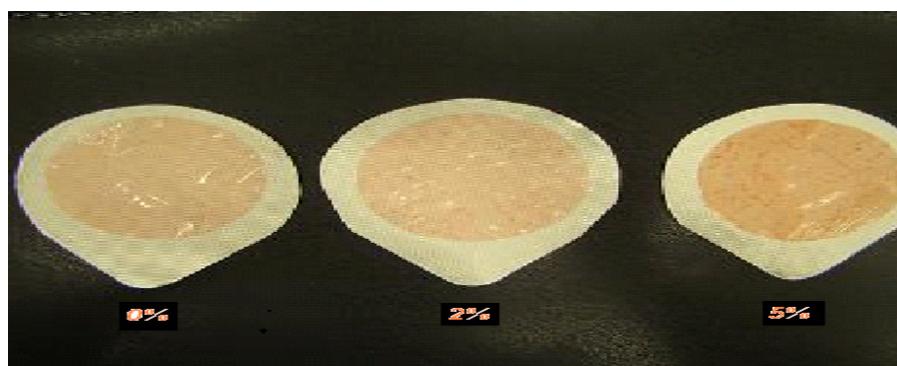


Figura 1 - Tampas metálicas contendo os filmes sem antimicrobiano (0%) e com antimicrobianos nas concentrações de 2 e 5%

2.2 Produção do queijo Minas frescal

O queijo foi elaborado no laboratório de análise físico-química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – IF Sudeste MG Campus Rio Pomba, de acordo com a tecnologia descrita por Vieira e Junior (2004).

Foram realizadas três repetições (R1, R2, R3) do queijo tipo Minas frescal, empregando os seguintes ingredientes: leite integral, cloreto de cálcio, ácido lático e cloreto de sódio.

Na etapa de enformagem, foi efetuada uma prensagem manual para ajudar na dessoragem do produto. Após a dessoragem, o produto foi armazenado em embalagens previamente higienizadas com a incorporação do filme antimicrobiano fixado às tampas metálicas e acondicionado sob refrigeração (8°C), com o intuito de avaliar o efeito inibidor do filme antimicrobiano através das análises microbiológicas.

2.3 Análises físico-químicas do queijo para caracterização do produto

Foram realizadas análises de gordura, proteína e umidade logo após o processamento de cada repetição do queijo (R1, R2 e R3). A metodologia utilizada para as análises foi a preconizada pela Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006) e a partir dos resultados caracterizou-se o queijo Minas frescal quanto ao teor de umidade e gordura no extrato seco (GES) comparando os resultados com o estabelecido pelos padrões da legislação.

2.4 Análises microbiológicas dos queijos

A avaliação das condições microbiológicas dos queijos foi feita com base nas análises de coliformes a 35 ° C e coliformes a 45 ° C de acordo com a Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 (BRASIL, 1996).

Considerando que o queijo se deteriora em um curto espaço de tempo e os parâmetros iniciais de contagem de micro-organismos são determinantes para sua contaminação final, foram analisadas as amostras nos seguintes tempos: 0, 5, 10 e 15 dias de armazenamento.

Para avaliar a eficiência do agente antimicrobiano nestes períodos, foram testadas duas concentrações de incorporação nas embalagens, a saber: 2% e 5% de antimicrobiano. A amostra controle não apresentava antimicrobiano e foi avaliada da mesma forma que as demais para efeito comparativo quanto a proliferação dos micro-organismos em questão.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físico-químicas dos queijos

Os resultados das análises físico-químicas estão apresentados na tabela 1.

Repetições	%Gordura	% Proteína	% Umidade	%GES
1	22,0	16,8	51,4	45,3
2	23,5	18,3	47,9	45,1
3	22,0	19,9	52,5	46,3

Tabela 1- Resultado das análises físico-químicas do queijo Minas frescal.

GES: Gordura no Extrato Seco

De acordo com a Portaria nº 352 de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), os queijos analisados apresentaram as seguintes características: quanto à umidade eles foram caracterizados como queijos de muita alta umidade (46% a 54,9%) e em relação à gordura no extrato seco as amostras puderam ser consideradas como queijos semigordos.

3.2 Análises microbiológicas dos queijos

Segundo a portaria 146, de 07 de março de 1996 do Ministério da Agricultura e Abastecimento de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos (Brasil, 1996) os requisitos microbiológicos estabelecidos de acordo com critérios e planos de amostragem para aceitação de lotes da Comissão Internacional de Especificações Microbiológicas dos Alimentos (**IMMSF**) para queijo Minas frescal são apresentados na tabela 2.

<u>Microorganismos</u>	<u>Critérios de Aceitação</u>	<u>Categoria ICMSF</u>	<u>Método de Ensaio</u>
Coliforme/g(30°C)	n=5 c=2 m=10.000 M=100.000	5	FIL 73A:1985
Coliforme/g(45°C)	n=5 c=2 m=1.000 M=5.000	5	APHA 1992 c.24

Tabela 2 - Queijo Quartilo, Cremoso, Criolo e Minas frescal(46% < umidade < 55%)

Os resultados encontrados nas análises de coliformes a 30° C e a 45° C dos lotes de queijo Minas produzidos a fim de testar o antimicrobiano em análise estão apresentados na tabela 3.

% de Agente antimicrobiano	COLIFORMES 30°C NMP/g			COLIFORMES 45°C NMP/g		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	T0	43	9,2	9,2	< 3,0	< 3,0
	T5	23	43	43	< 3,0	< 3,0
	T10	24.000	24.000	4.600	< 300,0	< 300,0
	T15	>110.000	110.000	110.000	< 300,0	< 300,0

2	T5	43	9,2	9,2	< 3,0	< 3,0	< 3,0
	T10	2.400	2.400	930	< 30,0	< 30,0	< 30,0
	T15	9.300	9.300	46.000	< 300,0	< 300,0	< 300,0
5	T5	240	43	23	< 3,0	< 3,0	< 3,0
	T10	4.300	2.400	2.400	< 300,0	< 30,0	< 30,0
	T15	9.300	9.300	24.000	< 300,0	< 300,0	< 300,0

Tabela 3 - Contagem de coliformes 30º C e 45º C em amostras de queijo Minas frescal em diferentes concentrações de antimicrobiano.

R1, R2, R3: Três Lotes com diferentes amostras (repetições).

0%, 2%, 5%: Porcentagem de antimicrobiano utilizado no filme da embalagem.

T0,T5,T10,T15: Tempo de armazenamento das amostras em 0, 5, 10 e 15 dias.

A partir da análise dos resultados apresentados na tabela 3, é possível observar que em todas as repetições não houve contagem de coliformes a 45º C nas amostras iniciais, permanecendo isento de contagem durante os tempos seguintes analisados. Para coliforme a 30º C, observou-se uma contagem mais elevada na repetição 1 (R1) porém todas as amostras iniciais (T0) apresentaram-se dentro do padrão estabelecido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos Minas frescal, portaria 352, de 04 de setembro de 1997 (Brasil, 1997) e portaria 146 de 07 de março de 1996 (Brasil, 1996), tanto para coliformes a 30º C quanto para a 45º C onde não foi observado crescimento (< 3,0 NMP/g). É possível observar, contudo, uma redução da carga microbiana a partir de 10 dias de armazenamento do produto, comparando as contagens iniciais com as repetições adicionadas de agente antimicrobiano .

4 | CONCLUSÃO

De acordo com as expectativas para inibição de contagem de coliformes nos queijos Minas frescal pela ação do agente antimicrobiano, observou-se sua eficiência após 15 dias de armazenamento quando comparado com as amostras isentas de antimicrobiano, sendo que o percentual da concentração do mesmo na embalagem tanto de 2 quanto de 5% não sofreu diferença na inibição de microrganismos com o passar do tempo. Concluímos, portanto ser viável o desenvolvimento de uma embalagem de acetato de celulose com o antimicrobiano Microban® para queijo Minas frescal, uma vez que manteve uma boa atividade de conservação ao longo do tempo.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba pela oportunidade de desenvolvimento desta proposta e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

- Alves, L. M. C., Amaral, L. A., Corrêa, M. C., & Sales, S. S. 2009. Qualidade microbiológica do leite cru e de queijo de coalho comercializados informalmente na cidade de São Luís - MA. *Pesquisa em Foco*, 17(2), 01-13.
- Alves, R M V, Garcia, E. E. C., Dantas, S. T., & Padula, M. (1994). *Embalagens para produtos de laticínios*. (1. ed.). Campinas: CETEA / ITAL
- Azeredo, H. M. C., Faria, J. A. F., & Azeredo, A. M. C. (2000). Embalagens ativas para alimentos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 20(3), 337-341.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2004). *Inclui o termo Muito na expressão Alta Umidade nos itens 2.2 (Classificação), 4.2.3 (Requisitos Físico-Químicos); altera a Portaria nº 146, de 07 de março de 1996 e a Portaria 352, de 4 de setembro de 1997 (Instrução Normativa nº 4, de 1 de março de 2004)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2006). *Oficializa os Métodos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos; revoga a Instrução Normativa nº 22, de 14 de abril de 2003* (Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1996). *Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos; considerando Resoluções do MERCOSUL que aprovam os regulamentos técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos* (Portaria nº 146, de 07 de março de 1996). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1997). *Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal; alterado pela Instrução Normativa nº 4, de 1 de março de 2004* (Portaria nº 352, de 04 de setembro de 1997). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- FDA (2014). *Code of federal regulations title 21*. Disponível em <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm>
- Félix, J.S., Manzoli, J.E., Padula. M., & Monteiro. M. (2008). Embalagens n plásticas contendo poliamida 6 para produtos cárneos e queijos. *Alimentos e Nutrição*, 19(3), 361-370.
- Furtado, M. M. (1994). *Tecnologia de queijos: Manual Para Produção Industrial de Queijos* (1. ed.). São Paulo: Dipemar.
- Kamiyama, C. M., & Otenio, M. H. (2013). Aspects of water quality and quality of products in the dairy industry. *Instituto Laticínios Cândido Tostes*, 68, 42–50.
- Longa, N. N. V., Joly C., & Dantigny, P. (2016). Active packaging with antifungal activities. *International Journal of Food Microbiology* , 220, 73-190.
- Nunes, R. S. C., Souza, C. P.; Pereira, K. S., Aguilera, E. M. D., & Paschoalin,V. M. F. (2016). Identification and molecular phylogeny of coagulase-negative staphylococci isolates from Minas Frescal cheese in southeastern. *Journal of Dairy Science* , 99 (4), 2641-2653.
- Quintavala, S., & Vicini, L (2002). Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science*, 62, 373-380.
- Sung, S.-Y., Sin, L. T., Tee, T. T., Bee, S.-T., Rahmat, A. R., Rahman W. A. W. A., Tan, A.-C. & Vikhraman, M. (2013). Antimicrobial agents for food packaging applications. *Food Science & Technology*, 33(2), 110-123.
- Vieira, L.C., & Junior, J.B.L. (2004). Tecnologia de fabricação do queijo Minas frescal. EMBRAPA, comunicado técnico,125. Belém-PA

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE BOLOS SEM GLÚTEN SABOR CHOCOLATE UTILIZANDO DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARINHA DE SORGO

Thaynan Cruvinel Maciel Toledo

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM, Departamento de Tecnologia em Alimentos, Uberaba-MG

Fernanda Barbosa Borges Jardim

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM, Departamento de Tecnologia em Alimentos, Uberaba-MG

Elisa Norberto Ferreira Santos

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM, Departamento de Tecnologia em Alimentos, Uberaba-MG

Luciene Lacerda Costa

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM, Departamento de Tecnologia em Alimentos, Uberaba-MG

Daniela Peres Miguel

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM, Departamento de Tecnologia em Alimentos, Uberaba-MG

em relação à composição química, parâmetros físico-químicos (pH, acidez e atividade de água) e testes sensoriais de aceitação e intenção de compra com 70 provadores não treinados. Não houve diferenças significativas entre as médias de umidade, proteína, lipídios e cinzas entre os bolos ($p<0,05$), mas em relação ao pH, a média de T_0 diferiu dos demais tratamentos com valor de pH mais alcalino. Não houve diferenças significativas entre as médias obtidas para os atributos aparência, textura e cor das formulações ($p<0,05$), com exceção do atributo odor. Os índices de aceitabilidade dos bolos sem glúten com adição de farinha de sorgo foram de 83% para T_0 , 78% para T_{50} , 80% para T_{75} e 75% para T_{100} , valores bem elevados, o que confirmaram a viabilidade sensorial dos bolos sem glúten. A amostra T_0 obteve uma média maior de intenção de compra (3,91 em uma escala de 5 pontos), mas o valor não diferiu do tratamento T_{75} (3,66). A farinha de sorgo destinada à alimentação humana apresentou viabilidade tecnológica e pode ser uma opção nutritiva para uso em formulações de bolos sem glúten.

PALAVRAS-CHAVE: Aceitação sensorial; Doença Celíaca; Glúten; Panificação; Sorgo.

DEVELOPMENT OF GLUTEN-FREE FLAVOR CHOCOLATE CAKE FORMULATIONS USING

RESUMO: Produtos panificáveis isentos de glúten são tendências no mercado. O objetivo do estudo foi desenvolver e caracterizar formulações de bolos sem glúten sabor chocolate com diferentes proporções de farinha de sorgo. Foram elaboradas quatro formulações de bolos sem glúten sabor chocolate nas proporções de 0% (T_0), 50% (T_{50}), 75% (T_{75}) e 100% (T_{100}) de farinha de sorgo, sendo T_0 o bolo controle com farinha de arroz. Os bolos foram avaliados

DIFFERENT PROPORTIONS OF SORGHUM FLOUR

ABSTRACT: Gluten-free bread products are trends in the market. The aim of the study was to develop and characterize gluten-free chocolate cake formulations with different proportions of sorghum flour. Four formulations of chocolate-flavored cakes were prepared in the proportions of 0% (T0), 50% (T50), 75% (T75) and 100% (T100) of sorghum flour, with T0 being cake control with rice. Bones were scored for chemistry, chemical effects, acidity and water activity, and sensory acceptance and purchase intent tests with 70 untrained testers. ($P < 0.05$), but in relation to pH, the mean of T0 differed from the other treatments with a more alkaline pH value. The keys were not submitted to different types of appearance, texture and color between the formulations ($p < 0.05$), except for the odor attribute. The acceptability indexes of the cakes without addition of sorghum flour were 83% for T0, 78% for T50, 80% for T75 and 75% for T100, values well achieved, which confirmed the sensory viability of the gluten-free cakes. A sample of a larger scale of 5 points, but the value is not different from the T75 treatment (3.66). Sorghum flour intended for human consumption has been technologically viable and may be a nutritive option for use in gluten-free cake formulations.

KEYWORDS: Sensory Acceptance; Celiac Disease; Gluten; Baking; Sorghum.

1 | INTRODUÇÃO

Algumas pessoas necessitam de uma atenção especial em relação aos ingredientes das formulações dos alimentos, uma vez que apresentam alergias e/ou intolerâncias alimentares. A doença celíaca é um dos exemplos de intolerância alimentar, no caso em relação ao glúten.

A intolerância ao glúten afeta 1% da população mundial, que representa 76 milhões de pessoas. A doença celíaca não tem cura e o tratamento consiste em retirar qualquer alimento que contém glúten da dieta. O glúten está presente em cereais como trigo, aveia, cevada e centeio (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA-CIB, 2017).

A busca por alimentos saudáveis no segmento de panificação tem aumentado. O setor de panificação oferece uma gama de produtos com apelo de saudabilidade e/ou com restrição de algum ingrediente, como o glúten. A grande procura por produtos sem glúten tem feito com que padarias busquem novas fórmulas de produtos panificáveis, que preservem as características físico-químicas, nutricionais e sensoriais.

O sorgo (*Sorghum bicolor L.*) é o quinto cereal mais importante do mundo, superado apenas por trigo, arroz, milho e cevada. É cultivado em áreas e situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica. O sorgo destinado à alimentação humana é um cereal sem glúten e rico em substâncias antioxidantes, como taninos e as antocianinas (QUEIROZ et al., 2009).

Por apresentar elevado valor nutritivo, o sorgo apresenta características tecnológicas favoráveis ao desenvolvimento de novos produtos, em preparações alimentícias, usualmente elaboradas com o trigo e o milho. Acredita-se que o conteúdo de fibra alimentar e o tipo de amido presente neste cereal possam potencializar seus efeitos benéficos para a alimentação humana (MARTINO et al., 2014).

Na panificação, o bolo é o produto que mais tem sido produzido sem glúten, com potencial de elevado consumo e grande aceitabilidade sensorial. O glúten confere às massas de panificação capacidade de extensibilidade e elasticidade, consistência e ajuda a reter o gás carbônico liberado durante a fermentação favorecendo o aumento do volume da massa. O bolo sem glúten não têm essas características pela ausência da formação da rede de glúten, porém ainda pode ser um produto com características físico-químicas e sensoriais desejáveis.

O objetivo deste trabalho é desenvolver formulações de bolos sem glúten sabor chocolate com diferentes proporções de farinha de sorgo e avaliar as suas propriedades físico-químicas e sensoriais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Para o desenvolvimento do estudo, 5 kg de farinha de sorgo para alimentação humana, embaladas em porções de 1 kg em plásticos de polietileno, foram cedidas por uma empresa mineira do ramo de produtos farináceos. A farinha foi armazenada em temperatura ambiente, em local arejado, até utilização para a produção dos bolos.

Para elaboração dos bolos de farinha de sorgo sem glúten sabor chocolate, os ingredientes foram obtidos em uma rede de supermercado varejista em Uberaba/MG. Foram utilizados farinha de arroz (Natural Life), Margarina com 80% de gordura (Qualy), Leite esterilizado Integral (Cemil), ovos brancos de granja (Naves), fermento em pó (Royal), sal refinado (Cisne), chocolate em pó 50% de cacau (BF alimentos) e açúcar cristal (Delta).

2.2 Métodos

Foram elaboradas quatro formulações de bolos sem glúten sabor chocolate nas proporções de 0%, 50%, 75% e 100% de farinha de sorgo (Tabela 1). Os bolos foram processados com três repetições.

Para o preparo de cada formulação de bolo, os ingredientes foram pesados em balança de alimentos da marca SF 400 com capacidade de 10 kg. Em seguida, os ingredientes líquidos (ovos, leite, margarina) e sólidos (açúcar, farinha de arroz e/ou sorgo, chocolate em pó, fermento em pó) foram adicionados aos poucos em batedeira planetária marca Philco PHP 500 e procedeu-se ao batimento da massa, em velocidade três, por 5 minutos. Em seguida, a massa foi acondicionada em uma

forma retangular de alumínio de dimensões 20x25 cm, forrada com papel manteiga. O assamento das massas foi realizado em forno a gás pré-aquecido (marca Brastemp) nas condições de 180°C por 30 minutos.

Os bolos, depois de assados, foram desenformados, para que resfriassem em temperatura ambiente e armazenados em vasilhas plásticas. As amostras de bolos, de uma das repetições, foram encaminhadas ao Laboratório de Sensorial para serem preparadas para as análises sensoriais. Todas as formulações foram encaminhadas para o Laboratório de Bromatologia localizado no IFTM *campus* Uberaba para realização das análises físico-químicas.

Ingredientes	F ₀	F ₅₀	F ₇₅	F ₁₀₀
Farinha de arroz (%)	100	50	25	0
Farinha de sorgo (%)	0	50	75	100
Chocolate em pó (%) [*]	25	25	25	25
Açúcar (%) [*]	25	25	25	25
Margarina (%) [*]	12,5	12,5	12,5	12,5
Leite (%) [*]	25	25	25	25
Ovos (%) [*]	10	10	10	10
Sal (%) [*]	1	1	1	1
Fermento em pó (%) [*]	2	2	2	2

Tabela 1. Formulações de bolos sem glúten sabor chocolate a partir de farinha de sorgo e/ou farinha de arroz.

F₀ = formulação de bolo com 0% de farinha de sorgo; F₅₀ = formulação de bolo com 50% de farinha de sorgo; F₇₅ = formulação de bolo com 75% de farinha de sorgo; F₁₀₀ = formulação de bolo com 100% de farinha de sorgo.

*porcentagem do ingrediente em relação a 100 gramas de farinha (arroz e/ou sorgo).

2.3 Análises físico-químicas

A farinha e bolo de sorgo foram analisados quanto às propriedades físico-químicas em triplicata. Realizaram-se as análises de pH, acidez total titulável, umidade, cinzas, lipídeos e proteínas, conforme metodologias do Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008). Carboidratos foram obtidos por diferença. A determinação de atividade de água foi realizada em aparelho Aqualab (BRASILEIRA, 2005).

Nas análises de pH, utilizou-se um potenciômetro digital (Gehaka). A acidez total titulável foi determinada por titulação, com solução de NaOH 0,01 N titulando-se até a viragem de coloração com indicador fenolftaleína. A umidade foi determinada pelo método gravimétrico, em estufa, com circulação forçada de ar na temperatura de 105°C±1°C, até o peso constante da amostra. Obteve-se o resíduo mineral através da incineração da amostra em mufla, à temperatura de 550°C±1°C, até a obtenção de cinzas claras. A análise de proteína foi realizada pelo método de Kjeldhal, com utilização do fator de conversão 6,25. Para determinação dos lipídeos totais, adotou-se o método de Soxhlet.

2.4 análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no laboratório de análise sensorial do IFTM campus Uberaba/MG. Foram servidas as quatro amostras de bolos sem glúten para 70 julgadores não treinados, constituídos de servidores e alunos do campus, de ambos os sexos.

As amostras foram divididas em cubos de aproximadamente 3x3 cm e colocadas em copos de 50 mL devidamente codificados para realização da sensorial. Os julgadores receberam 20 g de cada amostra de bolo em temperatura ambiente (20-22°C), dispostas em pratos descartáveis de sobremesa. As amostras estavam codificadas com números de três dígitos aleatórios e foram oferecidas em cabines individuais de forma monádica.

Realizou-se teste de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de: “gostei muitíssimo” (nota 9) a “desgostei muitíssimo” (nota 1), com avaliação dos seguintes atributos: aparência, textura, cor, odor e sabor. Na mesma ficha, foi proposto o teste de intenção de compra através da escala de atitude de 5 pontos, variando de: “certamente compraria” (nota 5) a “certamente não compraria” (nota 1) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991; IAL, 2008).

2.5 Delineamento experimental

Os dados foram previamente testados quanto à normalidade e homogeneidade. Para as análises físico-químicas, o experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com aplicação da Análise de Variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o software R.

Para análise sensorial de aceitação, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados. Os resultados foram obtidos pela Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de Friedman a 5% de significância. Para intenção de compra, foi aplicado o teste de Friedman a 5% de significância.

Para avaliar a aceitação sensorial do produto, calculou-se também o índice de aceitabilidade (IA) de acordo com a fórmula descrita por Bispo et al. (2004).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição química da farinha de sorgo

Os resultados das análises físico-químicas da farinha de sorgo e seu comparativo com a farinha de arroz (Tabela 2) apontam que a farinha de sorgo apresenta teores de proteína e gordura bem superiores ao da farinha de arroz. Provavelmente, esta diferença é devido ao fato da farinha de sorgo ser integral e a farinha de arroz deve ter sido processada a partir do arroz polido.

Variáveis	Farinha de Sorgo	Farinha de arroz*
Umidade (%)	9,55	7,96
Carboidrato (%)	77,34	85,50
Proteína (%)	8,84	1,30
Gordura (%)	3,14	0,50

Tabela 2. Composição das farinhas de sorgo e arroz utilizadas nas formulações de bolos de sem glúten sabor chocolate

* Dados obtidos da Tabela Nutricional da farinha de arroz (Natural Life).

O sorgo tem um valor nutricional semelhante ao milho, variando de acordo com o genótipo. O amido do sorgo (carboidrato predominante) representa entre 55,6% e 75,2% do cereal. As proteínas variam entre 7,3% e 15,6% e os lipídeos apresentam entre 0,5% a 5,2%, valores que se enquadram nos resultados de caracterização da farinha de sorgo do presente estudo (PEREIRA FILHO; RODRIGUES, 2015).

3.2 Resultados físico-químicos dos bolos sem glúten

Os resultados das análises físico-químicas efetuadas nos bolos sem glúten sabor chocolate estão representados na Tabela 3.

Análises	Tratamentos				
	T ₀	T ₅₀	T ₇₅	T ₁₀₀	CV
Carboidratos (%)	59,06 a	55,13 a	54,13 a	56,36 a	15,56%
Umidade (%)	33,74 a	35,96 a	35,77 a	35,33 a	12,77%
Proteína (%)	0,97 a	1,55 a	1,53 a	0,97 a	30,31%
Lipídios (%)	4,75 a	6,02 a	6,90 a	5,74 a	14,95%
Cinzas (%)	1,48 a	1,34 a	1,67 a	1,60 a	20,58%
pH	8,43 a	7,84 b	7,73 b	7,80 b	1,87%
Acidez Titulável (%)	0,70 b	1,12 ab	1,21 a	1,50 a	15,19%
Atividade de Água (25°C)	0,90 ab	0,90 ab	0,88 b	0,91 a	1,06%

Tabela 3. Resultados físico-químicos dos bolos sem glúten sabor chocolate com diferentes proporções de farinha de sorgo.

As médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p<0,05$); T₀ = formulação do bolo com 0% de farinha de sorgo; T₅₀ = formulação do bolo com 50% de farinha de sorgo; T₇₅ = formulação do bolo como 75% de farinha de sorgo; T₁₀₀ = formulação do bolo com 100% de farinha de sorgo; CV = coeficiente de variação.

Não houve diferenças significativas entre as médias de umidade, proteína, lipídios e cinzas dos tratamentos avaliados ($p<0,05$) (Tabela 3). Apesar da composição das farinhas de sorgo e arroz serem diferentes, houve balanceamento das formulações,

o que não representou diferenças na composição centesimal dos bolos.

Já em relação ao pH, o valor médio de T_0 se diferiu dos valores de T_{50} , T_{75} e T_{100} , com resultado superior, ou seja, o bolo sem adição de farinha de sorgo apresentou pH mais alcalino em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). Os resultados indicaram que, independente das proporções de 50, 75% e 100% de farinha de sorgo nas formulações dos bolos, os valores médios de pH são menos alcalinos e sem diferenças estatísticas.

Para acidez titulável, a média obtida pela formulação T_0 não se diferiu de T_{50} , mas diferiu das demais formulações. A média de T_{50} não se diferiu dos demais tratamentos e a média de T_{75} se diferiu apenas de T_0 (Tabela 3). Houve correlação entre os resultados de pH e acidez titulável das amostras, ou seja, as médias de acidez titulável foram maiores quanto menores as médias de pH dos tratamentos.

Para atividade de água, apenas o valor médio de T_{75} se diferiu de T_{100} , com valor ligeiramente inferior (Tabela 3). Notou-se que há considerável água livre presente nas formulações de bolo, classificando o alimento como perecível.

Pode-se considerar que a substituição parcial ou total de farinha de arroz pela farinha de sorgo resultou em bolos sem glúten com composição química e parâmetros físico-químicos bem próximos. Todas as formulações apresentaram parâmetros compatíveis para bolos, que são produtos doces (alto teor de carboidrato) e úmidos (POLETO et al., 2015).

Silva et al. (2017) desenvolveram bolos sem glúten com sucedâneos do trigo (amaranto, quinoa, soja e fécula de mandioca), e notaram valores superiores de proteína em relação a farinha de trigo que foi utilizada como formulação padrão, o que não foi observado no presente estudo, que utilizou o sorgo como sucedâneo do arroz. Já para os valores de carboidratos, os autores notaram que as formulações de bolos apresentaram teores equivalentes de carboidratos, o que também foi verificado no presente trabalho.

3.3 Resultados sensoriais dos bolos sem glúten

Não houve diferenças significativas entre as médias obtidas para os atributos aparência, textura e cor dos bolos sem glúten sabor chocolate ($p < 0,05$), com exceção apenas do atributo odor (Tabela 4).

Atributos	Tratamentos			
	T_0	T_{50}	T_{75}	T_{100}
Aparência	7,63 a	7,45 a	7,23 a	7,10 a
Textura	7,30 a	6,60 a	7,10 a	6,81 a
Cor	7,70 a	7,45 a	7,70 a	7,37 a
Odor	7,40 a	7,10 ab	6,80 b	6,10 c
Sabor	7,10 a	6,70 a	7,20 a	6,44 a

Tabela 4. Resultados sensoriais dos bolos sem glúten sabor chocolate com diferentes

proporções de farinha de sorgo.

As médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Friedman a 5% de significância ($p < 0,05$); T_0 = formulação do bolo com 0% de farinha de sorgo; T_{50} = formulação do bolo com 50% de farinha de sorgo; T_{75} = formulação do bolo como 75% de farinha de sorgo; T_{100} = formulação do bolo com 100% de farinha de sorgo.

Considerando o atributo odor, observou-se uma tendência de menor aceitabilidade dos tratamentos a medida que se aumentou a proporção de farinha de sorgo na formulação do bolo sem glúten (Tabela 4). Este efeito pode ser explicado pelo fato da farinha de sorgo ser uma farinha integral, com aroma característico mais acentuado. A presença de chocolate em pó nas formulações, portanto, não mascarou o odor característico da farinha de sorgo.

O produto, para ser considerado aceito, deve obter maior frequência de notas maiores ou iguais a 6,0 (gostei ligeiramente) no teste de aceitação, conforme descrito por Stone e Sidel (2004). Com base nos resultados (Tabela 4), todas as amostras apresentaram notas superiores a 6,0 para todos os atributos, indicando aceitabilidade das formulações de bolos sem glúten sabor chocolate com diferentes proporções de farinha de sorgo.

Pereira et al. (2017) desenvolveram pão de forma a base de farinha de sorgo, cujos resultados sensoriais foram satisfatórios quanto à textura, odor e sabor. Os autores obtiveram índice de aceitabilidade geral dos pães com adição de farinha de sorgo de 67,03%, valor considerado aceito por Stone e Sidel (2004). Já os índices de aceitabilidade dos bolos sem glúten com adição de farinha de sorgo foram de 83% para T_0 , 78% para T_{50} , 80% para T_{75} e 75% para T_{100} , valores bem elevados, o que confirma a viabilidade sensorial dos bolos sem glúten.

Em pesquisa desenvolvida por Barbosa, Viana e Spinelli (2017), na elaboração de formulações de pães de mel e bolo de maçã sem glúten, os testes sensoriais foram realizados por crianças um resultado satisfatório de aceitação. Os resultados permitiram inferir que a troca de farinha com glúten por farinha isenta de glúten é viável.

Quanto aos resultados da intenção de compra dos bolos sem glúten sabor chocolate (Tabela 5), notou-se que houve uma diferença de escolha entre as amostras. A amostra T_0 obteve uma média maior, indicando que a maioria dos julgadores talvez comprasse ou talvez não comprasse essa formulação de bolo sem glúten, mas o valor não diferiu do tratamento T_{75} .

Todas as formulações apresentaram médias (Tabela 5) representativas de que os julgadores estavam indecisos na intenção de compra dos bolos sem glúten (talvez comprasse ou talvez não comprasse). Uma hipótese para estes resultados pode ser que bolos sem glúten ainda não são suficientemente conhecidos e aceitos pelos consumidores, o que significa que novos testes e formulações devem ser realizados para familiarização dos consumidores.

Não houve efeito significativo nas médias de intenção de compra em relação à

porcentagem de farinha de sorgo adicionada nas formulações. Os resultados obtidos foram esperados, já que os bolos sem glúten dispostos no mercado, normalmente, utilizam a farinha de arroz como base nas formulações.

Tratamentos	Médias
T ₀	3,91 a
T ₅₀	3,47 b
T ₇₅	3,66 ab
T ₁₀₀	3,34 b

Tabela 5. Resultados da intenção de compra para bolos sem glúten sabor chocolate com diferentes proporções de farinha de sorgo.

As médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Friedman a 5% de significância ($p < 0,05$); T₀ = formulação do bolo com 0% de farinha de sorgo; T₅₀ = formulação do bolo com 50% de farinha de sorgo; T₇₅ = formulação do bolo como 75% de farinha de sorgo; T₁₀₀ = formulação do bolo com 100% de farinha de sorgo.

Chevalier et al. (2018), desenvolveram cookies funcional sem glúten e sem lactose, utilizando mix de farinhas sem glúten e concluíram que o mix de farinha pode ser um grande substituto de farinha de trigo na formulação de cookies sendo que além de uma boa aceitação sensorial, teve um bom resultado para intenção de compra dos provadores, assim como percebido no presente estudo.

Queiroz et al. (2012) utilizaram genótipos de sorgo para produção de barras de cereais a partir de pipocas de sorgo e obtiveram uma excelente aceitação do produto. Em uma escala de 1 a 9, eles obtiveram uma média 7,7 em Londrina e 7,1 no Rio de Janeiro de aceitação desse produto. Quanto à intenção de compra, no Rio de Janeiro, pouco mais de 80% dos provadores comprariam a barra de cereais e em Londrina, quase 90%. Os estudos indicaram que este cereal tem potencial para uso no desenvolvimento de novos produtos e inserção na alimentação humana no Brasil.

4 | CONCLUSÃO

A adição de farinha de sorgo em formulações de bolos sem glúten é viável por não ter acarretado, em geral, diferenças significativas para as variáveis físico-químicas e atributos sensoriais. Em especial, bolos com farinha de sorgo obtiveram alto índice de aceitabilidade, mas as formulações ainda podem ser aprimoradas, em particular, o atributo odor e a intenção de compra.

Ressalta-se a importância de pesquisas de aplicação de farinhas alternativas sem glúten em produtos panificáveis, para suprir as necessidades do público celíaco ou de um público que demanda alimentos saudáveis e nutritivos.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Empresa NHD FOODS, pela doação da farinha de sorgo.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A. S.; VIANA, N. P.; SPINELLI, M.G.N., Receitas para celíacos: pão de mel e bolo de maçã sem glúten. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 15, n. 2, p. 822-829, ago./dez. 2017.
- BISPO, E. S.; SANTANA, L. R. R. de; CARVALHO, R. D. S.; LEITE, C. C.; LIMA, M. A.C. Processamento, estabilidade e aceitabilidade de marinado de vongole (*Anomalocardia brasiliiana*). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 353-356, 2004.
- BRASILEIRA DE EQUIPAMENTOS LTDA-BRASEQ. Manual de instruções e operação: analisador de atividade de água. **Aqualab-Decagon**. [S.I.], 2005.
- CHEVALIER, R. C.; SANTOS, A. C. P.; BRAUNA, T. F.; ARGANDOÑA, E. J. S.; CORTEZ-VEGA, W. R. Cookie funcional sem glúten e lactose. **Evidência-Ciência e Biotecnologia**, Joaçaba v. 18, n. 2, p. 131-146, jul./dez. 2018.
- CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA-CIB. **Doença celíaca**: biotecnologia ajuda quem é sensível ao glúten. out. 2017. Disponível em: < encurtador.com.br/asDMT > Acesso em: 10 abr. 2019.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.
- MARTINO, H. S. D.; CARDOSO, L. de M.; MORAES, E. A.; SANT'ANA, H. M. P.; QUEIROZ, V. A. V. Por que utilizar o sorgo na alimentação humana? In: KARAN, D.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. Cap. 11, p. 95-114.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 2. ed. Flórida: CRC Press, 1991. 354 p.
- PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Sorgo**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 327 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- PEREIRA, E. N.; GUIMARÃES, D. A. L.; FERNANDES, G.; ALVES, L.; OLIVEIRA, J. C. O.; JARDIM, F. B. B. Aceitação Sensorial de pão de forma a base de farinha de sorgo. **Revista Inova Ciência e Tecnologia**, Uberaba, v. 3, n. 2, p. 49-55, jul./dez. 2017.
- POLETTI, B. O.; SANTOS, R. D.; RIBEIRO, E. T.; BRONDANI, F. M. M.; RACOSKI, B. Avaliação físico química de bolo de chocolate modificado, **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, Ariquemes, v. 6, n. 2, p. 77-91, jul./dez. 2015.
- QUEIROZ, V. A. V.; VIZZOTTO, M.; CARVALHO, C. W. P. de; MARTINO, H. S. D. **O sorgo na alimentação humana**. Sete Lagoas: Embrapa, 2009. 18 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 133).
- QUEIROZ, V. A. V.; CARNEIRO, H. L.; DELIZA, R.; RODRIGUES, J. A. S.; VASCONCELLOS, J. H.; TARDIN, F. D.; QUEIROZ, L. R. Genótipos de Sorgo para produção de barra de cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 287-293, fev. 2012.

SILVA, L. A. A.; FREITAS, F. V.; VIEIRA, T. S.; BARBOSA, W. M.; SILVA, E. M. M. Utilização de ingredientes sucedâneos ao trigo na elaboração de bolo sem glúten. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 76, e1724, 2017.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3. ed. New York: Academic Press. 2004. 408 p.

CAPÍTULO 11

DESENVOLVIMENTO DE PÃO DE FORMA ELABORADO COM RESÍDUO DO EXTRATO DE INHAME (*Dioscorea spp*)

Maria Hellena Reis da Costa

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Tecnologia Rural
Recife - Pernambuco

Antonio Marques dos Santos

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Tecnologia Rural
Recife - Pernambuco

Laryssa Gabrielle Pires Lemos

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Tecnologia Rural
Recife - Pernambuco

Nathalia Cavalcanti dos Santos

Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA)
Recife - Pernambuco

Caio Monteiro Veríssimo

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Tecnologia Rural
Recife - Pernambuco

Leonardo Pereira de Siqueira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Tecnologia Rural
Recife - Pernambuco

Ana Carolina dos Santos Costa

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Tecnologia Rural
Recife - Pernambuco

de novos produtos alimentícios. Resíduos provenientes da elaboração de extratos vegetais como o de inhame, que podem ser reaproveitados sob a forma de farinha e aplicada na confecção de pães, como uma possibilidade para agregar valor nutricional e sensorial a estes produtos. Com esse ponto de vista, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver pães de forma com adição de farinha do resíduo do extrato de inhame (FREI) e analisar seus parâmetros físicos. Foram desenvolvidas 3 formulações de pães, sendo o pão controle com 100% de farinha de trigo, PFI20 com adição de 20% da FREI e PFI30 adicionada de 30% da FREI. Por meio da análise física foi possível observar as alterações em relação a altura, perda de cocção, volume, volume específico e densidade. A adição de 20% da FREI não diferiu significativamente do pão controle com relação aos parâmetros densidade e volume, indicando que dependendo do percentual adicionado da farinha de resíduo do extrato de inhame em pães de forma pode não haver alterações significativas. A utilização de farinha de resíduo do extrato de inhame é um meio viável para elaboração de pães, promovendo o aproveitamento integral de resíduos de extratos vegetais com o intuito de reduzir o descarte, adicionar valor nutricional e desenvolver novos produtos com possível potencial de mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Panificação,

RESUMO: A utilização integral dos alimentos pode ser uma alternativa para o desenvolvimento

DEVELOPMENT OF BREAD SHAPE WITH YAM EXTRACT WASTE (*Dioscorea spp*)

ABSTRACT: The integral use of food can be an alternative for the development of new food products. The extracts can be removed during the manufacture of flour and ingredients for the nutrition of food, itself as a possibility to add nutritional and sensory value to these products. From this point of view, the present work was developed with the help of yam extract milk flour (FREI) graphs and their respective physical parameters. Three bread formulas were created: 100% wheat flour control, PFI20 with 20% FREI addition and 30% FREI PFI30. Through physical analysis it was possible to observe how the changes in relation to a height, baking loss, volume, specific volume and density. The addition of 20% of FREI did not differ significantly in the control of coffee bean volume, and in terms of volume, size reduction, residue amount and fruit quantity. In this sense, the use of yam extract residue flour is a viable means for bread making, promoting the full utilization of plant extract residues in order to reduce disposal, add nutritional value and develop new products with possible market potential.

KEYWORDS: Bakery, gastronomy, physical analysis, whole food utilization, plant extract.

1 | INTRODUÇÃO

A perda e o desperdício de alimentos podem ocorrer devido a alterações na viabilidade, comestibilidade e qualidade, interferindo assim no consumo e propiciando o descarte dos alimentos. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o desperdício alimentar pode ocorrer ao longo de toda a cadeia de abastecimento alimentar, desde a produção (FAO, 2011), transporte, armazenamento, pré-preparo e manipulação dos alimentos até o consumo final (RICARTE et al., 2005). Mundialmente entre um quarto e um terço dos alimentos produzidos por ano são perdidos ou desperdiçados, representando assim cerca de 1,3 bilhões de toneladas de alimentos (FAO, 2018), em torno de US\$ 1 trilhão (RODRIGUES, 2017). A falta de informação sobre a possibilidade do uso integral dos alimentos, aliado ao desconhecimento dos princípios nutritivos das partes normalmente não consumidas induz ao mau aproveitamento, o que ocasiona o desperdício de toneladas de recursos alimentares (GONDIM et al., 2005).

O aproveitamento integral é uma alternativa para a redução do desperdício de alimentos, considerando que subprodutos como cascas, folhas e resíduos de vegetais ou frutas podem ser adicionados na produção e elaboração de produtos alimentícios (UCHÔA et al., 2014), possibilitando assim alterar o valor nutricional e sensorial destes alimentos e contribuindo com o desenvolvimento de novos produtos (STORCK et al., 2013). A utilização do alimento de forma integral representa mais do

que uma economia, caracteriza o consumo consciente e a utilização dos recursos disponíveis sem desperdícios, através de uma alimentação correta e coerente com o desenvolvimento sustentável (BOIA; DIAS; TERRANOVA, 2011).

Diversos pesquisadores têm desenvolvido produtos de panificação e confeitaria utilizando não só cascas, como também sementes, raízes, folhas, resíduos e alimentos com maturação avançada, como por exemplo bolos utilizando farinha de semente de abóbora (SILVA, 2012), pães com farinha de resíduo de beterraba (BASSETTO, 2011) e farinha de inhame (AMANDIKWA, 2015). O desenvolvimento de novos produtos alimentícios tendo como base raízes, de tradição e apelo cultural como o inhame, tem obtido o interesse de produtores rurais, indústrias e pesquisadores, pois possibilita o incremento de toda a cadeia produtiva (CRIVELARO, 2008).

O inhame (*Dioscorea spp*) é um tubérculo consumido em vários países, sendo originário da África. Apesar de o inhame estar no cardápio de diversas civilizações ao longo dos séculos e estar presente desde o início da colonização brasileira, são os nordestinos que assumem a demanda do inhame no Brasil (ANDRADE, 2007). O seu cultivo é na maioria feito por agricultores familiares que o utilizam para enriquecer a alimentação diária (SIQUEIRA et al., 2014). Pesquisas abordam os benefícios do inhame na saúde, no qual apresenta importante valor nutricional por ser uma expressiva fonte de fibras, minerais, carboidratos e vitaminas C e do complexo B, tendo em vista que 30% de sua composição é de amido de qualidade superior à mandioca (PAULA et al., 2012). O processamento de inhame, sob a forma de farinha, tem-se aplicado, por meio de estudos, no desenvolvimento de produtos alimentícios na panificação (SEGUCHI et al., 2012) e na confeitaria (MIAMOTO, 2008), caracterizando-se como uma alternativa para produtos sem glúten e redução do desperdício associado à pós colheita, como por exemplo a elaboração de extratos vegetais (ZUANY, 2007).

Tradicionalmente o pão é uma mistura elaborada com farinha, fermento, sal e água. Entretanto, muitos ingredientes têm sido incluídos na formulação de pães para aumentar a sua diversidade e apelo nutricional (AQUINO, 2012). Devido ao seu amplo consumo, mostra-se como alternativa para a utilização de subprodutos do processamento de hortaliças, visando aumentar sua composição nutricional, principalmente com o enriquecimento em fibras e proteínas (MAIA et al., 2015). Entre estes subprodutos estão as farinhas alternativas, que são de fácil obtenção e agregam valor nutricional e sensorial. (FASOLIN et al., 2007). Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver pão de forma com adição da farinha de resíduo do extrato de inhame e analisar as suas características físicas.

2 | METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se por uma pesquisa com abordagem quantitativa, onde os dados foram analisados por meio de técnicas e ferramentas estatísticas.

Quanto ao objetivo, é definido como uma pesquisa do tipo descritiva, e quanto aos procedimentos, classificada como uma pesquisa bibliográfica e experimental.

2.1 Elaboração do extrato vegetal de inhame

O extrato vegetal de inhame foi obtido a partir do processamento do inhame cru, sem casca e cortado em cubos, com água potável, em um liquidificador industrial durante 5 minutos para adquirir um líquido homogêneo. Posteriormente, o extrato foi peneirado para separação do resíduo sólido.

2.2 Desenvolvimento da farinha de resíduos de extrato de inhame (FREI)

A secagem do resíduo obtido após a elaboração do extrato vegetal de inhame foi realizada utilizando uma Fritadeira elétrica/Air Fryer a 80° graus por 1 hora, em seguida triturado em um processador *Oster®* e peneirado para obtenção da farinha.

2.3 Formulação e elaboração dos pães

A formulação dos pães foi desenvolvida com base no livro "O pão na mesa brasileira" de Senac (2005). Foram elaboradas 3 formulações de pães variando apenas o percentual da farinha do resíduo de inhame, pão de forma com 0% FREI (PC), sendo esta considerada a amostra controle; pão de forma com 20% de FREI (PFI20) e pão de forma com 30% de FREI (PFI30), representados na Tabela 1. Os pães seguiram o mesmo processo de produção conforme a figura 7: após a pesagem de todos os ingredientes, as farinhas de trigo e farinha de resíduo do extrato de inhame foram misturadas manualmente ao extrato vegetal de inhame (líquido) numa bacia de inox até formar uma massa homogênea e em seguida levada para descanso durante 30 minutos, esse processo se chama autólise. Após o descanso, foi adicionado a massa o azeite de oliva, açúcar, sal, respectivamente, e posteriormente o fermento e sovado na batedeira em velocidade mínima durante 10h minutos, até atingir o ponto de véu. A massa foi disposta numa bancada de inox untada com azeite e porcionada com 209g cada e em seguida modelada e posta em fôrmas de alumínio de dimensões 24x10x6cm (Comprimento x Largura x Altura), previamente untadas com manteiga, identificadas de acordo com a porcentagem de farinha utilizada e levadas a uma fermentadora com temperatura variando entre 24 e 26°C durante 1 hora.

Ingredientes (g)	Pão		
	PC*	PFI20*	PFI30*
Farinha de Trigo (FT)	100	80	70
Farinha de Resíduo (FREI)	-	20	30
Açúcar Cristal	4	4	4
Fermento Biológico Seco	3	3	3

Sal	2	2	2
Azeite	8	8	8
Extrato de Inhame	64	64	64

Tabela 1. Ingredientes utilizados na elaboração dos pães para 100 g.

*PC Pão de forma controle com 0% de FREI; PFI20: Pão de forma com 20% de FREI PFI30: Pão de forma com 30% de FREI.

Após 1 hora do processo de fermentação, as massas seguiram para cocção em fornos aquecidos a 170°C entre 20 e 25 minutos, até obter a superfície dourada. Os pães foram retirados do forno e em seguida, das suas formas e vertidos sobre uma grade de alumínio para resfriamento em temperatura ambiente durante 15 minutos, para posteriormente serem analisados fisicamente.

2.4 Análises físicas

Os pães foram pesados antes da cocção (m_i) e após a cocção (m_f) em balança semi-analítica da marca *Electronic Kitchen Scale*. Após a produção e resfriamento dos pães foram realizadas as análises físicas, segundo (HALLÉN, 2004), sendo o volume total (V_t) do pão avaliado pelo método de substituição conforme a equação: $V_t = v_c - v_a$, em que v_c é o volume conhecido e v_a é o volume do pão mais o alpiste. Posteriormente foi calculado o volume específico (V_e), de acordo com a equação $V_e = v_t / m_f$. A densidade (d) foi calculada por $d = m_f / v$ e a perda por cocção (%) descrita por Paz et al. (2015) $p = m_i - m_f / m_i \times 100$. A altura dos pães foi medida com o paquímetro, conforme a Figura 10, no ponto central mais alto do pão.

2.5 Análises estatísticas

As análises foram realizadas em duplicatas e os resultados expressos em média e desvio padrão (\pm) utilizando o software estatístico *SigmaStat*, versão 3.5, posteriormente realizou-se o teste de análise de variância (ANOVA), seguido do Teste de Tukey, onde as diferenças estatisticamente significativas foram consideradas quando $p < 0,05$. A comparação dos parâmetros avaliados entre as amostras PF20 e PF 0 com amostra controle (PC) foi calculada de acordo com Hsu et al. (2004) conforme a seguinte fórmula: Alteração (%) = Resultado do PFI x 100/PC - 100.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram desenvolvidas 3 amostras de pães, sendo a amostra "controle" a amostra sem a adição da FREI, e duas formulações contendo 20% e 30%, respectivamente de FREI. Na Tabela 2, são apresentados os resultados das análises físicas dos pães de forma elaborados com diferentes percentuais de resíduo de inhame.

Parâmetros	AMOSTRAS				
	PC	PFI20	Alteração (%)	PFI30	Alteração (%)
Altura (cm)	10,37 ^a ± 0,10	9,62 ^b ± 0,21	-7,23%	8,62 ^c ± 0,21	-16%
Perda Cocção (%)	9,14 ^b ± 0,40	12,37 ^a ± 0,85	+35,33%	12,14 ^a ± 0,41	+32,82%
Volume(ml)	794 ^a ± 25,96	700 ^{ab} ± 34,65	-	596 ^b ± 41,72	-24,93%
VE (g/ml)	4,15 ^a ± 0,15	3,77 ^{ab} ± 0,82	-	3,08 ^b ± 0,23	-25,79%
Densidade (g/ml)	0,24 ^b ± 0,01	0,26 ^{ab} ± 0,01	-	0,32 ^a ± 0,02	+33,33%

Tabela 2. Efeito da substituição parcial de farinha de trigo por farinha de resíduo do extrato de inhame em parâmetros físicos de pães.

Volume específico (VE). Dados expressos em médias ± desvio padrão. Análise estatística realizada ANOVA seguido do Teste Tukey com nível de significância ($p<0,05$), as letras indicam nível de significância entre os grupos. PC: pão de forma 0% farinha de resíduo do extrato de inhame; PFI20: pão de forma com 20% de resíduo de inhame; PFI30: pão de forma com 30% de resíduo de inhame. Porcentagem (%) referente à alteração dos parâmetros em relação ao pão controle.

As aferições dos parâmetros físicos de produtos alimentícios são essenciais para identificar as alterações proporcionadas pela variação de ingredientes. No que se refere à perda de cocção, a amostra PC apresentou maior retenção de água em relação aos pães com adição da FREI ($p<0,05$), sendo que PFI20 e PFI30 não diferiram significativamente entre si ($p>0,05$), provocando uma perda de até 35,33%. Em controversa com o estudado por Andrade (2018), ao adicionar 10%, 15% e 20% de farinha de banana verde na formulação de pão de forma integral não houve diferença significativa. A perda por cocção avaliada após o processo de cocção, indica que, quanto maior o percentual da perda, menor será o peso final do pão, devido à evaporação de líquidos, corroborando com Huerta (2015). De acordo com Suas (2012), os grânulos de amido absorvem a água, incham e se enrijecem, formando uma parede nas bolhas de CO_2 , entretanto, essa rigidez limita à expansão das bolhas durante a cocção, fazendo com que o vapor de água estoure a parede, não mantendo à estrutura de crescimento do pão.

A altura também é um parâmetro importante para avaliação de pães, haja vista ser também um aspecto sensorial observado pelos consumidores no momento da aquisição. Em relação à altura, as três formulações obtiveram diferença significativa entre si, sendo PC com maior altura e PFI30 com menor valor ($p<0,05$). Percebe-se que a adição da farinha de extrato de inhame provocou uma redução gradativa na altura dos pães visto que essa farinha não contém glúten, que em conjunto com a fermentação são responsáveis pelo crescimento da massa. Portanto, reforçando a afirmação de Bobbio et al., (2001), quanto menor a quantidade de farinha de trigo na formulação, menor será o crescimento, consequentemente menor a altura do pão. Resultados semelhantes foram encontrados em Maziero (2009), na adição de até 30% de purê de inhame em pães de forma.

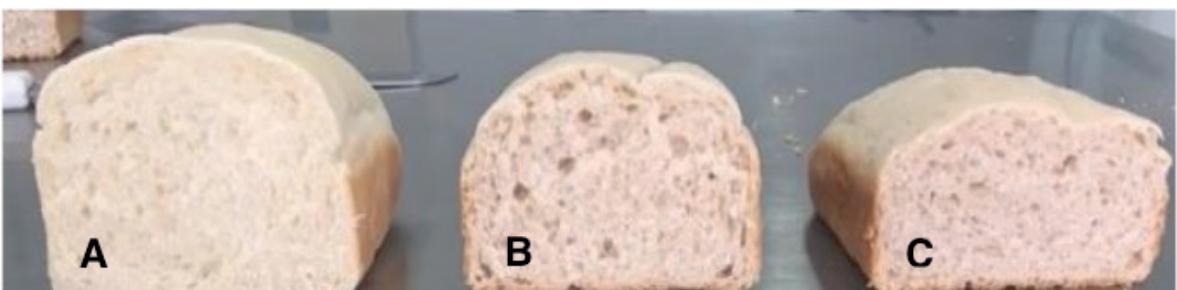


Figura 1. Pães de forma após o forneamento.

(A) Pão de forma controle com 100 % de farinha de trigo; (B) Pão de forma com adição de 20% de farinha do resíduo do extrato de inhame; (C) Pão de forma com adição de 30% de farinha do resíduo do extrato de inhame.

Em relação ao volume e o volume específico PC apresentou maiores valores em relação à PFI30 ($p<0,05$), sendo que PFI20 não diferiu entre PF e PF30 ($p>0,05$). Houve uma redução de 25,79% quando adicionada de 30% de FREI quanto a PC, em relação ao volume específico. Alterações no volume específico estão relacionadas a quantidade de gás produzido durante a fermentação e a capacidade de retenção de gás pela massa. Conforme Oliveira et al (2007), a adição de fibras na formulação de pães pode favorecer a redução do volume, pois ocorre aumento da absorção de água e consequentemente menor ação do fermento. Não só as fibras, mas o glúten possui influência nesses resultados, pois, de acordo com Bojňanská et al., (2012) ao diminuir a quantidade de glúten, a capacidade de manter o gás durante a fermentação crescente da massa é reduzida, influenciando diretamente no volume mais baixo do produto.

A análise de densidade em pães representa a relação entre a massa após a cocção e o seu volume obtido. Estudos indicam que os consumidores preferem pães mais leves, de modo que pães com menores densidades sejam mais aceitos (SANTOS et al., 2018; ROCHA et al., 2009). Neste estudo não houve diferença significativa entre a amostra controle e o PFI20%, porém a adição de 30% de FREI ocasionou um aumento na densidade da massa, dados semelhantes em relação à densidade foram observados por Ade et al., (2012) no qual à adição de 20% de farinha de feijão africano não teve diferença significativa em relação ao pão com 100% de farinha de trigo e ao acrescentar 25% de farinha de casca de baru em pães de forma (ROCHA et al., 2009) observaram um aumento na densidade em relação ao pão controle. Tendo em vista que a farinha produzida com o resíduo de inhame não apresenta as proteínas formadoras do glúten, provocando a redução do volume, consequentemente afeta no aumento da densidade.

4 | CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho demonstrou a possibilidade do aproveitamento do resíduo do extrato de inhame na elaboração de pães, reforçando a

importância do aproveitamento como uma matriz alimentar alternativa. Promovendo a redução do desperdício de alimentos e agregando valor nutricional e com potencial funcional, sendo o inhame uma importante fonte rica em fibras.

Os resultados da análise física indicaram que a utilização da farinha de resíduo do extrato de inhame em pães de forma provocou alterações qualitativas e quantitativas significantes para os parâmetros altura, volume, volume específico, perda de cocção e densidade. Entretanto, caracterizando os pães formulados, a adição de 30% causou à diminuição da altura, volume e do volume específico, já a densidade e o percentual de perda de cocção apresentaram um aumento para mesma formulação. Esses resultados indicam que a adição de 30% do resíduo de inhame resultou em um pão mais denso e compacto, destacando o percentual de cocção muito menor em relação ao pão controle. Contudo, em relação a densidade e ao volume, a adição de 20% do resíduo de inhame não foi capaz de diferir do pão controle, indicando assim que dependendo do percentual de farinha de resíduo do extrato de inhame adicionado no pão de forma, este não é capaz de promover alterações significativas em relação ao pão elaborado apenas com a farinha de trigo. O principal motivo para estas alterações físicas nos pães adicionados com a farinha de resíduo do extrato de inhame é a ausência do glúten, responsável por diversas características no desenvolvimento do pão. Sendo assim, para obter menor alteração em relação ao pão de trigo, faz-se necessário a utilização de outras fontes ricas em glúten, como a farinha de glúten ou glúten em pó e pela modificação no método de fermentação, substituindo o fermento instantâneo pela esponja, que tem como finalidade melhorar o desenvolvimento do glúten, atribuir sabor e aromas mais acentuados, casca crocante e possivelmente maior tempo de prateleira.

REFERÊNCIAS

- ADE, I. C.; INGBIAN, E. K.; ABU, J. O. Physical, chemical and sensory properties of baked products from blends of wheat and African yam bean water-extractable proteins. **Nigerian Food Journal**, 30, Edition 1 (2012), page 109– 115.
- AMANDIKWA, C.; IWEM, M.O.; UZOMAHA, A.; OLAWUNI, A.I. **Physico-chemical properties of wheat-yamflour composite bread**. Nigerian Food Journal 33, Edition 1 (2015), page 12-17.
- ANDRADE, B. A. et al. Produção de farinha de banana verde (*Musa spp.*) para aplicação em pão de trigo integral. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2016055, 2018.
- ANDRADE, G. P. **Diagnóstico fitossanitário da cultura do inhame (*dioscorea spp.*) em áreas produtoras do nordeste do Brasil**. 2007. 88f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007
- AQUINO, V.C. **Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Doi:10.11606/D.9.2012.tde-10092012-142302. Acesso em: 08 jul. de 2019.

BASSETTO, R. Z.; SAMULAK, R.; MISUGI, C.; BARANA, A.; ROSSO, N. Produção de biscoitos com resíduo do processamento de beterraba (*Beta vulgaris L.*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.1, p.139-145, 2013.

BOBBIO, P. A., BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de Alimentos**. São Paulo, 3º Edição, Varela, 143p, 2001.

BOIA, N.; DIAS, G.; TERRANOVA, L. **Boas idéias para aproveitamento de alimentos**. Rio de Janeiro: UNIRIO, 2011.63p

BOJŇANSKÁ, T.; FRANČÁKOVÁ, H.; LÍŠKOVÁ, M.; TOKÁR, M. Legumes – the alternative raw materials for bread production. **Journal of microbiology, biotechnology and food sciences**. January, 2012.

CRIVELARO, M. Quem melhor combate a fome. **AGROSOFT BRASIL**, 2008. Disponível em: <<http://www.faculdadmodulo.com.br/Default.asp?Codigo=13669&Secao=Imprensa&SubSecao=Artigos/>>. Acessado em: 08 jun. 2019.

FAO. Food Wastage. **Footprint Impacts on natural resources**. Summary Report. [Internet]. Rome; 2018. Disponível em <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Global Food Losses And Food Waste, Extent, causes and prevention**. Rome. 2011. Disponível em <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

FASOLIN, L. H.; et al. **Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. de F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.825-827, out.-dez./2005.

HALLÉN, E.; İBANOĞLU, Ş.; AINSWORTH, P. Effect of fermented/ germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour. **Journal of Food Engineering**, v. 63, p. 177–184, 2004.

HSU, C. L.; CHEN, W.; WENG, Y. M.; TSENG, C. Y. (2003) Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. **Food Chemistry**, 83, 85-92.

HUERTA, Katira da Mota. **Utilização da farinha de chia (*Salvia Hispanica L.*) na elaboração de pão sem glúten sem adição de goma e gordura**. Santa Maria. SC., 2015.

MAIA, J. D.; BARROS, M. O.; CUNHA, V. C. M.; SANTOS, G. R.; CONSTANT, P. B. L. Estudo da aceitabilidade do pão de forma enriquecido com farinha de resíduo da polpa de coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 1, p. 1-9, 2015.

MAZIERO, Maike Taís; ZANETTE, Cristina Maria; STELLA, Fabíula Melissa; WASZCZYNSKYJ, Nina. Pão com adição de inhame. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Curitiba, 2009.

MIAMOTO, J.B.M. **Obtenção e caracterização de biscoito tipo cookie elaborado com farinha de inhame** (*Colocasia esculenta L.*) Dissertação de mestrado. UFLA, 2008.

OLIVEIRA, T. M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 2, p. 141-150, 2007.

PAULA, C. D.; PIROZI, M.; PUIATTI, M.; BORGES, J. T.; Durango, A. M. (2012) Características físico-químicas e morfológicas de rizóforos de inhame (*Dioscorea alata*). **Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, 10, 61-70

RICARTE, M. P. R. et al. Avaliação do desperdício de alimentos em uma Unidade de Alimentação e Nutrição Institucional em Fortaleza - CE. **Saber Científico**, Porto Velho, v. 1, n. 1, p. 158-175, 2005.

ROCHA, L. S.; CARDOSO SANTIAGO, R. A. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata* vog.) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 820-825, 2009.

RODRIGUES, P. Os desperdícios por trás do alimento que vai para o lixo. **EMBRAPA**, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28827919/os-desperdicios-por-tras-do-alimento-que-vai-para-o-lixo>> Acesso em: 08 de jul. de 2019.

SANTOS, C. M. et al.; Preparação, caracterização e análise sensorial de pão integral enriquecido com farinha de subprodutos do mamão. **Braz. J. Food Technol.** v. 21. 2018.

SEGUCHI, M.; OZAWA, M.; NAKAMURA. C.; TABARA, A. Development of gluten-free bread baked with yam flour. **Food Sci Technol Res** 18 (4) 2012: 543– 8.

SENAC. **O pão na mesa do brasileiro**. 2.ed./ Arthur Bosisio Júnior (Coord.); Raul Giovanni da Motta Lody. Rio de Janeiro: Ed. Senac Nacional. 2005. 152 p.

SILVA, Elga Batista da; SILVA, Eliane Sena da. Aproveitamento integral de alimentos: avaliação sensorial de bolos com coprodutos da abóbora (*Cucurbita moschata*, L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** (Mossoró - RN), v. 7, n. 5, p. 121 - 131, dezembro de 2012.

SIQUEIRA, M. V. B. M.; NASCIMENTO, W. F.; SILVA, L. R. G.; FERREIRA, A. B.; SILVA, E. F.; MING, L. C.; VEASY, E. A. (2014) Distribution, management and diversity of yam local varieties in Brazil: a study on *Dioscorea alata* L. **Braz. J. Biol.**, 74, 52-61.

STORCK, C. R.; NUNES, G. L.; OLIVEIRA, B.; BASSO, C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, v.43, n.3, p.537-543, 2013.

SUAS, Michel. **Panificação e viennoiserie: abordagem profissional**. São Paulo: Cengage Learning. 2012.

UCHÔA THOMAZ, A. A.; SOUSA, E. C.; LIMA, A. D.; LIMA, R. M. T.; FREITAS, P. A. P.; SOUSA, M. A. M.; THOMAZ, J. C. D. A.; CARIOCA, J. O. B. Elaboração e aceitabilidade de produtos de panificação enriquecidos com semente de goiaba (*Psidium uajava*) em pó. **HOLOS**, v. 5, p. 199-210, 2014.

ZUANY, M. G. P. **Farinha de inhame**. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://vivendoaprendendo.blogspot.com/2007_11_18_archive.html>. Acesso em 15 de jun. de 2019.

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO TIPO “NUGGETS” À BASE DE COUVE

Ana Clara Nascimento Antunes

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Suslin Raatz Thiel

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA)
Santa Maria - RS

Taiane Mota Camargo

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia ‘Eliseu Maciel’, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA)
Pelotas - RS

Mírian Ribeiro Galvão Machado

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA)
Pelotas - RS

Rosane da Silva Rodrigues

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA)
Pelotas - RS

caracterizando-o quanto aos parâmetros microbiológicos, físicos, físico-químicos e sensoriais. A formulação continha couve branqueada (57%), proteína texturizada de soja (14,5%), farinha de trigo integral (14,5%), goma de linhaça (12,3%) e sal (1,7%). Na avaliação da qualidade microbiológica realizaram-se análises de Coliformes a 45°C, *Salmonella* sp. e Estafilococos coagulase positiva, obtendo-se resultados de <3,0 NMP g⁻¹, ausência/25g e <10 UFC g⁻¹, respectivamente, estando de acordo com a legislação vigente. Os valores de umidade (43,38%), cinzas (3,66%), fibra bruta (3,16%), proteína bruta (8,47%), lipídeos (9,1%), carboidratos (33,23%), acidez titulável (5,53%), pH (6,06) e índice de peróxidos (8,94 meq/g) estão de acordo com as condições de processo e ingredientes utilizados. Sensorialmente, por método afetivo, foram avaliados cor externa e interna, aroma, textura e sabor, além da intenção de compra. Na avaliação visual de cor externa e interna, obteve-se o resultado “gostei moderadamente”, e os parâmetros de aroma, textura e sabor atingiram “gostei regularmente”. Na avaliação de intenção de compra, o resultado obtido foi “compraria ocasionalmente”. Estes resultados denotam que o produto obteve uma boa aceitação dos avaliadores, mostrando ter potencial de produção e ser uma alternativa para pessoas que procuram por produtos pré-prontos e isentos de matéria prima de origem

RESUMO: A couve é um vegetal consumido mundialmente, estando associada a redução de diversas doenças, sendo consumida tanto “in natura” como processada. O estudo realizado teve como objetivo elaborar um produto tipo “nuggets” à base de couve

animal.

PALAVRAS-CHAVE: *Brassica oleracea L.*; novos produtos; análise sensorial; empanado

DEVELOPMENT OF A TYPE “NUGGETS”KALE-BASED

ABSTRACT: Kale, a vegetable consumed worldwide, is associated with the reduction of several diseases, being consumed both “*in natura*” and processed. The aim of this study was to elaborate a “nuggets” product kale-based, characterizing microbiological, physical, physico-chemical and sensorial parameters. The formulation contained bleached kale (57%), textured soy protein (14.5%), wholewheat flour (14.5%), flax gum (12.3%) and salt (1.7%). In the microbiological quality evaluation, Coliforms were analyzed at 45°C, *Salmonella* sp. and *Staphylococci* coagulase positive, obtaining results of <3.0 NMP g-1, absence / 25g and <10 CFU g-1, respectively, being in accordance with the current legislation. The values of moisture (43.38%), ash (3.66%), crude fiber (3.16%), crude protein (8.47%), lipids (9.1%), carbohydrates (%), titratable acidity (5.53%), pH (6.06) and peroxide index (8.94 meq / g) were agree with the process conditions and ingredients used. Sensorially, by affective method, external and internal color, aroma, texture and taste were evaluated, besides the intention to buy. In the visual evaluation of external and internal color, the result was “moderately liked”, and the parameters of aroma, texture and flavor reached “I liked regularly”. In the evaluation of the intention to buy, the result obtained was “occasionally buy”. These results indicate that the product obtained a good acceptance of the evaluators, showing potential of production and be an alternative for people looking for products ready-made and free of raw material of animal origin.

KEYWORDS: *Brassica oleracea L.*; new products; sensory analysis; breaded

1 | INTRODUÇÃO

A couve (*Brassica oleracea L.*) é um dos vegetais mais consumidos no mundo. Pode ser consumida na forma de sopas e suas folhas frescas (“*in natura*”) ou processadas podem ser servidas como parte do prato principal. Recentemente, há um interesse no uso desta hortaliça *in natura*, uma vez que o consumo destes produtos está associado com a redução no risco de doenças crônicas, como aterosclerose e câncer, além do seu alto valor nutritivo e dietético, contendo em sua composição química, alto teor de proteína, fitoquímicos (carotenoides e glucosinolatos), minerais, fibras, vitaminas C e E (KORUS et al., 2014; LISIEWSKA et al., 2008; PARK et al., 2014). Segundo Craig (2009), a American Dietetic Association (ADA) relata que o consumo de vegetais pode reduzir cerca de 31% para homens e 20% para mulheres mortes por infarto, redução da pressão arterial, redução de até 50% do risco de diabetes, redução da incidência de câncer de próstata e no intestino grosso, além

de diminuir a obesidade e o desenvolvimento de deficiência cerebral (CRAIG, 2009).

O consumo de carne confere propriedades nutricionais específicas como vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis, principalmente vitamina B12, é fonte de proteínas cujos aminoácidos são essenciais, possui alto teor de ferro, zinco e cálcio (GONSALVES, 2002; MONTEBELLO & ARAÚJO, 2006). Para satisfazer as necessidades nutricionais, o consumo de leguminosas são as substitutas ideais para as carnes. Isso inclui grão-de-bico, ervilhas, lentilhas, favas, soja e todos os tipos de feijão (SLYWITCH, 2011). A soja possui em sua composição química 38% de proteínas, 19% de lipídeos, 11% de carboidratos e 5% de minerais, possuindo alto valor biológico, que pode ser comparado ao da carne e do leite (ARAÚJO et al., 2009; MONTANARINI, 2009). A combinação de diversas hortaliças com as leguminosas pode potencializar o valor nutricional do produto.

Um alimento com aceitação no mercado são os empanados do tipo “nuggets” que, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), são produtos cárneos industrializados, obtidos a partir de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldados ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize (BRASIL, 2001a). Considerando a substituição da carne por hortaliças e leguminosas, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um produto do tipo “nuggets” a base de couve (*Brassica oleracea L.*) var. acephala.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material Vegetal

A couve, para o desenvolvimento do produto tipo “nuggets”, foi adquirida já higienizada e congelada pelo Restaurante Universitário da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão. Os demais ingredientes foram adquiridos em comércio local. A couve foi previamente descongelada e branqueada no vapor a 97°C por 32 minutos (GAVA et al., 2008) para ser utilizada na elaboração do produto tipo “nuggets”.

2.2 Elaboração do produto tipo “nuggets” de couve

Para o preparo do produto, 1.330,0 g de couve foi triturada por cerca de 1 minuto e reservada para ser adicionada aos demais ingredientes. A proteína texturizada de soja (PTS) e a semente de linhaça foram trituradas para redução da granulometria. Com a farinha obtida da semente de linhaça, fez-se a cocção com aproximadamente 1 L de água por 12 minutos a 85°C, adquirindo a goma de linhaça. A incorporação dos ingredientes foi feita em processador (Punktal Food Chopper Modelo PK-823) e foi adicionado a couve branqueada, a PTS, a farinha de trigo integral e o sal refinado. Após, adicionou-se a goma de linhaça obtendo uma massa homogênea e os “nuggets” de couve foram moldados em um molde de aço inox (1,5 cm altura x 6 cm diâmetro).

Após o molde, os “nuggets” foram cobertos pela goma de linhaça e empanados com uma mistura de farinha de mandioca, colorífico e azeite e congelados a – 18 °C para posterior análise. A formulação e os ingredientes utilizados para a elaboração do produto tipo “nuggets” de couve estão apresentados na tabela 1.

Ingredientes	Quantidade	
	G	%
Massa		
Couve branqueada	1330	57
Proteína texturizada de soja	338	14,5
Farinha de trigo integral	338	14,5
Goma de linhaça	288	12,3
Sal refinado	40	1,7
Total	2334	100
Empanamento		
Goma de linhaça	502	34,1
Azeite de oliva	241	16,4
Farinha de mandioca fina	646	44
Colorífico	80	5,5
Total	1469	100

Tabela 1 – Formulação e ingredientes para a elaboração de 60 unidades de produto tipo “nuggets” de couve

Fonte: Cantinho Vegetariano (2013) adaptado.

2.3 Análises físicas e físico-químicas

Foram realizadas análises de peso médio das unidades, diâmetro, espessura e rendimento. As características físico-químicas foram determinadas através das análises de umidade, pH, cinzas, acidez titulável e índice de peróxido descritas por Instituto Adolfo Lutz (2008), fibra bruta, proteína bruta e lipídeos de acordo com a metodologia proposta por Zambiazi (2010) e carboidratos por diferença.

2.4 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas anteriormente à realização da análise sensorial para avaliar a qualidade dos “nuggets” de couve produzidos. Com base na RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA que especifica parâmetros para “alimentos embalados e congelados, com exceção de sobremesas, e parcialmente preparados (Brasil, 2001b), as análises exigidas são: Coliformes a 45°C/g, *Salmonella* sp./25g, Estafilococos coagulase positiva/g, *Bacillus cereus*/g (específico para produtos à base de cereais ou amidos) e Clostridio sulfito redutores a 46°C/g (para produtos à base de carnes). Considerando que o ingrediente majoritário é a couve (57%) estas duas últimas análises não foram realizadas.

2.5 Análise sensorial

A análise sensorial dos “nuggets” de couve foi realizada no campus Capão do Leão – Universidade Federal de Pelotas, com um total de 50 provadores. Cada provador recebeu ¼ da amostra e previamente os “nuggets” foram assados em forno elétrico a 200 °C por 30 minutos para garantir que cada provador recebesse o produto na temperatura adequada ≈ 35°C (Gularte, 2009). Foram avaliados aroma, textura e sabor, além de avaliação visual de cor interna e cor externa sendo disponibilizada uma amostra pré-assada e inteira.

Cada provador recebeu uma ficha de avaliação sensorial com escala hedônica de 9 pontos, ancorada nos valores extremos 1 – desgostei extremamente e 9 – gostei extremamente e a intenção de compra do produto sendo 1 – nunca compraria e 7 – compraria sempre e o termo de consentimento (Gularte, 2009). Realizou-se também o cálculo do índice de aceitabilidade, a fim de verificar aptidão do produto para comercialização/produção.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físicas e físico-químicas

Os ingredientes utilizados para a elaboração do “nuggets” de couve foram suficientes para o preparo de 60 unidades com aproximadamente 41 g cada, com 1,5 cm de altura e 6 cm de diâmetro (Figura 1A). Já os “nuggets” empanados pesaram aproximadamente 66 g cada (Figura 1B).

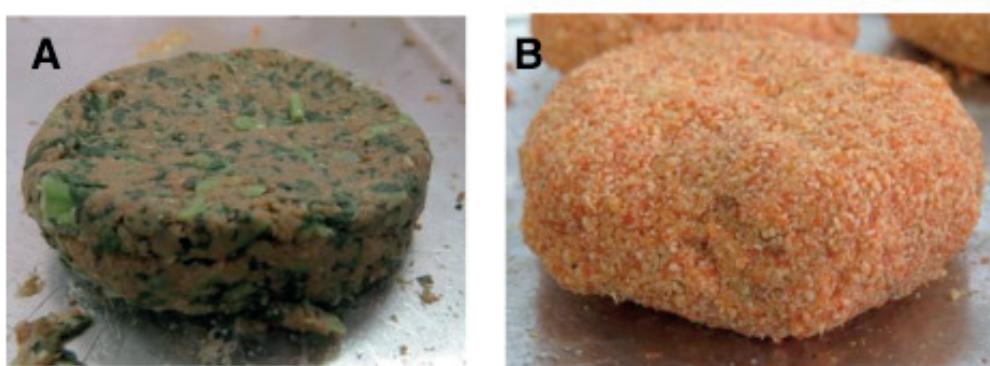


Figura 1. Elaboração do “nuggets” de couve. **A:** “nuggets” de couve moldado; **B:** “nuggets” de couve moldado e empanado

A análise físico química de alimentos é de fundamental importância tanto para quem realiza a análise quanto para o consumidor. Avalia a qualidade e segurança dos alimentos juntamente com as normas aplicadas afim de solucionar possíveis problemas que possam afetar a saúde do consumidor.

Procedimento	Resultado (x sd)*
Umidade (%)	43,38 1,93
Cinzas (%)	3,66 0,09
Fibra bruta (%)	2,16 0,20
Gordura (%)	9,10 3,23
Proteína (%)	8,47 3,15
Carboídruatos (%)	33,23 0,00
Acidez titulável total (%)	5,53 0,12
pH	6,06 0,03
Índice de peróxidos (meq/1000g)	8,94 ± 2,81

Tabela 2. Resultados das análises físicos-químicas realizadas no “nuggets” de couve pré-assado e congelado

*x: média das análises; sd: desvio padrão; número de replicatas: n=3

Calheiros et al. (2008), estudaram a composição centesimal de couve manteiga crua e cozida e verificaram que apenas a couve cozida apresentou teor mais elevado de umidade, já o teores de proteínas, cinzas, gorduras e fibras foram maiores na couve crua. A diferença de fibras entre a couve crua e cozida reduziu de 3,98 para 1,90%, respectivamente. Outro estudo, realizado por Mauro et al. (2010), foi feito com cookies confeccionados com farinha de talo de couve e apresentou teor de fibras de 3,37%. Ambos os estudos apresentaram valores superiores ao encontrado no “nuggets” de couve que foi de 2,16%. Este teor inferior pode estar relacionado ao fato de que a couve foi branqueada para o processamento, podendo ter perdidos compostos e nutrientes no momento da cocção. Segundo TACO (2011), o teor de fibras de couve manteiga é de 3,1%.

O teor de cinzas em um alimento indica a presença de minerais no mesmo como, sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro entre outros. A tabela TACO (2011) indica que o teor de cinzas na couve crua é de 1,3% e segundo Zambiazi (2010), o teor de cinzas de um alimento raramente ultrapassa 5%, com isso, o valor encontrado para o nugget de couve foi de 3,66%, estando de acordo com o valor descrito pelo autor, além disso, é um valor acima do encontrado por Flores (2012), de 1,24% em nuggets de frango enriquecidos com fibras e sem adição de glúten.

Já a umidade encontrada no produto foi de 43,38%, aproximado aos valores encontrados por Alezandro (2009), de 50 e 52% em duas marcas de nuggets a base de proteína de soja adquiridas comercialmente. Valores inferiores a 69,46% foi encontrado por Rosa et al. (2012) em “nuggets” elaborados com filé e CMS de tilápia com adição de 10% de linhaça.

O pH do “nuggets” de couve foi de 6,06. A maioria dos microrganismos se desenvolvem em uma faixa ótima de pH de 6,6 a 7,5, tornando o “nuggets” suscetível ao desenvolvimento de microrganismos, principalmente bactérias patogênicas.

Os empanados mais conhecidos no mercado são os “nuggets” de frango, que utiliza como matéria-prima básica cortes nobres de frango, além de pele e carne

mecanicamente separada (CMS) como subprodutos. Este empanado apresenta alto teor lipídico proveniente das matérias-primas utilizadas. Embora o uso de gordura seja importante para realçar o sabor do produto e agradar o paladar do consumidor, traz grandes prejuízos à saúde (STRAUB, 2012). O contrário é visto nos resultados obtidos de gordura do “nuggets” de couve no qual obteve-se 9,10%. Afim de verificar o grau de incorporação de gordura no “nuggets” de couve frito, fez-se análise de absorção da mesma, o qual obteve resultado de 4,62% valor inferior ao encontrado por Nazario et al. (2014) de 17,76%, 26,11% e 22,17% em três marcas de “nuggets” de frango frito adquiridas no comércio. Já estudos feitos por Souza (2013), no qual avaliou a composição centesimal de “nuggets” de frango de duas marcas encontradas no comércio, encontrou uma média de 34,65% marca A, 25,70% marca B de gordura total, demonstrando o alto teor lipídico que este produto contém.

Alimentos ricos em ácidos graxos são susceptíveis à oxidação. A semente de linhaça é rica em ácidos graxos essenciais e possui grande quantidade de lipídeos, os quais constituem entre 32 a 38% do total da semente, sendo que destes, 50 a 55% são ácido linolênico, pertencente à família do ômega 3. Além desses, a linhaça também constitui fonte de ácidos graxos linoléicos pertencente à família do ômega 6, ácidos graxos monoinsaturados e saturados (FASSINA, 2011). Aos “nuggets” de couve foi adicionada farinha de linhaça, devido às suas importantes características nutricionais benéficas, e sua capacidade de formar uma goma, característica necessária para evitar que os mesmos ficassem quebradiços. Por este motivo a análise de índice de peróxidos é um fator de grande importância, considerando que o produto poderia estar susceptível à oxidação.

De acordo com Hernandes et. al (2012), o índice de peróxidos é uma medida da quantidade de peróxidos formados em óleos e gorduras através da oxidação, e é o indicador de rancidez oxidativa mais aceito. O autor avaliou as propriedades de “nuggets” de pescado fritos, dentre eles, o índice de peróxidos, utilizando o mesmo método utilizado na análise dos “nuggets” de couve. O mesmo encontrou valores entre $5,48 \pm 0,70$ meq/kg e $8,33 \pm 2,09$ meq/kg, sendo que avaliou o índice de peróxidos em “nuggets” fritos, em diferentes misturas de óleos. O valor está situado próximo ao encontrado nos “nuggets” de couve elaborado, que foi 8,94 2,81.

Os peróxidos são compostos tóxicos resultantes da oxidação de gorduras. Eles são precursores dos compostos finais de degradação (aldeídos, cetonas, alcoóis). A elevação do índice de peróxido demonstra o aumento da oxidação térmica e lipídica, formando hidroperóxidos que podem comprometer o aroma, cor e sabor dos óleos, culminando no processo de rancificação do óleo, ou alimentos que contenham estes óleos ou gorduras (BRASIL et al., 2015).

A legislação brasileira preconiza que o índice de peróxido não pode ser superior a 10 meq/kg para óleos e gorduras refinadas (BRASIL, 1999). O índice de peróxidos nos “nuggets” de couve não ultrapassou este valor, fator que pode ser considerado importante devido ao fato dos peróxidos serem compostos tóxicos.

Na análise de proteínas realizada no “nugget” de couve encontrou-se um teor de $8,47 \pm 3,15$. Morais et al. (2015) elaboraram produtos tipo nugget com resíduo de camarão, encontrando um teor de proteínas de $5,22 \pm 0,593$, valor este menor que o encontrado nos nuggets de couve.

3.2 Análise microbiológica

Os resultados encontrados foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA para alimentos embalados e congelados (BRASIL, 2001a).

Para alimentos parcialmente preparados, a legislação estabelece ausência de *Salmonella* sp/25g, 10^3 /UFCg⁻¹ para Estafilococos coagulase positiva e valor máximo de 5×10^2 NMP g⁻¹ para Coliformes a 45°C (BRASIL, 2001a).

O produto apresentou ausência de *Salmonellasp.* em 25g da amostra, ausência de colônias típicas para Estafilococoscoagulase positiva e <3NMP/g para coliformes a 45°C. Sendo assim, os resultados das análises microbiológicas realizadas no produto encontraram-se dentro dos padrões da legislação, indicando que os “nuggets” à base de couve para vegetarianos desenvolvidos estão aptos para o processamento e/ou consumo.

3.3 Análise sensorial

Os resultados obtidos na análise sensorial (Tabela 2), denotaram uma média geral de avaliação do produto acima de 7 (gostei regularmente). A aparência visual da cor interna e cor externa obtiveram média 7,5 e 8,48, respectivamente, no qual na escala de avaliação corresponde a “gostei moderadamente”.

Atributos	Resultado ($x \pm sd$)*	Índice de aceitabilidade (%)
Aparência	$8,42 \pm 0,83$	94
Cor interna	$7,5 \pm 1,47$	83
Cor externa	$8,48 \pm 0,84$	94
Aroma	$7,44 \pm 1,50$	83
Textura	$7,7 \pm 1,40$	86
Sabor	$7,12 \pm 1,77$	79
Crocância	$7,06 \pm 1,65$	78

Tabela 3 - Resultados da análise sensorial de produto tipo “nuggets” de couve, pré-assado, através de escala hedônica de 9 pontos, ancorada nos extremos “9 - gostei extremamente” e “1 - desgostei extremamente” para os atributos aparência, cor interna, cor externa, aroma, textura, sabor e crocância, e o respectivo índice de aceitabilidade

x: média das análises; sd: desvio padrão

Segundo Gularde (2009), para que um produto seja aceito é necessário que obtenha um Índice de Aceitabilidade (IA) acima de 70%, o que pode ser observado no produto tipo “nuggets” de couve, no qual o menor IA foi de 78% para crocância,

tornando assim, um produto apto para o consumidor.

Analisando a avaliação de intenção de compra, obteve-se uma média de 4,56 ± 1,43 que de acordo com a escala disponibilizada para os provadores, encontra-se na escala de “compraria ocasionalmente”.

4 | CONCLUSÃO

O produto tipo “nuggets” à base de couve, pré-assado e congelado é uma alternativa para consumidores que procuram produtos práticos, pré-prontos, isentos de matéria prima de origem animal, e ao mesmo tempo saudáveis. Os resultados indicaram conformidade dos parâmetros microbiológicos com a legislação vigente, características fisico-químicas adequadas com as condições de processo e ingredientes utilizados. Sensorialmente, apresentou índice de aceitabilidade superior a 78%, nos parâmetros avaliados, demonstrando potencial de produção.

REFERÊNCIAS

- ALEZANDRO, M. R. **Determinação de isoflavonas e capacidade antioxidante de alimentos industrializados à base de soja e/ou produtos derivados consumidos no Brasil**. 2009. 113f. Dissertação (Mestrado Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ARAÚJO, Q. M. C.; MONTEBELLO, N. D. P.; BOTELHO, R. B. A.; BORGO, L. A. **Alquimia Dos Alimentos**. Brasília: Editora Senac, v. 2, 2009.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1999, p. 82 – 87.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa nº 06, de 15 de Fevereiro de 2001. Aprovar os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de paleta cozida, de produtos cárneos salgados, de empanados, de presunto tipo serrano e de prato elaborado pronto ou semi pronto contendo produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2001a.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**; Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001. Brasília, DF, 2001b.
- BRASIL, R. V.; CAVALLIERI, A. L. F.; COSTA, A. L. M.; GONÇALVES, M. A. B. **Caracterização física e química do óleo de pequi exposto a diferentes condições de armazenamento**. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pibic/trabalhos>>. Acesso em: 05 de maio de 2015.
- CALHEIROS, K. O.; BRAZACA, S. G. C.; SOUZA, M. C. **Avaliação da disponibilidade do ferro em dieta complementada com couve manteiga**. Alim. Nutr., v. 19, n. 1, p. 37-42, 2008.
- CRAIG, W. J.; MANGELS, A. R. **Position of the american dietetic association: vegetarian diets**. Journal of the American Dietetic Association, Estados Unidos, v. 109, n. 7, p. 1266-1282, 2009. PubMed; PMID19562864.
- FASSINA, P. **Avaliação da Degradção do óleo de linhaça e da ação do seu efeito antioxidante**

através da incidência de radiação UV/Vis. 2011, 110p. Dissertação (Mestrado - Programa de pós graduação em ambiente e desenvolvimento). Programa de pós graduação em ambiente e desenvolvimento, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2011.

FLORES, A. F. **Desenvolvimento de nuggets enriquecidos com fibras e sem adição de glúten.** 2012. 48 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2012.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações.** São Paulo: Nobel, 2008.

GONSALVES, P. E. **Livro dos Alimentos.** 2 ed. São Paulo: MG Editores, 2002.

GALARTE, M.A. **Manual de análise sensorial de alimentos.** Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, 2009. 106p.

HERNANDES, E. F. M, MORALES, M. E. S. **Efecto del tiempo de uso y el tipo de aceite de freido en las propiedades de nuggets de pescado.** Temas selectos de Ingenieria de Alimentos, México, p. 182-190, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos:** 1^a edição digital. 4^a edição. São Paulo, SP, 2008. 1004p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_repository&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7>. Acesso em: 14 de março de 2015.

KORUS, A.; ŚLUPSKI, J.; GEBCZYNSKI, P.; BANAS, A. **Effect of preliminary processing and method of preservation on the content of glucosinolates in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) leaves.** LWT – Food Sci. Tec., v. 59, p. 1003-1008, 2014.

LISIEWSKA, Z.; KMIECIK, W.; KORUS, A. **The amino acid composition of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), fresh and after culinary and technological processing.** Food Chemistry, v. 108, p. 642–648, 2008.

MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M.; FREITAS, M. C. J. **Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 3, p. 719-728, 2010.

MONTANARINI, M. **Soja: nutrição e gastronomia.** São Paulo: Editora Senac, 2009.

MONTEBELLO, N. P.; ARAÚJO, W. M. C. **Carne & Cia.** São Paulo: Editora Senac. v. 1, 2006.

MORAIS, K. F.; FRUTUOSO, A. E.; NASCIMENTO, N. T.; ARAÚJO, L. A. C. **Elaboração de produto empanado tipo nugget a partir do reaproveitamento dos resíduos de camarão (*Litopenaeus vannamei*).** Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/108>>Acesso em: 15 de junho de 2015.

NAZARIO, J. A.; FONTANA, M. O. **Interferências do tratamento térmico sobre as características físico-químicas de nuggets de frango.** 2014. 42f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica do Paraná, Francisco Beltrão, 2014.

PARK, S.; ARASU, M. V.; LEE, M. K; CHUN, J. H.; SEO, J. M.; LEE, S. W.; AL-DHABI, N. A.; KIM, S. J. **Quantification of glucosinolates, anthocyanins, free amino acids, and vitamin C in inbred lines of cabbage (*Brassica oleracea* L.).** Food Chemistry, v. 145, p. 77–85, 2014.

ROSA, C. A.; FERRANDIN, D. C.; SOUSA, M. M. **Desenvolvimento de nuggets de filé e polpa de tilápia com adição de linhaça (*Linumusitatissimum* L.).** 2012. 75f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

SLYWITCH, E. **Tudo o que você precisa saber sobre alimentação vegetariana.** Soc. Veg. Bras., 2011. Disponível em: <<http://www.svb.org.br/livros/alimentacao-vegetariana.pdf>>. Acesso em: 04 mai. 2015.

SOUZA, P. S. **Avaliação da composição centesimal de empanados de frango do tipo “nuggets” submetidos a diferentes processamentos térmicos e aqueles provenientes de redes de “fastfood”.** Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de pós graduação em alimentos e nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

STRAUB, R. O. **Psicologia da Saúde: Uma abordagem biopsicossocial.** 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 524 p.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos.** Campinas: UNICAMP, 2011, 161 p.

ZAMBIAZI, R. C. **Análise físico química de alimentos.** Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 2010. 202p.

DESENVOLVIMENTO DO FERMENTADO ALCOÓLICO DO FRUTO GOIABA BRANCA (*Psidium guajava*) cv. Kumagai – Myrtaceae

Ângela Maria Batista

<angelamaria-b@hotmail.com>

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus
Uberaba / Minas Gerais.

Edson José Fragiorge

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus
Uberaba / Minas Gerais.

Pedro Henrique Ferreira Tomé

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus
Uberaba / Minas Gerais.

cor, grau alcoólico, açúcar totais, açúcares redutores, sacarose, cinzas, alcalinidade das cinzas, extrato seco, sulfatos, dióxido de enxofre e cloretos. O período de fermentação foi avaliado em um delineamento estatístico, em esquema fatorial (12 x 3) com 12 períodos de fermentação e 3 dornas com 3 repetições em triplicata, totalizando 108 parcelas experimentais. Os resultados das análises físico-químicas expressos em médias e seus desvios-padrões com valores de acordo à legislação Brasileira para vinhos de uva meio seco.

PALAVRAS CHAVE: Vinho de fruto; Vinificação;
Fermentação alcoólica.

RESUMO: A produção de vinhos com frutas alternativas vem sendo praticado mundialmente, mostrando um mercado em expansão. Este trabalho objetiva avaliar fisico-quimicamente a bebida alcoólica produzida a partir da fermentação do fruto da goiaba branca (*Psidium guajava* L.) cv. Kumagai – Myrtaceae. A fermentação foi realizada em temperatura constante ($27,0^{\circ}\text{C} \pm 0,6^{\circ}\text{C}$) em período de doze dias, com monitoramento diário do grau Brix, pH, acidez total titulável, cor e densidade. O fermentado foi filtrado, envasado e armazenado a $5,0^{\circ}\text{C} \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ por quatorze semanas. Realizando posteriormente, análises de pH, acidez volátil, acidez fixa, acidez total titulável, sólidos solúveis, densidade, intensidade de

**DEVELOPMENT OF ALCOHOLIC
FERMENTATION OF FRUIT GOIABA WHITE
(*Psidium guajava*) cv. Kumagai - Myrtaceae**

ABSTRACT: The production of wines with alternative fruits has been practiced worldwide, showing a growing market. This work aims to evaluate physicochemically the alcoholic beverage produced from the fermentation of the white guava fruit (*Psidium guajava* L.) cv. Kumagai - Myrtaceae. The fermentation was carried out at a constant temperature ($27.0^{\circ}\text{C} \pm 0.6^{\circ}\text{C}$) in a period of twelve days, with daily monitoring of the Brix degree, pH, total titratable

acidity, color and density. Fermentation was filtered, bottled and stored at 5.0 ° C ± 0.4 ° C for fourteen weeks. PH, volatile acidity, fixed acidity, titratable total acidity, soluble solids, density, color intensity, alcoholic strength, total sugar, reducing sugars, sucrose, ashes, alkalinity of the ashes, dry extract, sulfates, sulfur and chlorides. The fermentation period was evaluated in a statistical design, in a factorial scheme (12 x 3) with 12 fermentation periods and 3 dornas with 3 replicates in triplicate, totaling 108 experimental plots. The results of the physical-chemical analyzes expressed in means and their standard deviations with values according to the Brazilian legislation for wines of dry grape.

KEYWORDS: Fruit wine; Winemaking; Alcoholic fermentation.

1 | INTRODUÇÃO

Vinho é a bebida obtida por difusão e fermentação alcoólica do suco de qualquer fruto maduro que contenha umidade, açúcar e nutrientes para as leveduras (MARTINELLI FILHO, 1983). O vinho é considerado um produto alimentício em países europeus enquanto que a legislação brasileira o classifica como uma bebida alcoólica (SOBRINHO et al., 2010). A fermentação alcoólica consiste no consumo de sacarose pela levedura, que pode ser natural do alimento ou adicionada artificialmente, na qual irá ter como produto gás carbônico, etanol e outros compostos (NUNES; TOMÉ; FRAGIJORGE, 2009).

Buscando alternativas para o uso de frutas “*in natura*”, este trabalho objetiva elaborar e analisar físico-quimicamente o fermentado alcoólico de goiaba branca (*Psidium guajava* L.) cv. Kumagai, visando aproveitamento desta. A fruta utilizada neste experimento foi a goiaba pertence ao gênero *Psidium* da Família Myrtaceae de origem das Américas Central e do Sul, atingindo de 6 a 12 m, do tipo perene, frutos do tipo baga, ovóides, de casca fina, lisa e verde que no estágio maduro é amarela com polpa doce de cor branca ocorrendo sua frutificação de dezembro a maio.

O período de pós-colheita gera grandes perdas e prejuízos e uma das alternativas para minimizar essas perdas e aumentar a renda do produtor é a produção de bebidas a partir de frutas que constituem produtos promissores e contribuem para a redução de perdas pós-colheita de frutos perecíveis.

A vinificação é o processo de obtenção de fermentados a partir de frutas, com algumas adaptações que variam com o tipo de fruta utilizada. Cada etapa apresenta objetivos específicos dentro do processo, e algumas delas são comuns a outras matérias-primas utilizadas na elaboração de fermentados (MORETTO et al., 1988).

A goiaba é um fruto climatérico, com vida útil muito curta, sendo sazonal, dificultando sua oferta durante o ano inteiro, o desenvolvimento de novos produtos utilizando esta matéria-prima seria promissor, evitando maiores perdas pós-colheita e melhor aproveitamento dos frutos. Neste sentido, bebidas fermentadas constituem produtos promissores na pós- colheita de frutos perecíveis (SANDHU; JOSHI, 1995).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O fruto é de origem da Região Sudeste, do Município de Sorocaba – SP ($23^{\circ} 30' 06''$ S, $47^{\circ} 27' 29''$ W com altitude: 601 m). Colhidos manualmente, em 10 amostras de plantas. Os experimentos foram realizados no laboratório de Biologia do Instituto Federal do Triângulo Mineiro, *campus* Uberlândia – Uberlândia – MG. Utilizou-se a massa dos frutos inteiros maduros, os quais foram higienizados, sanitizados e submetidos a tríplice lavagem em água destilada estéril.

Quatro amostras dos frutos usados foram avaliados: diâmetros transversal e longitudinal (cm), teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), acidez titulável e pH.

Estes Frutos inteiros foram triturados em liquidificador industrial com água destilada estéril, na proporção de 1:8 (m/v). A chaptalização foi realizada adicionando a sacarose até atingir $24,0^{\circ}$ Brix. Em seguida, foi feita a sulfitação com bisulfito de potássio e pasteurização lenta (MORETTO et al., 1988).

O pé-de-cuba foi realizado inoculando-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Lalvin® ICV-D47-Dinamarca), livre de OGM e Glúten, no volume de 100,0 mL, a uma concentração de 4 g L⁻¹ e viabilidade de 84,7%, obtida por contagem de células vivas em câmara de Neubauer e azul de metíleno a 1% como marcador. Depois foi transferida para o pé-de-cuba seguinte integralizando 1000ml. Após 72h, este último pé de cuba foi inoculado na dorna principal, realizadas sob aerobiose.

O experimento foi conduzido em estufa, regulada a $27,0^{\circ}\text{C} \pm 0,6^{\circ}\text{C}$, por um período de 12 dias em anaerobiose, observada uma parcial decantação do material sólido e decréscimo na atividade das levedura, pelo aumento do intervalo entre uma bolha e outra de dióxido de carbono e confirmada pelo parâmetro de viabilidade que passou a ser 12%.

No período de 12 dias de fermentação, foram realizadas análises físico-químicas diárias de pH, teor de sólidos solúveis, densidade corrigida a $20,0^{\circ}\text{C}$, acidez total, expressa em meq L⁻¹ determinada por titulometria, utilizando hidróxido de sódio (NaOH) e coloração analisada em colorímetro digital portátil após calibração com placa de porcelana branca (CR-A43) (MINOLTA, 1994).

O fermentado foi transferido por sifonação, com filtração em peneira, envasado em garrafas de vidro tipo âmbar de 250,0 ml. A fermentação foi interrompida por pasteurização lenta ($65,0^{\circ}\text{C}$ por 25 minutos). O conteúdo foi vedado com rolhas de cortiça. Armazenadas em posição horizontal em câmara fria a $5,0^{\circ}\text{C} \pm 0,4^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de $42,0\% \pm 1,2\%$, por 14 semanas.

As análises realizadas no fermentado de goiaba branca ‘Kumagai’ após o período de envelhecimento (14 semanas) (MORETTO et al., 1988), foram densidade (g mL⁻¹) corrigida a $20,0^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}$ Brix, pH, acidez total titulável (meq L⁻¹), acidez volátil (meq L⁻¹), acidez fixa (meq L⁻¹), extrato seco a $100,0^{\circ}\text{C}$ (m/v), cinzas (m/v), cinzas/cento (m/m), alcalinidade das cinzas (meq L⁻¹), grau alcoólico real ($^{\circ}\text{G.L.}$) foi realizado com aparelho de ebullímetro, anidrido sulfuroso total (mg L⁻¹), açúcares redutores

em glicose %(m/v), açúcares totais % (m/v), açúcares não redutores em sacarose % (m/v), sulfatos totais (g K₂SO₄ L⁻¹), extrato seco reduzido (g L⁻¹) e relação álcool extrato seco reduzido (g L⁻¹).

As análises foram feitas pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) em conformidade com a portaria nº 76 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1986) e o Manual de Análises de Bebidas e Vinagres (BRASIL, 2007b).

A coloração foi determinada por leitura em colorímetro digital portátil após calibração com placa de porcelana branca (CR-A43) (MINOLTA, 1994). Tendo seu rendimento calculado através da relação entre massa do fruto e volume do fermentado (% m/v), sendo expresso em percentagem (CHIARELLI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005). O período de fermentação foi avaliado em um delineamento estatístico, em esquema fatorial (12 períodos x 3 dornas) com 3 repetições (triplicata), totalizando 108 parcelas experimentais. Os resultados dos parâmetros das análises físico-químicas do vinho foram expressos em médias e seus desvios-padrões. Médias e desvios-padrões foram realizados utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As goiabas brancas “Kumagai” são colhidas quando a polpa ainda está firme e a coloração da casca começa a mudar de verde-escura para verde-clara ou começando a amarelecer (AZZOLINI et al., 2004a) e apresentaram Massa (g) 139,97; Volume (mL) 161,0; Densidade (g mL⁻¹) 0,8694; Diâmetro Longitudinal (DL) 6,79 (cm) e Diâmetro Transversal (DT) 6,35 (cm), como teor de sólidos solúveis com 9,8 ° Brix. Este valor de °Brix, o que pode ser atribuído à maior perda de massa resultando na concentração de açúcares na polpa, conforme encontrado por Morgado et al. (2010), em goiabas da mesma cultivar. Resultados semelhantes foram encontrados por Jacomino et al. (2003), em goiabas ‘Kumagai’, por Azzolini et al. (2004b), em goiabas ‘Pedro Sato’ e por Cavalini et al. (2015), que obteve 7,44 °Brix em goiabas ‘Kumagai’ em Estádio 2 ao 5.

De acordo com Martelete (1980), valores elevados de pH sugerem a possibilidade de deterioração de produtos industrializados, necessitando-se estabelecer, como limite adequado 4,2 para a melhor conservação dos produtos. Sendo que os frutos se encontravam numa faixa de pH 3,82 sendo adequado para a produção da bebida.

A acidez titulável de um fruto é dada pelos ácidos orgânicos, cujo teor tende a diminuir durante o processo de maturação, devido à oxidação dos mesmos no ciclo do ácido tricarboxílico, em decorrência da respiração (BRODY, 1996). Estas reações também originam compostos fenólicos, lipídios e compostos voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A variação na Acidez Total Titulável (% Ácido Cítrico) 0,86 e Acidez Total Titulável (meq L⁻¹) (ATT) 3,66 pode ser um indicativo do estádio de

maturação do fruto.

Em goiabas, a acidez é devida, principalmente, à presença de ácido cítrico e málico e em menores quantidades, dos ácidos galacturônico e fumárico (CHAN; KWOK, 1976), e pode variar de 0,24 a 1,79 mL de ácido cítrico 100 g polpa⁻¹ (GEHARDT et al., 1997). As goiabas brancas apresentaram valores de 0,86 mL de ácido cítrico 100g polpa⁻¹, conferindo um sabor aceito para o consumo da fruta fresca relação entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável permite classificá-la como tendo sabor moderado e bem aceito pelo consumo de mesa (RAMOS et al., 2010). A relação SST/ATT (*ratio*) foi de 11,39. O “*ratio*” é um dos índices mais utilizados para determinar a maturação e a palatabilidade dos frutos, pois é um indicativo do sabor (RAMOS et al., 2011).

Segundo Abbot (1999), os sistemas de medição de cores mais conhecidos são o RGB (*Red, Green and Blue*); CIE Yxy, desenvolvido em 1931; o Hunterlab, apresentado em 1948 para medições fotoelétricas; o CIE L*a*b* (1976); o CIE L*u*v* e o CIE LCH desenvolvidos para determinar a simetria e alocação da cor em um espaço tridimensional.

Os métodos tristímulos do CIE (Yxy e L*a*b*) e o de Hunterlab são os mais utilizados pela rapidez dos resultados (RIBEIRO, 2006). Conforme Melchiades; Boschi (1999), estes sistemas são muito parecidos, existindo algumas diferenças nas equações matemáticas e na maior possibilidade de cálculos do Sistema CIE L*a*b* (CIELAB). Utilizam três parâmetros para a identificação de uma cor, i) L*, grau de luminosidade, varia entre 0 (preto) e 100 (branco), ii) a*, quando < 0, maior participação da cor verde, quando > 0, maior participação da cor vermelha, iii) b*, quando < 0, maior participação da cor azul, quando > 0, maior participação da cor amarela.

As leituras dos parâmetros L*, a* e b* permitiram calcular o ângulo Hue e o Croma. O ângulo Hue equivale ao [arco tangente (b*/a*)] e o Croma à $(C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2})$, conforme Minolta (1994). Os frutos de goiaba branca ‘Kumagai’, apresentaram valores médios de C* 24,33, sendo estes muito baixos e próximos à origem das coordenadas do espaço Hunterlab e no sistema CIE L* a* b* (CIELAB). As amostras apresentaram valores médios de L* 46,88; a* -7,04 e b* 23,26 menos intensos da cor verde azulado / amarelo.

O parâmetro L* (Luminosidade) obtido foi de aparência com tendência mais clara, concordando com o valor obtido para o croma (C* 24,33). Os valores de croma próximos ao zero são indicativos de cores mais neutras (branco e/ou cinza) e aqueles ao redor de 60 indicam cores mais vívidas e/ou intensas, isto demonstra que o fruto realmente se apresentava no meio do Estádio do amadurecimento (Estádio 3), segundo classificação de Cavalini et al. (2015). O valor do ângulo Hue (tonalidade da cor) foi de -73,15 °h. De acordo com o sistema CIELAB, se o ângulo estiver entre 0,0° e -90°, e quanto mais negativo, mais verde é o fruto, reforçando o ponto de vista psicométrico de frutos verde-amarelos.

Após o preparo, o mosto apresentou valores de densidade corrigida a 20,0 °C de 1,1498 g mL⁻¹, acidez total titulável de 17,630 meq L⁻¹ e pH de 3,60. O processo de fermentação do mosto de goiaba branca ‘Kumagai’ foi realizado por um período de 12 dias, em temperatura controlada 27,0 °C ± 0,6 °C. Houve avaliações periódicas do teor de sólidos solúveis totais (°Brix), densidade corrigida a 20,0 °C (g mL⁻¹), pH, acidez total titulável (meq L⁻¹) durante o período fermentativo.

O °Brix indica o teor aproximado de açúcar no mosto. Durante o período de fermentação seu valor diminuiu progressivamente passando de 18,2 °Brix, a 9,9 °Brix. Isto foi devido à ação das leveduras que usaram açúcar para produzir álcool e dióxido de carbono no decorrer do processo de fermentação.

Na fase tumultuosa da fermentação, houve um rápido consumo dos açúcares, nos oito primeiros dias, e na fase complementar, uma diminuição da atividade microbiana devido à pequena variação do teor de sólidos solúveis e da diminuição do desprendimento de dióxido de carbono.

Houve uma progressiva diminuição dos valores da densidade do mosto no transcorrer do processo fermentativo, de 1,1094 g mL⁻¹ para 1,0513 g mL⁻¹. Estes resultados estão de acordo com a média obtida no fermentado de laranja, 1,030 g mL⁻¹ elaborado por Corazza; Rodrigues; Nozaki (2001).

O pH do mosto de goiaba branca ‘Kumagai’ passou de 2,80 a 2,82 durante o período de fermentação. A manutenção de valores baixos de pH é considerado um fator muito importante para a estabilidade dos vinhos (MUNIZ et al. (2002).

A acidez total titulável do mosto do fermentado de goiaba branca ‘Kumagai’ variou do início ao final do período fermentativo 44,900 a 62,400 meq L⁻¹, garantindo o meio isento de bactérias. Esses valores estão na faixa exigida pela legislação Brasileira para acidez total em fermentados de uva de mesa que permite um conteúdo mínimo de 35,000 meq L⁻¹ e máximo de 130,000 meq L⁻¹ (BRASIL, 1988).

Os resultados das análises realizadas no fermentado de goiaba branca ‘Kumagai’ após o período de envelhecimento (14 semanas) são:

A densidade do fermentado de goiaba branca, 1,0512 g mL⁻¹, foi próximo dos valores apresentados no fermentado de laranja, 1,0995 g mL⁻¹ (CORAZZA; RODRIGUES; NOZAKI, 2001), abacaxi, 1,1478 g mL⁻¹ (CALDAS, et al., 2006), jabuticaba, 1,003 g mL⁻¹ (ASQUIERI; RABÉLO E SILVA, 2008) e jaca foi de 0,99401g mL⁻¹ (NETO, et al. 2010).

As amostras do fermentado de goiaba branca elaboradas neste estudo apresentaram valores de sólidos solúveis de 9,9° Brix, acima, mas próximo ao fermentado de jaca que obteve 7,0 °Brix (NETO, et al. 2010), de laranja 7,0 °Brix (CORAZZA; RODRIGUES; NOZAKI, 2001) e fermentado de mandacaru, 7,25 °Brix (ALMEIDA et al., 2006). O fermentado de goiaba branca, portanto, é classificado como vinho de mesa meio seco (BRASIL, 1988).

Valores de pH acima do apresentado neste trabalho, 2,677, foram obtidos por outros pesquisadores com fermentado de goiaba vermelha com pH médio de 3,6,

o que torna esse produto menos suscetível a degradação por bactérias acéticas (LOPES e SILVA, 2006), laranja 3,30 (SILVA, 2008), ata, 4,07 a 4,19, (MUNIZ, et al., 2002), cajá, 3,50 (DIAS; SCHWAN; LIMA, 2003), jabuticaba, 3,30 a 4,00, (ASQUIERI et al., 2008), abacaxi, 3,90 (CALDAS et al., 2006), caju 3,60 (ANTUNES e REISSER, 2007), caqui, 3,90 (NUNES; TOMÉ; FRAGIORGE, 2009), umbu, 3,56 (CARMO et al., 2012). O pH do fermentado de goiaba branca é o mesmo do que o fermentado de goiaba vermelha obtido por Bertagnolli (2014). A Legislação não estabelece limites para pH, extrato seco e cinzas. Entretanto, segundo Asquieri; Rabêlo e Silva (2008), um pH relativamente baixo, como o obtido no presente trabalho (2,677), confere características de frescor à bebida.

O valor encontrado na bebida alcoólica fermentada de goiaba branca, para acidez total, foi de 62,7 meq L⁻¹, muito menor quando comparado com o fermentado de goiaba vermelha onde o resultado da acidez total 114meq/L⁻¹, assim como também muito menor quando se compara ao fermentado do doce de jabuticaba, 106,300 meq L⁻¹ (ASQUIERI, RABÊLO E SILVA, 2008), abacaxi, 92,330 meq L⁻¹, (CALDAS et al., 2006), jaca, 100,000 meq L⁻¹ (ASQUIERI; RABÊLO; SILVA, 2008), mas todos estes permaneceram dentro do permitido pela legislação brasileira (50-130meq/L⁻¹) (BRASIL, 2004), já os diferentes fermentados alcoólicos de jabuticaba de várias safras, onde a maioria ficou por volta dos 185,000 meq L⁻¹ (SILVA, et al., 2008), enquanto que o de cajá, 29,000 meq L⁻¹, (DIAS; SCHWAN; LIMA, 2003) e banana, 49,930 meq L⁻¹ a 42,330 meq L⁻¹, (ARRUDA et al., 2007) sendo também muito inferior aos 142,26 mEq.L⁻¹verificados no fermentado de tamarindo (MENDES; TOMÉ; FRAGIORGE, 2011).

A legislação brasileira exige que a bebida fermentada de frutas, apresente seus teores de acidez compreendidos na faixa de (55,0 meq L⁻¹ a 130,0 meq L⁻¹). O valor médio de acidez total titulável na bebida fermentada de goiaba branca está dentro do limite estabelecido pela Legislação do Ministério da Agricultura do Brasil (BRASIL, 1988).

A acidez volátil do vinho obtido da goiaba branca foi de 2,74 meq L⁻¹ e este valor está abaixo ao obtido no fermentado de cajá, 5,500 meq L⁻¹ (DIAS; SCHWAN; LIMA, 2003) e de acordo com os limites estabelecidos pela Legislação Complementar do Ministério da Agricultura do Brasil, com o máximo de 20,000 meq L⁻¹ (BRASIL, 1986).

A acidez fixa do vinho de goiaba branca foi de 55,39 meq L⁻¹, muito abaixo quando comparado aos fermentados de jabuticaba, 194,430 a 16,340 meq L⁻¹, (CHIARELLI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005); kiwi, 107,700 meq L⁻¹, (DA PAZ et al., 2007) e goiaba vermelha, 114,00 meq L⁻¹ (BERTAGNOLLI, 2014)

Os valores médios do parâmetro extrato seco à 100,0 °C, 137,05 g L⁻¹ foram divergentes ao encontrado na primeira fase e segunda fase do fermentado de jabuticaba, 36,29 g L⁻¹ - 114,79 g L⁻¹, respectivamente, (CHIARELLI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005), kiwi, 21,89 g L⁻¹ (DA PAZ et al., 2007) e banana, 23,13 g L⁻¹ (ARRUDA et al., 2007).

As cinzas Insolúveis em HCl (10%) foi de 99,45 e as Cinzas Solúveis em HCl 10% foi de -98,25% e as Cinzas Insolúveis em Água 99,54%. Sua determinação é utilizada para detectar adulterações como adição de água. Os fermentados procedentes de frutos sem maturação e de mostos com adição de açúcar ou água têm menor quantidade de cinzas (DA PAZ et al., 2007).

O valor médio encontrado para cinzas foi de 4,83 g L⁻¹ e cinzas (%), 0,70% g L⁻¹, estando assim em acordo com o pressuposto pela legislação brasileira para vinho leve branco que determina valor mínimo de 1,0 g L⁻¹ (BRASIL, 2004). Médias semelhantes às encontradas neste trabalho foram as do fermentado de caqui, 1,88 g L⁻¹, (NUNES; TOMÉ; FRAGIORGE, 2009). Por outro lado, valores maiores ao obtido neste trabalho, para o parâmetro cinza, foram os fermentados de kiwi, 3,06 g L⁻¹, (DA PAZ et al., 2007), de jaca, 3,48 g L⁻¹ (ASQUIERI; RABÉLO; SILVA, 2008).

A Alcalinidade das Cinzas Insolúveis em Água % 2,60 e a Alcalinidade das Cinzas Solúveis em Água % 0,64. O fermentado de goiaba branca apresentou teor baixo de alcalinidade (9,60 meq L⁻¹), quando comparados aos valores obtidos para fermentados de caju, 34,50 a 39,00 meq L⁻¹ (GARRUTI, 2001) e banana, 63,90 a 65,70 meq L⁻¹ (ARRUDA et al., 2007).

O grau alcoólico real, corrigido da goiaba branca de 20,0°C foi de 8,4 °G.L, entretanto ficou abaixo do fermentado da goiaba vermelha que foi de 11,6°GL, ficando também abaixo ao do fermentado de jamelão que é de 10,3°GL (SOUZA; SILVA; TESHIMA, 2006), assim como também do fermentado de caju, 11,5 °GL (NETO et al., 2010). O teor alcoólico de vinhos leves são de 7- 8,5%; do vinho fino é de 8,6 -14%. Estando desta forma, o vinho de goiaba branca classificado como vinho leve.

O valor obtido para ânions de sulfatos de potássio foi de 0,70, expresso em g K₂SO₄ L⁻¹ e está de acordo com o preconizado pela legislação que determina o máximo de 1,00 g L⁻¹ para vinhos de mesa (BRASIL, 1988).

Os açúcares redutores em glicose % (m/v), 9,6487 g L⁻¹, foi superior ao obtido por Chiarelli; Nogueira e Venturini-Filho (2005), com fermentado de Jabuticaba na primeira fase de fermentação, 2,34 g L⁻¹, de Arruda et al. (2007), com banana, 3,24 g L⁻¹ e de Carmo et al. (2012), com umbu, 3,8700 g 100 mL⁻¹, apresentando um valor elevado, conforme o sabor doce apresentado pelo produto.

Os açúcares totais em % (m/v), 19,44 g L⁻¹, está dentro limites determinados para vinhos de mesa secos ou semi-secos, ou seja, acima de 3,0 g L⁻¹ até 25,0 g L⁻¹ (BRASIL, 2014). Os açúcares não redutores em sacarose (9,30 g L⁻¹), representam a sacarose residual após o envelhecimento do fermentado e pouco contribui, com este valor, para o sabor adocicado do produto final.

O fermentado de goiaba branca apresentou 6,93 g L⁻¹ de anidrido sulfuroso total, valor este que está bem acima do fermentado de jabuticaba, 0,04g L⁻¹ (CHIARELLI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005), e jaca 0,0158 g L⁻¹ (ASQUIERI; RABÉLO; SILVA, 2008), não faz nenhuma referência à quantidade de SO₂ livre permitido nos vinhos, sendo este um critério de cada empresa (RIZZON; ZANUS; MANFREDINI,

2011). Produção de fermentado com características físico-químicas adequadas à Portaria (nº 64, de 23 de abril de 2008) e que podem ser classificados do tipo suave ou leve.

Neste experimento, o extrato seco reduzido foi encontrado no valor de 118,60 g L⁻¹, acima do fermentado de jaca, de 89,52 g L⁻¹ (ASQUIERI; RABÉLO; SILVA, 2008), e ao de jabuticaba que foi de até 107,55 g L⁻¹, na segunda fase (CHIARELLI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005), é maior quando comparado ao fermentado branco seco de uva, de 17,63 g L⁻¹ (SILVA et al., 1999), ao fermentado doce de jabuticaba, 23,26 g L⁻¹ (ASQUIERI; RABÉLO; SILVA, 2008).

A legislação brasileira não estabelece um mínimo de extrato seco reduzido, mas um valor máximo para a relação álcool em peso/extrato seco reduzido para vinhos de mesa brancos, que é de 6,5 g L⁻¹ (BRASIL, 1988). A relação encontrada para o fermentado de goiaba branca foi 0,57 g L⁻¹. Pelo baixo valor de açúcares totais e alto valor de extrato seco reduzido, tem-se uma relação álcool/ extrato seco reduzido ou baixo.

O fermentado de goiaba branca apresentou valores médios de Chroma 9,72, sendo estes muito baixos e próximos à origem das coordenadas do espaço CIELAB, indicando cor de baixa intensidade. As amostras analisadas apresentaram valores médios de *b** menos intensos 9,04, próprio da cor azulado/rósea.

O ângulo da tonalidade da cor, - 68,39 °h indicou que as amostras se encontraram distantes do eixo 0° (azul), tendendo à direção do eixo -90,0° (azul), concordando com as médias de *L**, 31,50, *a**, -3,58 e *b** 9,04 alcançadas por essas amostras e reforçando o ponto de vista psicométrico de alimentos ou bebidas azul róseas de baixa luminosidade.

O rendimento global do fermentado de goiaba em relação à matéria-prima, incluindo a casca, foi de aproximadamente 38,27%, valor considerado viável quando comparado com Caldas et al. (2006), que obteve em seu experimento de fermentado alcoólico de abacaxi, 39,0%, por possuir grande massa residual de casca e coroa.

4 | CONCLUSÃO

O fermentado de goiaba branca (*Psidium guajava* L.) cv. Kumagai, elaborado apresentou cor característica dos frutos desta fruta, com características físico-químicas de acordo com a legislação brasileira, podendo ser adaptado para elaboração de vinho desta fruta com valores de parâmetros físico-químicos dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira para vinhos, podendo ser classificado como vinho meio seco, sendo que a metodologia para a produção de fermentados alcoólicos artesanais de goiaba branca é satisfatoriamente aplicada utilizando as leveduras comerciais de alta fermentação, originando um produto final de boa qualidade.

REFERÊNCIAS

- ABBOT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 3, p. 207-225, 1999.
- ALMEIDA, M. M.; TAVARES, D. P. S. A.; ROCHA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. C.; SILVA, F. L. H.; MOTA, J. C. Cinética da produção do fermentado do fruto do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 35-42, 2006.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER, J. C. **Fragole, i prodotti brasiliani mirano all' esportazione in Europa. Frutticoltura (Bologna)**, v. 69, p. 60-65, 2007.
- ARRUDA, A. R. CASIMIRO, A. R. S. GARRUTI, D. S.; ABREU, F. A. P. Caracterização físico-química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 4, p. 377-384, 2007.
- ASQUIERI, E. R.; RABÉLO, A. M. S.; SILVA, A. G. M.. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, n. 4, p. 881-887, 2008.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estadios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 29-31, 2004.
- BERTAGNOLLI, S. M. M. **Bebidas Fermentadas de Goiaba: Compostos Bioativos, Caracterização Volátil e Aproveitamento de Resíduos**. Dissertação (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2014.
- BRASIL. Portaria n. 76 de 27 de novembro de 1986. **Aprova os métodos analíticos que passam a constituir padrões oficiais para análise de bebidas e vinagres estabelecidos pelo Decreto n. 73267 de 06 de dezembro de 1973**. DOU: Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1986, seção 1, p. 18152-18173.
- BRASIL. Lei nº 7.678, de 08 de novembro de 1988. **Dispõe sobre a produção, circulação, comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho**. 1988.
- BRASIL^a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de frutas** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura ; Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha (coordenadores). – Brasília : IICA: MAPA/SPA, 2007. 102 p. ; 17,5 x 24 cm – (Agronegócios ; v. 7).
- BRASIL^b. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO. **Programa de análise de produtos: Relatório de vinho**. Rio de Janeiro, dez. 2007. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/vinho.pdf>>.
- BRASIL^c. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 1, de 16 de janeiro de 2007. DOU, **Diário Oficial da União** - MAPA. Brasília-DF, 2007.
- BRODY, A. L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220p.
- CALDAS, M. C. S.; MANFROI, L.; NETO, B. A. M.; SANTOS, J. S.; NASCIMENTO, L. A.; CARVALHO, E. A.; CARVAJAL, J. C. L.; MENDONÇA, F. H. O. **Elaboração de fermentado alcoólico de abacaxi**. I Jornada da Agroindústria, 2006.
- CARMO, S. K. S. et al. Produção e caracterização de fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v. 14, n. 1, p. 15-20, 2012.

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J.; MIGUEL, A. C. A. Ponto de colheita e qualidade de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 064-072, 2015.

CHAN JÚNIOR, H. T.; KWOK, S. C. M. Identification and determination of sugars in some tropical fruit products. **Journal of Food Science**, v. 40, n. 2, p. 419-420, 1976.

CHIARELLI, R. H. C.; NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G. Fermentados de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): processos de produção, características físico-químicas e rendimento. **Brazilian Journal of the Food Technology**, v. 8, n. 4, p. 277-282, 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2^a Edição Revisada e Ampliada. Lavras, 2005. 785 p.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. Química Nova, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 449-452, 2001.

DA PAZ, M. F.; SCARTAZZINI, L. S.; OGLIARI, T. C.; BURLIN, C. Produção e Caracterização do Fermentado Alcoólico de *Actinidia deliciosa* Variedade Bruno Produzido em Santa Catarina. In: XVI Simpósio Nacional de Bioprocessos, SINAFERM 2007 – **Anais** – CD Room. Curitiba, 2007.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

FERREIRA, D. F. S. A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GARRUTI, D. S. **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju**. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 230 f., 2001.

GERHARDT, L. B. A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R. L. Características físico-químicas dos frutos de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 32, n. 2, p. 185-192, 1997.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4^a ed. São Paulo: coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tigleia -São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, versão eletrônica de saúde pública, 2008. 103-114 p.

JACOMINO, A. P.; MARTINEZ-OJEDA, R.; KLUGE, R. A. Postharvest conservation of guavas through carnauba wax emulsion applications. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 401-405, 2003.

LOPES, R. V; SILVA, F. L. H. Elaboração de fermentado a partir do figo-da-Índia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 6, n. 2, 2006.

MARTELETO, L. O. **Estudo da produção e dos atributos físicos e químicos de dez variedades de goiaba (*Psidium guajava* L.), em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando o consumo ao natural e à industrialização**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 67p. 1980.

MARTINELLI FILHO, A. **Tecnologia de vinhos e vinagres de frutas**. Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ/USP. Piracicaba, São Paulo, 1983. 130 p.

MELCHIADES, F. G.; BOSCHI, A. O. Cores e tonalidades em revestimentos cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v. 4, p. 1-6, 1999.

MENDES, B. S.; TOMÉ, P. H. F.; FRAGIORGE, E. J.. Elaboração e análise sensorial e quimiométrica do vinho de tamarindo (*Tamarindus indica L.*). Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica, 1, 2011. Uberaba. **Anais...** Uberaba: IFTM, 2011.

MINOLTA. **Precise Color Communication:** Color Control from Feeling to instrumentation. Osaka: MINOLTA Co. Ltda., 1994. 49 p.

MORETTO, E.; ALVES R. F.; CAMPOS, C. M. T.; ARCHER, R. M. B.; PRUDÊNCIO, A. J. **Vinhos e Vinagres:** Processamento e Análises. Santa Catarina: Editora da UFSC, 1988. 168 p.

MORGADO, C. M. A.; DURIGAN, J. F.; LOPES, V. G.; SANTOS, L. O. Conservação pós-colheita de goiabas ‘Kumagai’: efeito do estádio de maturação e da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura.** v. 32, n. 4, p. 1001-1008, 2010.

MUNIZ, C. R.; BORGES, M. F.; ABREU, F. A. P.; NASSU, R. T.; FREITAS, C. A. S. Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos.** v. 20, n. 2, p. 309-322, 2002.

NETO, A. B. T.; SILVA, M. E.; SILVA, W. B.; SWARNAKAR, R.; SILVA, F. L. H. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale L.*). **Química Nova.** v. 29, n. 3, p 489-492, 2010.

NUNES, G. D. G.; TOMÉ, P. H. F.; FRAGIORGE, E. J. **Elaboração e análise sensorial do vinho de caqui** (*Diospyrus kaki L.*). cv. Fuyu. FAZU, v.6, n.1, p.44-49, 2009.

RAMOS, D. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; COSTA, S. M.; DAMATTO JÚNIOR, E. R.. Produção e qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’, submetida à diferentes épocas de poda em clima subtropical. **Revista Ceres.** v. 57, n.5, p. 659-664, 2010.

RIZZON, L. A.; ZANUS, M. B. G.; MANFREDINI, N. M. **Características dos vinhos brancos de quatro municípios da microregião homogênea vinicultura de Caxias do Sul (MRH 311).** Bento Gonçalves, p. 83-93, 2011.

SANDHU, D.K.; JOSHI, V.K. Technology, quality and scope of fruit wines especially apple beverages. **Indian Food Industry.** v. 14, n. 1, p. 24 - 34, 1995.

SILVA, P. H. A.; FARIA, F. C.; TONON, B.; MOTA, S. J. D.; PINTO, V. T. Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*). **Química Nova.** v. 31, n. 3, p. 595-600, 2008.

SOBRINHO, O. G.; CUGNASCA, C. E.; FIALHO, F. B.; GUERRA, C. C. Modelagem de um sistema de informação para rastreabilidade na indústria do vinho baseado em uma arquitetura orientada a serviços. **Engenharia Agrícola.** v. 30, n. 1, p. 100-109, 2010.

SOUZA, L. C.; SILVA, W. L.; TESHIMA, E. Processo fermentativo do vinho de jamelão (*Syzygium cumini* fruit). In: **Congresso Brasileiro De Ciência E Tecnologia De Alimentos.** 20, 2006, Curitiba. Curitiba, 2006.

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA DE BARRA DE CEREAL FORMULADA COM BARU E CHIA

Dayane Sandri Stellato

Faculdade de Tecnologia do SENAI – MT, Eixo de produção alimentícia, Cuiabá-MT

Débora Cristina Pastro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Cuiabá-MT

Patrícia Aparecida Testa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Cuiabá-MT

Aline Silva Pietro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Cuiabá-MT

Márcia Helena Scabora

Faculdade de Tecnologia do SENAI – MT, Eixo de produção alimentícia, Cuiabá-MT

barra de cereal sabor baru acrescida de prebiótico. Desenvolveu-se 4 formulações diferentes, alterando as concentrações de baru (0%, 10%, 15% e 20%). A análise sensorial aplicada na avaliação da preferência do consumidor foi o teste de ordenação realizada com 60 julgadores não treinados, 50% preferiram a formulação com 20% de baru. Esta aceitação resulta na agregação de valor do produto da região Centro-Oeste, proporcionando novas formas de comercialização deste fruto, sendo um produto sustentável e gerador de renda para famílias produtoras.

PALAVRAS-CHAVE: Dipteryx alata, Chia, Alimento funcional.

**DEVELOPMENT AND EVALUATION OF
THE PREFERENCE OF CEREAL BAR
FORMULATED WITH BARU AND CHIA**

ABSTRACT: The cereal bar and a product associated with healthy eating, when hum nutritious and easy to eat food. Innovating industries with ingredients and formulations that appeals Consumer nutritionally and sensorially. Fruits little known in Brazil as the Baru For example, fruit with a similar flavor of almond When peanuts. The chia and a prebiotic food with functional properties. The goal was the development and sensory analysis of a

RESUMO: A barra de cereal é um produto associado à alimentação saudável, por ser um alimento nutritivo e de fácil consumo. Indústrias inovam com ingredientes e formulações que agradem o consumidor nutricionalmente e sensorialmente. Frutos pouco conhecidos do Brasil, como por exemplo o Baru, fruto com uma amêndoa de sabor semelhante ao amendoim. A chia é um alimento prebiótico caracterizando propriedades funcionais. Objetivou-se o desenvolvimento e análise sensorial de uma

Baru flavor cereal bar plus prebiotic. We develop four different formulations, such as changing Baru concentrations (0%, 10%, 15% and 20%). Sensory analysis used to assess consumer preference was the kind of test with 60 trained judges. No, 50% preferred the formulation with 20% Baru. This follows the acceptance in the aggregate value of the Midwest of the product, providing new marketing methods. This fruit, being a sustainable product and income generator for producing families.

KEYWORDS: *Dipteryx alata*, Chia, functional food.

1 | INTRODUÇÃO

O consumidor vem despertando na indústria alimentícia a necessidade de se introduzir no mercado alimentos associados à saúde e bem-estar, como os diet, light e funcionais, de sabores diferenciados, fugindo um pouco do tradicionalmente encontrado.

A barra de cereais é um forte exemplo de um produto associado à alimentação saudável e que pode ser bastante diversificado. Pelo fato de serem nutritivas e de fácil consumo, nota-se uma tendência em preferir ou substituir o consumo de doces e tortas por elas (Bueno, 2005). Com isso, exige-se que as indústrias busquem novas formas de apresentação das mesmas, com novos ingredientes e formulações, visando produtos com características físico-químicas e nutricionais capazes de propiciar benefícios à saúde (Souza e Srebernick, 2008; Bower e Whitten, 2001).

Frutos de regiões mais remotas do Brasil são pouco conhecidos, sendo que boa parte da população não tem acesso a suas propriedades e sabores, como por exemplo o Baru, fruto encontrado em regiões de solos bem drenados como é o caso da região centro-oeste.

O baru ou cumbaru (*Dipteryx alata*) é fruto do baruzeiro, árvore nativa do Cerrado brasileiro. Apresenta potencial econômico e grande aceitação por seu sabor agradável ao paladar (Sano et al., 2004). O seu fruto é protegido por uma dura casca e, no interior encontra-se uma amêndoia de sabor bastante parecido ao do amendoim, sendo esta de alto valor nutritivo e muito apreciada (Carrazza e Cruz e Ávila, 2010). Por essa semelhança, essa amêndoia tem sido reconhecida e usada em diferentes formulações em substituição às castanhas tradicionais (Fernandes et al., 2010).

Dependendo dos ingredientes utilizados na elaboração da barra de cereais, ela também pode ser caracterizada como um alimento funcional. Estes alimentos são definidos como qualquer substância ou componente de um alimento que proporciona benefícios para a saúde, inclusive a prevenção e o tratamento de doenças. Neste contexto, podemos destacar os prebióticos, que são carboidratos complexos, resistentes às ações das enzimas salivares e intestinais. Ao atingirem o cólon, produzem efeitos benéficos à microflora do intestino (Anjo, 2004).

Considerada por muitos pesquisadores como um alimento prebiótico, a chia

(*Salvia hispanica* L.) é uma semente comestível originária do sul do México, que além de apresentar ômega 3, vitaminas e minerais, possui também as fibras solúveis e as insolúveis, onde a insolúvel ajuda no funcionamento do intestino e a solúvel pode atuar como um prebiótico na manutenção da flora intestinal (Chicco et al., 2009).

Contudo, devido às pesquisas com a semente de chia e o fato de atualmente a amêndoas do baru ser comercializada torrada, em sua grande maioria, novas formas de comercialização destes produtos devem ser disponibilizadas no mercado, como incorporá-los a barras de cereais, criando um novo sabor e contribuindo com este setor também.

Diante ao exposto, este trabalho teve por objetivo desenvolver e avaliar a preferência do consumidor em relação à barra de cereal elaborada com baru e chia, bem como realizar sua caracterização centesimal através de testes físico-químicos.

2 | METODOLOGIA

As amêndoas do baru foram adquiridas junto a extratores que comercializam os mesmos nas cidades de Diamantino e Poconé, localizadas no estado de Mato Grosso e os demais ingredientes foram adquiridos nos comércios locais de Cuiabá.

Foram desenvolvidas 4 formulações de barras de cereais. Em todas as formulações foram fixadas as quantidades dos seguintes ingredientes: flocos de arroz, flocos de aveia, xarope de glucose, açúcar mascavo, óleo de coco, sal, ácido cítrico, lecitina de soja. A quantidade de amêndoas de baru variou em diferentes concentrações (0%, 10%, 15% e 20%).

Para a elaboração, primeiramente os ingredientes secos (aveia, flocos de arroz e amêndoas de baru em diferentes concentrações) foram misturados, logo após os ingredientes utilizados para a preparação do xarope aglutinante (açúcar mascavo, farinha de chia, óleo de coco, xarope de glucose, lecitina de soja, sal e ácido cítrico) foram misturados e levados ao fogo em recipiente de aço inoxidável, sendo estes homogeneizados com ajuda da espátula pão-duro, até atingir a temperatura de 95°C. Em seguida o xarope foi misturado aos ingredientes secos, até formar uma massa. Na sequência, a massa foi colocada em uma forma de aço inoxidável (20 cm x 40 cm), prensada com auxílio de um rolo de silicone e, após o resfriamento a temperatura ambiente (25 °C), foi cortada, em fatias de aproximadamente 30g.

A análise sensorial aplicada para a avaliação do consumidor foi o teste de ordenação de preferência. Para isso, foram apresentadas simultaneamente as quatro formulações (0%, 10%, 15% e 20%), onde os julgadores deveriam colocar na ordem da mais preferida para a menos preferida. Estas amostras foram apresentadas em embalagens plásticas individuais com capacidade de 50mL, sendo codificadas com números aleatórios de 3 dígitos para a identificação das amostras. A análise

seguiu em cabines individuais para análise sensorial, possuindo como iluminação a Participaram da análise 60 julgadores não treinados.

Logo após a escolha da formulação mais preferida, foi realizada a sua caracterização. Onde foram avaliados os seguintes parâmetros:

- Umidade: Foi determinado por gravimetria a 105°C em estufa com circulação de ar até obtenção de peso constante segundo técnica descrita por Instituto Adolfo Lutz (2008);
- Lipídeos: A determinação de extrato etéreo foi realizada com o uso de éter de petróleo como solvente, em extrator Soxhlet, de acordo com método AOAC (2000);
- Proteínas: Determinou-se pelo método de Kjeldhal clássico, onde 1g de amostra foi digerida em digestor específico, sendo a matéria orgânica existente na amostra decomposta com ácido cítrico e um catalisador (Dióxido de titânio anidro, sulfato de cobre anidro e sulfato de potássio anidro, na proporção 0,3: 0,3: 6), onde o nitrogênio presente foi transformado em sal amoniacial. Logo após a digestão, foi realizada a destilação, onde a amônia foi liberada do sal amoniacial pela reação com hidróxido e recebida numa solução acida de volume e concentração conhecidos. Findando o processo de destilação, realizou-se uma titulação com a solução obtida, sendo que nesta determinou-se a quantidade de nitrogênio presente na amostra titulando-se o excesso do ácido utilizado na destilação com hidróxido.
- Cinzas: As cinzas (resíduo mineral fixo) foram determinadas pelo método gravimétrico com calcinação em mufla a 550°C;
- Determinações de pH: Determinou-se através de potenciômetro, seguindo o método descrito pela AOAC (2000);
- Acidez Total Titulável: A determinação da acidez total titulável foi realizada por titulação de uma solução obtida através da retirada de uma alíquota de 5 mL de extrato diluída em 50 mL de água destilada (extrato: obtido a partir da maceração de 10g de amostra diluída com 50 mL de água destilada) com solução hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N padronizado, sendo utilizada fenolftaleína como indicador até a formação de uma coloração rósea suave persistente, os resultados foram expressos em 5 de ácido cítrico;
- Carboidratos totais: Pelo método da diferença, onde somam-se os demais resultados e o restante é determinado de carboidratos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As barras de cereais elaboradas apresentaram aparência e textura uniforme, como constam na Figura 2.



Figura 1 - Barras de cereais sabor baru acrescida de prebióticos.

FONTE: Os Autores.

A análise sensorial foi realizada com 60 julgadores não treinados. Destes julgadores, 50% preferiram a formulação com 20% de amêndoas de baru, seguida da formulação com 15% de amêndoas de baru, com a preferência de 25% dos julgadores (Gráfico 1). Estes julgadores justificaram essa preferência alegando que as formulações com menos amêndoas de baru sobressaiam o sabor do ácido cítrico.

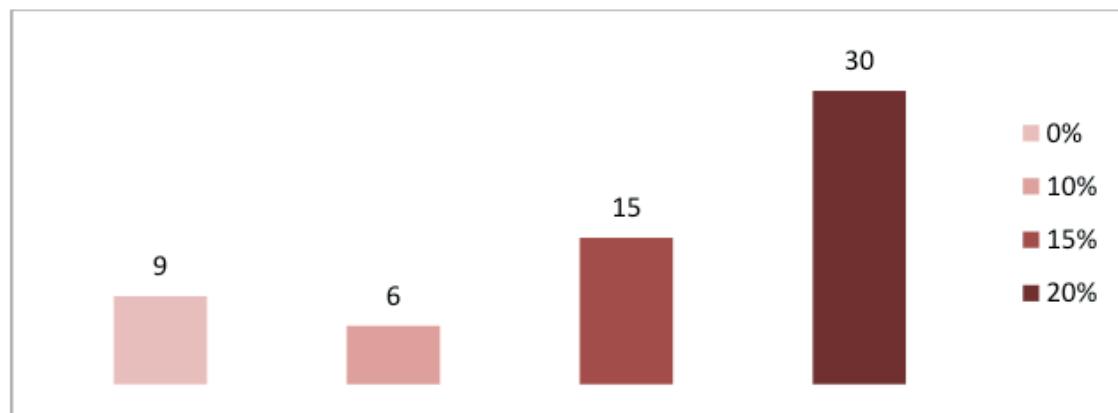


Figura 2- Gráfico do teste de ordenação de preferência entre as formulações das barras de cereais.

Na Tabela 1 são apresentadas as propriedades físico-químicas da barra de cereal com a formulação de 20% de amêndoas de baru, sendo esta a considerada mais aceita por 50% dos julgadores.

Características avaliadas	Resultado (%)
Carboidratos	63,14
Proteínas	13,12
Lipídeos	13,12
Cinzas	1,80
Umidade	8,82
Acidez Total Titulável (ATT)	9,80
pH	4,90

4 | CONCLUSÃO

O resultado obtido foi satisfatório, pois a preferência pela barra de cereal com maior quantidade de amêndoas de baru (20%) significa a aceitação do consumidor por um produto importante para a região Centro-Oeste, agregando valor e proporcionando novas formas de comercialização deste fruto no mercado, elevando o período de consumo dos mesmos, já que a forma in natura oferece maiores riscos de contaminação e deterioração.

Com isso, o mercado consumidor pode ter acesso aos sabores da região centro oeste, podendo vir a aumentar o consumo destes frutos, além de ser um produto sustentável e gerador de renda para famílias produtoras.

REFERÊNCIAS

- Anjo, D. F. C.(2004). **Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. Jornal Vascular Brasileiro.** São Paulo-SP, v.3, n.2, p.145-154.
- AOAC. Association Of Official Analytical Chemists (2000). **Official methods of analysis of AOAC International.** 17thed. Gaithersburg, 2 v.
- Bower, I. A.; Whitten, R.(2001). Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. **Journal of Sensory Studies**, v.15, n.3, p. 327-345.
- Bueno, R. O. G.(2005). Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera. **Dissertação.** Curitiba-PR.
- Carrazza, L.; Cruz e Ávila, J. C. (2010). **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Baru.** Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza. 56 p.
- Chicco A. G., D'alessandro M.E., Hein G.J., Oliva M.E., Lombardo Y.B.(2009). Dietary chia seed (*Salvia hispanica L.*) rich in alpha-linolenic acid improves adiposity and normalizes hypertriacylglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats. **Br J Nutr;** 101(1):41-50.
- Fernandes, D.C.; Freitas, J. B.; Czeder, L. P.; Naves, M. M. V. (2010). Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata Vog.*) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** Oxford, v. 90, n. 10, p. 1650-1655.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo. 1020 pp.
- Sano, S. M.; Ribeiro, J. F.; Brito, M. A.(2004). **Baru:** Biologia e uso. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 52 p.
- Souza, F.N.; Srebernich, S.M.(2008). Barra de cereal diet - desenvolvimento e otimização utilizando a metodologia de superfície de resposta nas variáveis dependentes textura, cor e atividade de água. In: XIII Encontro de Iniciação Científica (PUC – Faculdade de Nutrição). Anais, Campinas, SP, Brasil.

DESENVOLVIMENTO, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃO DE QUEIJO ENRIQUECIDO COM SETE GRÃOS

Vinícius Lopes Lessa

Universidade Federal de São João Del Rei
Sete Lagoas-Minas Gerais

Christiano Vieira Pires

Universidade Federal de São João Del Rei
Sete Lagoas-Minas Gerais

Maria Clara Coutinho Macedo

Universidade Federal de Minas Gerais

Aline Cristina Arruda Gonçalves

Universidade Federal de São João Del Rei
Sete Lagoas-Minas Gerais

Washington Azevêdo da Silva

Universidade Federal de São João Del Rei
Sete Lagoas-Minas Gerais

leite integral, sal, ovo. Após a elaboração, a massa foi enrolada em bolinhas de cerca de 30 gramas, congeladas a -20 °C e armazenadas em freezer para posterior assamento e análises físico-químicas e de aceitação sensorial. Os pães de queijo apresentaram os seguintes teores percentuais: umidade (13,6%), proteínas (13,3%), carboidratos (52,7%), cinzas (3,1%) e gorduras totais (17,3%). O produto apresentou ainda um teor de 4,8 % de fibra alimentar total. Quanto à avaliação sensorial, foram observadas médias superiores a 6 em uma escala hedônica de 9 pontos para a atributos, cor, aroma, textura e impressão global. A média encontrada para a intenção de compra foi de 3,78 em uma escala de 5 pontos. Através dos resultados, verificou-se o potencial de mercado e de aceitação deste produto alimentício. Salienta-se que este pão de queijo permite ao consumidor desfrutar dos benefícios das fibras, ácidos graxos essenciais, vitaminas e outros componentes encontrados em cada um dos grãos utilizados.

PALAVRAS-CHAVE: Fibra alimentar, Alimento saudável, panificação.

ABSTRACT: The cheese bread is a genuinely Brazilian product, specifically in the State of Minas Gerais. Has been sought in addition to convenience foods also are considered healthy whereas a balanced diet helps in the prevention of many chronic non-communicable diseases.

RESUMO: O pão de queijo é um produto genuinamente brasileiro, surgido especificamente em Minas Gerais. Tem se buscado também alimentos que além de praticidade sejam considerados saudáveis visto que uma alimentação balanceada ajuda na prevenção de diversas doenças crônicas não transmissíveis. Sendo assim, o presente trabalho objetivou produzir um pão de queijo acrescido com sete grãos (linhaça, farelo de trigo, gergelim, cevadinha, semente de girassol, quinoa e farelo de aveia). A formulação consistiu de adição dos grãos e dos demais ingredientes: polvilho azedo, óleo, queijo,

Therefore, the present worked aimed to produce a cheese bread plus with seven grains (wheat bran, linseed, Sesame, barley, sunflower seed, quinoa and oat bran). The formulation consisted of adding the grains and other ingredients: flour, oil, cheese, whole milk, salt, egg. After preparation, the dough was rolled into balls of about 30 grams, frozen at -20° c and stored in freezer for later baking and physical-chemical analysis and sensory acceptance. The cheese breads showed the following percentage levels: humidity (13.6%), proteins (13.3%), carbohydrates (52.7%), ashes (3.1%) and total fats (17.3%). The product provided a 4.8% of total dietary fibre. About the sensory evaluation, were observed averages over a hedonic scale 6:00 pm of 9 points for attributes, color, aroma, texture and overall impression. The average found for purchase intent was 3.78 on a scale of 5 points. Through the results, it was found the market potential and acceptance of this food product. It should be noted that this cheese bread allows consumers enjoy the benefits of fibre, essential fatty acids, vitamins and other components found in each of the beans used. The product provided a 4.8% of total dietary fibre. About the sensory evaluation, were observed averages over a hedonic scale 6:00 pm of 9 points for attributes, color, aroma, texture and overall impression. The average found for purchase intent was 3.78 on a scale of 5 points. Through the results, it was found the market potential and acceptance of this food product. It should be noted that this cheese bread allows consumers enjoy the benefits of fibre, essential fatty acids, vitamins and other components found in each of the beans used.

KEYWORDS: Fiber Food, Healthy Food, Baking

1 | INTRODUÇÃO

O pão de queijo é um produto genuinamente brasileiro, surgido em época indefinida nas fazendas de Minas Gerais e, além de ser rico em carboidrato (JESUS, 1997). Segundo DIÓRIO e colaboradores (2018), o pão de queijo é um produto de panificação obtido basicamente do escaldamento do polvilho doce e ou azedo com água ou leite e óleo, amassamento com ovos, adição de queijo e assamento.

O pão de queijo é um produto de panificação que apresenta como benefício uma grande fonte de energia devido ao seu alto teor de carboidratos. É um alimento de grande aceitabilidade pela população em geral por possuir características sensoriais muito apreciadas. É também um produto um produto que pode ser consumido por pessoas portadoras de doença celíaca, por não possuir glúten em sua composição (PEREIRA et al., 2004).

O pão de queijo constitui-se da mistura do queijo com o pão, sendo o queijo o ingrediente mais marcante, na sua elaboração vários são os tipos de queijo que podem ser utilizados, contudo o queijo tipo Minas maturado, é o mais comum. Na produção de pão de queijo, o polvilho azedo é preferido ao doce, por conferir ao produto as características de maior volume, textura mais porosa, com maior número de células de ar, miolo esponjoso, mais leve e elástico, além da casca lisa e uniforme

(PEREIRA, 2004).

Atualmente existe um aumento na demanda por alimentos saudáveis, com isso o desenvolvimento de alimentos funcionais pode trazer benefícios fisiológicos à saúde, além da funcionalidade nutricional, sendo desenvolvimento de pães de queijo funcionais, um produto promissor para demanda desse mercado.

As fibras alimentares apresentam importantes benefícios como a redução de colesterol sanguíneo, melhorias na função do intestino grosso e diminuição da glicemia pós-prandial (colaborando desta forma para a prevenção ou redução de doenças intestinais), diminuição do risco de doença cardíaca coronária e diabetes do tipo 2 (MUDGIL; BARAK, 2013).

Desta forma, a utilização das fibras alimentares e de ingredientes contendo fibras em novos produtos tem sido muito utilizada na indústria alimentícia.

Diante do exposto esta pesquisa objetivou desenvolver um de pão de queijo adicionado de diferentes grãos em sua formulação e realizar análises de composição, pesquisa de aceitação sensorial, textura, cor e teor de fibra alimentar total no produto pronto para consumo.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Análise Sensorial de Alimentos e de Análises de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de São João Del Rei.

Na Tabela 1, são apresentados todos os ingredientes utilizados para o desenvolvimento do pão de queijo acrescido de sete grãos, sendo os mesmos adquiridos no comércio varejista da cidade de Sete Lagoas-MG.

A cevadinha, semente de girassol e linhaça foram adquiridas já na forma de farinha, prontas para serem utilizadas. O gergelim e a quinoa foram utilizadas na sua forma em grão, por serem grãos pequenos não sendo necessário realizar o processo de moagem, já os farelos de aveia e de trigo foram utilizados em sua forma natural.

Ingredientes	Quantidade
Polvilho Azedo	680g
Óleo	65 mL
Queijo	400g
Leite Integral	230 mL
Sal (Cloreto de sódio)	13g
Ovo	5
Farelo de Trigo	17g
Farelo de Aveia	17g
Gergelim	17g
Cevadinha	17g
Semente de Girassol	17g
Quinoa	17g

Tabela 1 - Relação dos ingredientes utilizados na formulação da massa dos pães de queijo acrescido de sete grãos.

Para a elaboração do pão de queijo realizou-se a mistura dos ingredientes em uma bacia de aço inoxidável. Nesse recipiente foram colocados o polvilho, o sal e os grãos. Simultaneamente o leite e o óleo foram aquecidos para escaldar o polvilho. Assim que a mistura de leite e o óleo apresentou fervura foi despejada sobre o polvilho e logo em seguida a massa foi misturada e homogeneizada até esfriar.

Os ovos foram adicionados em seguida e posteriormente foi adicionado o queijo minas meia cura. Toda a mistura foi misturada foi homogeneizada novamente. Em seguida a massa foi enrolada em bolinhas de cerca de 30 g cada e congeladas em freezer a -20 °C. Para as avaliações de composição e teste de aceitação sensorial os pães de queijo foram assados em forno preaquecido com temperatura média de 180 °C.

Para a determinação da composição centesimal utilizou-se a metodologia descrita por Instituto Adolf Lutz, (IAL, 2008). A umidade foi determinada por técnica gravimétrica em estufa ventilada à 65°C com secagem até peso constante. As cinzas foram determinadas por técnica gravimétrica em forno tipo mufla a 550°C. Proteína foi determinada pelo método de Kjedahl utilizando fator de 6,25 para conversão de nitrogênio total em proteína total. Lipídeo foi determinado pelo método de Soxhlet utilizando éter de petróleo como solvente de extração. Carboidratos totais foram determinados por diferença. O teor de fibra alimentar foi determinado pelo método gravimétrico enzimático.

O valor calórico (VC) foi calculado em Kcal/100 g de produto, considerando-se que cada grama de proteína, gordura e carboidrato aportam 4, 9 e 4 Kcal/g, respectivamente, conforme seguinte equação:

$$VC \text{ (Kcal100g)} = 4*\text{proteínas(g)} + 9*\text{gorduras (g)} + 4*\text{carboidratos(g)} \quad (\text{Eq.1})$$

Para a realização da análise de cor foi utilizado um colorímetro modelo (KONICA MINOLTA CR 400, JAPÃO), onde foram medidos os valores de L*, a* e b*, em que L* mede a luminosidade, que varia de 0 a 100 (de preto puro a branco puro) e a* e b* representam os níveis de tonalidade e saturação. Esses parâmetros variam de valores positivos a negativos, em que a positivo (+a) indica a cor vermelha, a negativo (-a) indica a cor verde, b positivo (+b) indica a cor amarela e b negativo (-b) indica a cor azul.

A textura foi determinada no Laboratório de Embalagens da UFSJ-CSL, utilizando-se o Analisador de Textura (modelo TA-XT^{plus}) com interface acoplada em computador.

O teste de aceitação sensorial foi realizado com 75 avaliadores não treinados, sendo eles funcionários, alunos e professores da própria Universidade. Participaram pessoas de ambos os sexos e com idade entre 18 e 48 anos. O método sensorial utilizado foi o teste de aceitação, que avaliou os atributos: cor, sabor, textura e impressão global, através de escala hedônica de 9 pontos variando de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo”. Também foi avaliado o índice de intenção de compra do produto através de uma escala de 5 pontos, variando de “certamente compraria” a “certamente não compraria”. A amostra de pão de queijo foi servida em cabines individuais sob luz branca, em guardanapos de papel e codificados com números aleatórios de três dígitos.

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os resultados da composição centesimal da amostra de pão de queijo acrescida com 7 grãos.

Proteína (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
13,3	13,6	3,1	17,3	52,7

Tabela 2 – Resultados médios da composição centesimal da amostra pão de queijo elaborado com sete grãos em sua formulação.

Como pode ser observado na Tabela 2, a formulação apresentou teores médio de proteínas de 13,3%. Valor um pouco acima do encontrado por DIÓRIO et al., (2018), ao elaborar uma tabela nutricional para pão de queijo com ingredientes saudáveis, que encontrou valor médio de 12,5% para proteínas. Já ANGIOLETTI et al., (2018), encontraram teor de proteínas de 4,7% para pães de queijo funcionais, valor muito abaixo do encontrado nesse trabalho, sendo este fato explicado pelo uso dos ingredientes em proporções diferentes uma vez que a principal fonte de proteínas em pães de queijo são os ovos e o queijo.

Já no trabalho de CALVACANTE et al., (2016) que desenvolveu pão de queijo foi enriquecido com farinha de feijão-caupi biofortificado, obteve-se teor de proteína igual a 8,8% para a amostra fortificada e 10,6% para amostras padrões de pães de queijo, sendo estes valores também inferiores ao desse estudo.

O valor de umidade encontrado para a formulação de pão de queijo enriquecido com sete grãos foi de 13,6%, valor muito abaixo do encontrado por CAVALCANTE et al., (2016), em pães de queijo enriquecidos com farinha de feijão-caupi biofortificado, que obteve teor de umidade de 26,9%. Já ESTELLER et al., (2005) encontraram teores médios de umidade de 29,42 % para amostras de pães de queijo comercial. Ou seja, o enriquecimento dos pães de queijo tradicionais com os sete grãos, proporcionou um aumento na taxa de umidade.

O teor de cinzas foi igual a 3,1%. Em um estudo realizado por FELL et al., 2017 ao analisar pães de queijos com diferentes bases encontrou valores que vão de 1,35 a 1,54% na massa, praticamente metade do encontrado no presente trabalho, esse valor maior pode ser explicado pelo maior conteúdo de fibras que contribui para o aumento do teor de cinzas e também pela análise ter sido realizada na massa ao invés de ser no pão de queijo assado, que com o assamento ocorre a redução da umidade e consequentemente o aumento no teor de cinzas.

Quanto ao teor de lipídeos e carboidratos os mesmos foram 17,3% e % respectivamente. FELL et al. (2017) ao analisar formulações de pães de queijo com diferentes bases encontrou valores de lipídeos de 6,68%, 7,52% e 8,84 nas amostras em que parte do polvilho foi substituído por batata inglesa, mandioca e batata doce, respectivamente. O maior teor de lipídeos na formulação de pão de queijo enriquecida com sete grãos pode estar associada à grande quantidade de lipídeos presentes nesses grãos, já que muitos deles são utilizados para extração de óleos, como a semente de girassol, linhaça e gergelim.

Já em relação ao teor de carboidratos, o valor encontrado foi superior ao apresentado por DIÓRIO et al., (2018) que desenvolveu pães de queijo elaborados com ingredientes saudáveis (47,5%). Em outro estudo realizado por CAVALCANTE et al. (2018) foi encontrado teor de carboidratos de 53,4% para pão de queijo padrão e de 49,1% para pão de queijo enriquecido com feijão-caupi biofortificado.

Os carboidratos são componentes importantes da dieta, pois possuem a principal função de fornecer energia para o nosso organismo (OLIVEIRA e MARCHINI, 2008).

O teor médio de fibra alimentar total na formulação do pão de queijo adicionado dos sete grãos foi de 4,8 %. Em um trabalho realizado por ROSA e FLORES (2011), onde houve o desenvolvimento de pré-misturas de pão de queijo adicionando fibra de soja foram encontrados valores para fibras alimentares totais de 2,88%, sendo o valor médio verificado para o pão de queijo enriquecido com sete grãos neste estudo consideravelmente superior ao encontrado por ROSA e FLORES (2011) no seu trabalho.

A formulação desenvolvida neste estudo, pode ser considerada como um produto fonte de fibra alimentar, visto ao teor encontrado em sua formulação.

Quanto ao valor energético do pão de queijo, verificou-se que cada 100 g do produto assado e pronto para consumo se tem 419 Kcal. CAVALCANTE et al. (2018) encontraram valores energéticos de 370,2 Kcal em pães de queijo padrão e 379,4 Kcal em pães de queijo enriquecidos com feijão-caupi biofortificado, valores coerentes com os encontrados no presente trabalho. O valor energético ligeiramente superior encontrado neste estudo deve-se a adição de grãos integrais na formulação deste produto, sendo alguns com alto teor de lipídeos, entretanto, fonte de gorduras insaturadas e de ácidos graxos da família ômega, que são benéficos para a saúde humana.

A tabela 3, apresenta os dados com informação nutricional do pão de queijo elaborado com grãos.

Segundo informações da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) o conhecimento da composição dos alimentos consumidos no Brasil é fundamental para se alcançar a segurança alimentar e nutricional. As informações de uma tabela de composição de alimentos são pilares básicos para a educação nutricional, o controle da qualidade dos alimentos e a avaliação da ingestão de nutrientes de indivíduos ou populações. Por meio delas, autoridades de saúde pública podem estabelecer metas nutricionais e guias alimentares que levem a uma dieta mais saudável.

Porção de 100g (3 unidades)		
	Quantidade por porção	%VD(*)
Valor energético	419,0 Kcal=1751KJ	21,0 %
Carboidratos	52,7 g	18,0 %
Proteínas	13,3 g	19,0 %
Gorduras totais	17,3 g	31 %
Fibra alimentar	4,8 g	19,0 %

Tabela 3 – Tabela de informação Nutricional elaborada para o pão de queijo enriquecido com sete grãos com base em uma porção de 100g (3 unidades).

Porção de 100g (3 unidades)

* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Em relação a aceitação sensorial, na Figura 1, são apresentadas as médias obtidas nos atributos cor, sabor, textura e impressão global.

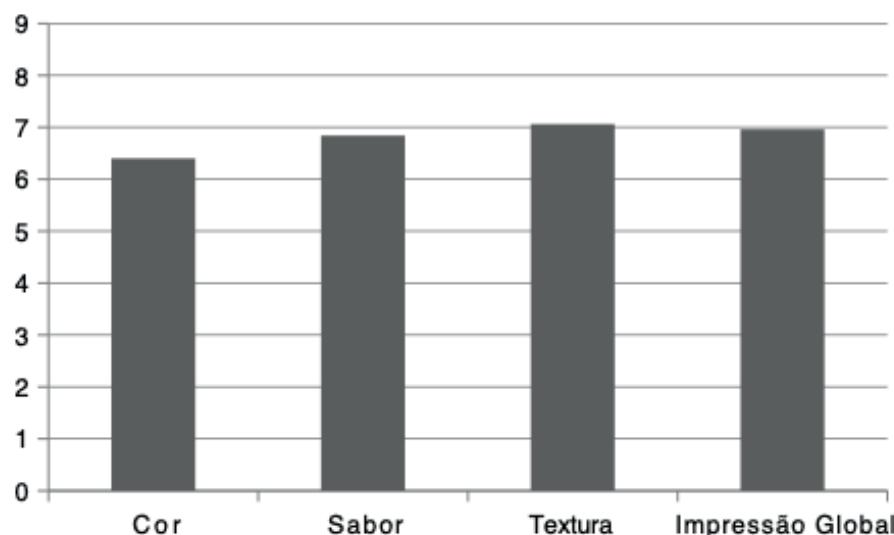


Figura 1- Média das notas atribuídas pelos julgadores aos atributos sensoriais cor, sabor, textura e impressão global para o pão de queijo elaborado com sete grãos.

Os atributos foram avaliados em uma escala de 9 pontos, variando desde "gostei muitíssimo" a "desgostei muitíssimo". De acordo com as médias das notas atribuídas pelos avaliadores a formulação apresentou valores satisfatórios, com médias acima de 6 "gostei ligeiramente" para todos os atributos pesquisados.

O atributo textura foi o que apresentou melhor resultado, com média acima de 7 "gostei moderadamente". Segundo SANTOS (2006), a textura dos pães de queijo é um parâmetro intimamente ligado à umidade do produto, beneficiando a manutenção da qualidade após o assamento sendo, portanto, de grande importância na aceitação sensorial.

Em relação à cor a média apresentada foi de 6,4, entre "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente". Em um estudo realizado por FERNANDES et al., (2015) o atributo cor obteve nota 7,30, 7,12, 4,88 e 4,25 para amostras de pães de queijo com substituição parcial do polvilho por farinha de banana verde com 0,0%, 4,0%, 12,0% e 20,0%. Em outro estudo de FELL et al., (2017) as amostra obtiveram nota de média de 6,2 para amostras com 52% de batata inglesa, para a amostra com 52,72% de mandioca a nota média foi de 7,7 e para amostras com 42,43% de batata doce a nota média foi de 5,5.

Segundo MOURA, (2014), a coloração dos pães de queijo está relacionada, sobretudo com os ingredientes da formulação: pães de queijo com maior teor de fibras costumam apresentar coloração mais escura.

Para o atributo sabor, a média apresentada foi de 6,84 ficando próxima a "gostei moderadamente". O sabor é um atributo muito importante, pois é responsável em grande parte pela aceitação do produto. Em um estudo realizado por DIÓRIO et al., (2018) o atributo sabor analisado em pães de queijo elaborados com ingredientes saudáveis o sabor obteve nota de 6,22 em escala hedônica de 7. Já FERNANDES et al., (2015) encontrou valores de 6,90 para pães de queijo tradicionais, 6,61 para pães de queijo com substituição parcial de 4% do polvilho por de farinha de banana verde, 6,28 para formulações com substituição de 8%, 5,38 para a formulação com substituição de 12%, 5,23 para a formulação com substituição de 16% e 4,63 para a formulação com substituição de 20%, indicando que quanto maior a substituição dos ingredientes do pão de queijo tradicional menores serão as notas atribuídas pelos julgadores.

A média para impressão global foi satisfatória para a formulação, obtendo nota média de 6,96 aproximando-se de "gostei moderadamente", indicando assim boa aceitação do produto. FELL et al., (2017) obtiveram notas entre 7,1 e 7,4 ao analisarem amostras de pães de queijo com bases de mandioca, batata doce e batata inglesa. DIÓRIO et al., (2018) encontraram média de 6,24 em relação ao atributo impressão global para formulação de pão de queijo versão saudável em escala hedônica de sete pontos.

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que a formulação obteve bons escores, caracterizando que o pão de queijo acrescido com os sete grãos foi aceito

do ponto de vista sensorial.

Na pesquisa de aceitação sensorial, também foi solicitado aos avaliadores que atribuissem uma nota em uma escala de 0 a 5 sobre a intenção de compra do produto pesquisado.

A média encontrada para a intenção de compra foi de 3,8 ficando próximo a valor 4 da escala o qual representa “provavelmente compraria”. Esses resultados podem estar relacionados com os costumes dos consumidores, por não terem o hábito de comerem alimentos integrais, que possuem características peculiares, e apesar de terem atribuído notas acima da média ainda teriam dúvidas se comprariam o produto. Em um estudo realizado por DIÓRIO et al., 2018 a intenção de compra foi de 4,46 para pães de queijo versão saudável.

O pão de queijo enriquecido com sete grãos obteve boas notas de modo geral e isso mostra que ele pode ser futuramente mais uma opção saudável e com agradáveis qualidades sensoriais ao mesmo tempo.

Foram avaliados ainda os parâmetros colorimétricos de cor L^* , a^* e b^* para a formulação de pão de queijo, sendo encontrado valores médios de 71,1 (L^*), 3,4 (a^*) e 26,2 (b^*). O valor elevado de L , indica um produto com alta luminosidade, ou seja, com maior reflectância, traduzindo-se em um produto mais claro. O valor de 26,2 para b^* , indica coloração com tendência ao amarelo e isso é bem típico de pães de queijo. ESTELLER et al., (2005) ao avaliarem os parâmetros de L^* , a^* e b^* para amostras de pão de queijo comercial encontram valores de 79,93, 5,30 e 33,21 respectivamente, relativamente próximas ao encontrado para o pão de queijo acrescido de sete grãos. A figura 2 apresenta uma imagem onde se pode observar as características da crosta do pão de queijo enriquecido com sete grãos elaborado neste trabalho.



Figura 2: Imagem ilustrativa de amostras de pão de queijo elaborado com farelo de trigo, farelo de aveia, cevadinha, semente de girassol, gergelim, quinoa e linhaça.

Segundo ESTELLER et al., (2005), valores altos para b são traduzidos para amostras com forte coloração amarelada ou dourada, que embora “diluída” na coloração castanha característica de produtos forneados, pode ser “filtrada” e

aparece em pães ricos em proteínas, açúcares redutores e ovos (carotenóides), tendo-se como exemplo as torradas e os pães de queijo.

Em relação a textura, o pão de queijo acrescido dos sete grãos apresentou firmeza igual a 20,94 N. Segundo SANTOS (2006), a textura dos pães de queijo é um parâmetro intimamente ligado à umidade do produto, beneficiando a manutenção da qualidade após o assamento sendo, portanto, de grande importância na aceitação sensorial.

MACHADO e colaboradores (2010) em seu trabalho com diversos tratamentos de pães de queijo, encontraram um valor para o tratamento de pão de queijo escaldado com leite igual a 16,64 N, um pouco menor ao observado neste estudo. A maior firmeza do pão de queijo acrescido com os sete grãos, se deve ao alto teor de fibras alimentares presente nesse produto (OLIVEIRA et al., 2007).

4 | CONCLUSÃO

O pão de queijo acrescido com os sete grãos apresentou boa composição centesimal, destacando-se um teor de proteínas de 13,3 % e de fibra alimentar de 4,8 %, além de ser bem aceito sensorialmente.

O pão de queijo enriquecido com sete grãos é um produto promissor por apresentar em sua formulação ingredientes com características nutricionais importantes para a alimentação podendo assim trazer benefícios aos consumidores.

REFERÊNCIAS

- ANGIOLETTI, B. L., REITER, M. G. G. R., KISTINER, J. A., CARVALHO, L. F. de, BERTOLI, S. L., HOFFMANN, T. G., SOUSA, C. K. de. Desenvolvimento de Pão de Queijo Funcional Visando Produção em Escala Industrial. *International Journal of Nutrology*, v. 11, n.1, 2018.
- CAVALCANTE, R. B. M., GLÓRIA, M. B. de A., ARAÚJO, M. A. da M., ROCHA, M. de M., SILVA, K. J. D. e, MOREIRA-ARAÚJO, R. S. dos R. Fibras alimentares, aminas bioativas, compostos fenólicos e atividade antioxidante em pão de queijo enriquecido com feijão-caupi biofortificado. **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, 2018, Belém. O uso consciente da biodiversidade: Perspectivas para o avanço da ciência e tecnologia de alimentos: resumos. Campinas, SP: SBCTA, 2018.
- CAVALCANTE, R. B. M., MORGANO, M. A., SILVA, K. J. D. e, ROCHA, M. de M., ARAÚJO, M. A. da M., MOREIRA-ARAÚJO, R. S. dos R. Pão de queijo enriquecido com farinha de feijão-caupi biofortificado. *Ciência e Agrotecnologia*, v.40, p. 97-103, 2016.
- DIÓRIO, de S., SILVA, J. G., TEIXEIRA, N. de C. Pão de queijo saudável: tradição e saúde caminhando juntos. *Revista Pensar Gastronomia*, v.4, n.1, 2018.
- Esteller, M. S., Lannes, S. C. S. Parâmetros Complementares Para Fixação de identidade e Qualidade de Produtos Panificados. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 25, p.802-806, 2005.
- FELL, J. T., SEIDEL, L. E., PACHECO, E. C., KEMERICH, G. T., OLIVEIRA, E. C. Elaboração e avaliação das características físico-químicas de pães de queijo com diferentes bases. *Revista Destaques Acadêmicos*, Lajeado, v. 9, n. 4, 2017.

FERNANDES, D. de S., BEM, M. S. D., SORROCHE, C. P., LEONEL, M., LEONEL, S. Elaboração de pão de queijo adicionado com farinha de banana verde: características físicas e sensoriais. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 11, n 1, p. 56-65, 2015.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4^a ed. São Paulo, 1º Ed. digital, 1002 p., 2008.

JESUS, C. C. de. **Contribuição para a caracterização físico-química e sensorial do pão de queijo**. 1997. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

MACHADO, A. V. e PEREIRA, J. Perfil Reológico De Textura Da Massa E Do Pão De Queijo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 1009-1014, 2010.

MOURA, C.C. de, PETER, N., SCHUMACKER, B. de O., BORGES, L. R., HELBIG, E. **Biscoitos enriquecidos com farelo de linhaça marrom (*Linum usitatissimum L.*): valor nutritivo e aceitabilidade**. Departamento de Nutrição, Faculdade de Nutrição. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, Brasil, Demetra; 9(1), 2014 p. 71-81.

MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.61, p.1-6, 2013.

OLIVEIRA, J. E., MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais Aprendendo a Aprender**. 2^a Edição. São Paulo, Editora Sarvier, p.100-101, 2008.

Oliveira, T. M.; Pirozi, M. R.; Borges, J. T. S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alimentos e Nutrição**, v.18, n.2, p. 141-150, 2007.

PEREIRA, J., CIACCO, C. F., VILELA, E. R., PEREIRA, R. G. F. A. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 494-500, 2004.

ROSA, P. T., FLORES, S. H. Desenvolvimento de pré-mistura de pão de queijo com fibra de soja – FibraRich. **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 121-127, 2011.

SANTOS, J. R. U. **Desenvolvimento de pão de queijo funcional pela incorporação de isolado protéico de soja e polidextrose**. 2006. 319f. Tese (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

Tabela brasileira de composição de alimentos / Nepa – Unicamp.- 4. ed. rev. e ampl. -- Campinas: Nepa- Unicamp, p. 34, 2011.

CAPÍTULO 16

ELABORAÇÃO DE NIBS USANDO AMÊNDOAS DE CACAU JACARÉ (*Herrania mariae Mart. Decne. ex Goudot*)

Márlia Barbosa Pires

Escola Superior da Amazônia (ESAMAZ), Curso de Nutrição.
Belém- Pa.

Adrielle Vitória dos Santos Manfredo

Escola Superior da Amazônia (ESAMAZ), Curso de Nutrição.
Belém- Pa.

Hevelyn kamila Portal Lima

Escola Superior da Amazônia (ESAMAZ), Curso de Nutrição.
Belém- Pa.

da fermentação foi realizado por meio das medições de variação da temperatura durante a fermentação, além da prova de corte a cada revolvimento. As amêndoas fermentadas foram submetidas ao processo de secagem em estufa de circulação de ar a 55°C por 48h, e posteriormente caracterizado por meio da prova de corte, coloração, grau de fermentação, defeitos e composição química. O tempo de fermentação foi de 9 dias, com °Brix inicial de 4,20. Classificado em tipo III de acordo com a Instrução Normativa N°38. Sua composição em umidade $1,17 \pm 0,43$ g/100g, lipídio $31,55 \pm 0,64$ g/100g, pH $7,6 \pm 0,18$ g/100g e acidez $0,97 \pm 0,6$ g/100g, demonstram valores muito baixos para umidade, sendo positivo para aumento do tempo de vida deste, entretanto, exige cuidados com a embalagem correlacionando com o teor de gordura. Conclui-se que por ser um produto inovador necessita de mais estudos voltados as sementes e frutos, mas possuem grandes potencial na produção de nibs, aumentando consequentemente à produção da agroindústria local, trazendo recursos à comunidade local.

PALAVRAS-CHAVE: fermentação, nibs, produto inovador.

ABSTRACT: Brazil has enormous biodiversity of fruits, being great part found in the Amazon, where approximately 220 plants produce fruits for human consumption. Fruit seeds from the

RESUMO: O Brasil possui enorme biodiversidade de frutos, sendo grande parte encontrada na Amazônia, onde aproximadamente 220 plantas produzem frutos para consumo humano. Sementes de fruta da região Amazônica, conhecida como cacau jacaré foram utilizadas com objetivo de desenvolver um produto (nibs) a partir de suas amêndoas fermentadas, com intuito de incentivar o aumento da produção e a valorização das frutas. A fermentação das sementes foi realizada em caixas de isopor com a base perfurada com vários orifícios e com a tampa acoplada a um termômetro digital. O revestimento interno da caixa foi com folha de bananeira, nas primeiras 48h e seguido a cada 24h foi realizado o revolvimento. O acompanhamento

Amazon region, known as alligator cacao, were used to develop a product (nibs) from their fermented almonds, in order to encourage increased production and fruit appreciation. Seed fermentation was carried out in styrofoam boxes with the perforated base with several holes and with the lid attached to a digital thermometer. The inner coating of the box was with banana leaf, in the first 48 hours and followed every 24 hours. Follow - up of the fermentation was carried out by measurements of temperature variation during the fermentation, in addition to the cut - off test at each turn. The fermented almonds were submitted to the drying process in an air circulating oven at 55 ° C for 48 hours, and then characterized by cutting, coloring, degree of fermentation, defects and chemical composition. The fermentation time was 9 days, with initial Brix of 4.20. Classified in type III according to Normative Instruction No. 38. Its composition in moisture 1.17 ± 0.43 g / 100g, lipid 31.55 ± 0.64 g / 100g, pH 7.6 ± 0.18 g / 100g and acidity 0.97 ± 0.6 g / 100g, demonstrate very low values for humidity, being positive for an increase in the life time of this, however, it requires care with the packaging correlating with the fat content. It is concluded that being an innovative product requires more studies focused on seeds and fruits, but have great potential in the production of nibs, consequently increasing the production of the local agroindustry, bringing resources to the local community.

KEYWORDS: fermentation. nibs. innovative product.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil por sua vasta área possui uma enorme biodiversidade de frutos em torno de 500 espécies, sendo a grande parte da diversidade na Amazônia, são encontradas em torno de 220 plantas que produzem frutos para consumo humano (GIACOMETTI, 1993). Recentemente vem crescendo a busca por produtos com alegação funcional, voltando olhar para frutos “desconhecidos”. Só no Brasil 120 se encaixa nesse perfil (CARVALHO, 2012). Frutas com potencial promissor, como por exemplo, o cacau jacaré.

Cacau jacaré (*Herrania mariae Mart. Decne. ex Goudot*) pertence ao gênero *Herrania*, fruto com até 12cm de comprimento, é oblongo-ovóide, possui polpa branca e adocicada, porém de sabor modesto (CAVALCANTE, 1974). Segundo relatos de moradores da RESEX Chico Mendes, Xapuri-AC, o cacau jacaré não é cultivado, para encontrar é preciso buscá-lo na floresta (CABRAL et al., 2018).

Estudos falam sobre a estrutura das amêndoas do cacau (*T. Cacao*) e do Cupuaçu (*T. Grandiflorum*), enaltecendo transformações ocorridas durante a fermentação do chocolate e do cupulate, como, a secagem, torração e a etapa do processo de produção (MARTINI, 2004).

Estudos especificamente ao cacau jacaré são poucos e antigos, necessitando novas pesquisas para valorizar o fruto característico da região Amazônica, porém pouco conhecido pela população. Portanto foram utilizadas sementes de *H. mariae*

submetidas ao processo de fermentação semelhante aos de cacau e cupuaçu.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenções da matéria prima

Foram adquiridos frutos de cacau jacaré, no período de janeiro e fevereiro de 2019, respectivamente. Estas são comercializadas no mercado do ver o peso, Belém-Pa.

2.2 Métodos

2.2.1 *Beneficiamento dos frutos*

Foram compradas 30 unidades de cacaus jacaré (*H. mariae Mart. Decne ex Goudot*) e foram lavados em água corrente, seguidos sanitizados em solução de hipoclorito a 100ppm. Após a sanitização foram quebrados manualmente iniciando o processo.

2.2.2 *Fermentação*

Foi adaptada a metodologia utilizada por Cuba (1994), em caixas de isopor de 7l (28,5 x 20,5 x 23,5cm), conforme mostra a Figura 1, com 15 orifícios, 1,2cm de diâmetro ao fundo, 6cm de espaços entre os furos, facilitando o escoamento do “mel”. Foi acoplado um termômetro digital tipo espeto da incoterm 6132 na tampa do isopor, forrado por dentro com folha de bananeira, após 48 horas foram feitos o primeiro revolvimento e os demais a cada 24 horas. A seguir tem a Figura 1 o sistema adaptado utilizado no processo.



Figura 1- Representação do sistema de fermentação.

2.2.3 Determinação de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix)

O $^{\circ}$ Brix foi determinado nos dias iniciais ao final da fermentação, durante a produção de “mel” da fermentação. Usou- se o refratômetro HANNA HI96801, para a determinação dos mesmos. Os valores obtidos foram representados em cinética de variação.

2.2.4 Controle de temperatura do processo fermentativo

Foram coletadas a cada 6 horas a temperatura de fermentação usando termômetro digital tipo espeto da incoterm 6132 acoplado ao sistema, para elaboração da cinética de evolução temperatura de fermentação.

2.2.5 Secagem

Foi realizada de forma artificial segundo Pinheiro (2013), usando estufa automática da quimis Q317M, com circulação de ar, por 48h com temperatura 55°C.

2.2.6 Caracterização física das amêndoas

Após a secagem as amêndoas foram descascadas manualmente com ajuda de faca de serra, seguidas selecionadas à prova de corte, sendo este longitudinal, avaliando a qualidade da amêndoa em virtude da fermentação, levando em conta a

coloração e a compartimentação dos cotilédones.

Os resultados da prova de corte foram expressos em porcentagem de acordo com coloração (marrons, violetas com partes marrons e violetas) e grau de compartimentação/fermentação (bem, parcialmente e mal fermentadas) dos cotilédones. E quanto a qualidades em tipo I, II, III ou fora do tipo (BRASIL, 2008).

2.2.7 Preparo e caracterização físico-química

Após as caracterizações físicas das amêndoas, elas foram trituradas em almofariz com pistilo para obtenção do produto final, o nibs. Posterior armazenados sob temperatura ambiente até dia das análises físico-químicas dos nibs que foram em triplicata. Foram determinados umidade, em estufa com circulação de ar a 105 °C, de acordo com o método 931.04. O pH foi determinado conforme método 970.21, usando pHmetro digital. A acidez foi determinada com titulação usando hidróxido de sódio 0,1N. Todos os métodos conforme (AOAC, 2002). O teor de lipídios totais, de acordo como o método 963.15 (BLIGH DYER, 1959).

2.2.8 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os dados expressos como média aritmética e desvio padrão (DP). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas foram coletadas a cada 6 horas desde o inicio até o final do processo, na Figura 2 tem se a média representada de cada dia.

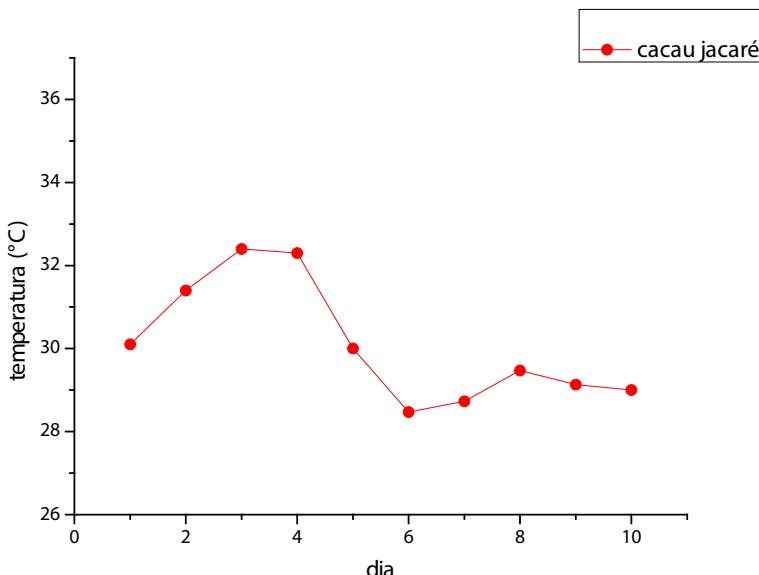


Figura 2- Evolução da temperatura em °C durante a fermentação.

O gráfico mostra baixas temperaturas iniciais para as sementes, no início foi de 28,8°C. Próximo aos resultados de Alves et al. (2017) nas primeiras 24 horas o aumento para cacau jacaré foi quase imperceptível em torno de 5°C.

No início do processo há pouco oxigênio, favorecendo a ação de leveduras no primeiro momento, porém com o decorrer do tempo e o revolvimento ocorre aumento significativo de temperatura chegando a 45°C (SANTOS, 2013). Soares (2001) diz que esse aumento ocorre devido reações exotérmicas da oxidação do etanol, CO₂, H₂O e ácido acético. Os encontrados durante o processo foi máximo de 32,5°C.

O cacau jacaré após se manter constante teve seu pico máximo, seguida decaiu até o 6º dia, neste voltou a crescer novamente e no 8º dia diminui lentamente chegando ao fim do processo próximo aos 28°C. Resultados este, similar a Alves (2017) que às 72 horas chegou a 40°C.

Os resultados para prova de corte para estão expressos na Tabela 1. O número de sementes com coloração marrom foi significativa, sendo irrisório marrom/violeta e violeta, porém 20% das amêndoas de cacau jacaré foram branca, de acordo com Ferreira et al. (2013) essa característica são proveniente da genética.

	Cacau jacaré	
COLORAÇÃO	Marrom	243
	Marrom e violeta	3
	Violeta	0
	Branca	64
	Bem	0
FERMENTAÇÃO	Parcial	310
	Mal	0
DEFEITOS	Danificadas/ morfadas	0

Ardosia/ germinadas	0
N° de amêndoas em 40g	310

Tabela 1- Prova de corte das amêndoas após a secagem.

Mesmo o interior das sementes de cacau jacaré ser diferentes da família de *Theobroma*, não houve formação completa de cotiledôneos, tornando 100% parcialmente fermentadas o que não a impede da classificação do tipo I. Seguindo os critérios de Brasil (2008) para amêndoas de cacau, a presente fermentação se enquadra em tipo III. Sendo que estas amêndoas possuem 7% danificada por insetos, e para os outros itens 0 o que poderia a tornar como de tipo I também.

A Tabela 2, apresenta os resultados obtidos para composição centesimal, das amêndoas de cacau jacaré.

COMPONENTE	CACAU JACARÉ
UMIDADE (g/100g)	1,17 ± 0,43
LIPÍDIO (g/100g)	31,55 ± 0,64
pH	7,6 ± 0,18
ACIDEZ (ml NaOH/100g)	0,97 ± 0,6

Tabela 2- Composição centesimal.

Valores médios de três repetições com seus desvios padrões.

De acordo com os resultados a umidade do cacau jacaré chega 1,17 inferiores às literaturas descritas. Segundo Vasconcelos (1999) em amostras do cupuaçu após o processo de fermentação, e secagem natural obteve-se uma umidade entre 6% a 8%, já Mattietto (2001) estudou que o cacau após fermentação e secagem encontrou valores de 6,06% de umidade para amêndoas de cacau e 4,69% de umidade para amêndoas de cupuaçu. Entretanto podendo ser ponto positivo, pois quanto maior a umidade maior a probabilidade de deteriorar, devido o crescimento dos microrganismos, pois evita mofos durante o armazenamento e transporte dessas amêndoas.

O teor lipídio é inferior aos estudos literários. O que não a impede de serem produzidos “chocolates” semelhantes aos encontrados no mercado. Carvalho (2004) para amêdoa de cacau apresenta valores médios de 60,25% nas amêndoas fermentadas (CARVALHO, 2004), diferença justificada variabilidade da espécie.

O pH do cacau jacaré antes do processo fermentativo, apresentou 6,19 inicialmente, após o quinto dia obteve um menor valor de 4,36. O pH das amêndoas fermentadas e secas foi de 5,42, elevado e esperado devido à perda no processo de secagem (MATTIETTO, 2001). Segundo Vasconcelos (1999) o valor do pH varia desta forma devido a perda de ácido acético produzido durante a fermentação.

De acordo com as análises feitas o teor de acidez total do cacau jacaré, está significantemente abaixo dos estudos pesquisados, comparados a do cacau e do cupuaçu. Nestes não há presença visível dos cotilédones dificultando a absorção de compostos ácidos. Sendo assim os fatores que podem ter alterado esses valores foram, temperatura, maturação do fruto, época da colheita, clima e o processo de fermentativo. Drummond (1998) explica que pode ter havido um decréscimo na acidez titulável total, devido à redução dos ácidos voláteis, tais como ácido propiônico, butírico, isobutírico e isovalérico presentes no cacau.

4 | CONCLUSÕES

Por ser um produto inovador necessita de mais estudos voltados as sementes dos frutos, como teor de proteína, polifenóis, capacidade antioxidante, tipo de manteiga e licor, mesmo este apresentando resultados satisfatórios. São necessários avaliar os fatores antinutricionais, compostos fenólicos e valor energético.

O teor de umidade bem baixo pode influenciar no aumento do tempo de prateleira, impedindo a proliferação de microrganismos. Possuem grandes potenciais os nibs obtidos, por ser alternativa ao existente do mercado, possibilitando o aumento agroindustrial local, trazendo recursos à comunidade.

REFERÊNCIAS

AOAC. *Official Methods of Analysis. of the Association of Official Analytical Chemists*, 17th ed. Washington. 2002.

Alves, Y. F. M. **Caracterização molecular e potencial enzimático de leveduras isoladas da fermentação de cacau na Amazônia**. 2017. 1 -35 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, 2013. Disponível em: <<http://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/20171/YAMILA%20MOTA.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2019.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instrução Normativa nº 38, de 23 de jun. de 2008. **Regulamento Técnico da Amêndoas de Cacau**. Diário Oficial da União, Brasília, 13 nov. 2008. Seção I, pg.8.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification**, Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, v. 8, 37, p. 911-917, 1959.

CabraL, F. S. et al. **Conhecimento local sobre espécies frutíferas da RESEX Chico Mendes, Xapuri-AC**. In: FREDERICO, M. L. M. (Elab.). Experiências etnobotânicas na Reserva Extrativista Chico Mendes. São Paulo: UNESP – FCA., p. 95-98. 2018

Cavalcante, P. S. **Frutas comestíveis da Amazônia II**. 4.ed. rev. ampl. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1974. v. 2 73 p. il

Carvalho. A. V. **Extração, concentração e caracterização físico-química e funcional das proteínas da semente do cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum Schum*)**. 2004. 1-167p. Tese (Doutorado em Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, 2004. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255234>>. Acesso

em: 17 mai. 2019.

Carvalho, J. E. U. **Frutas da Amazônia na era das novas culturas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77034/1/22.pdf>>.pdf. Acesso em: 18 set. 2018.

Cuba, W. A. Z. **Caracterizações físico-químicas e avaliação de metilpirazinas no desenvolvimento de sabor em dez cultivares de cacau (*Theobroma cacao L.*) produzidos no estado de São Paulo**. 1994. 121p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 1994. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/255228>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

Drummond, M. C. M. **Relação entre o grau de torração do cacau (*Theobroma Cacao L.*) sua qualidade nutricional e atributos sensoriais**. 1998. 1-144p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, Outubro de 1998. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255230>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

Ferreira, A. C. R. et al. **Guia de Beneficiamento de Cacau de Qualidade Instituto Cabruca**. 52p.:ISBN 978-85-66124-01-9. Ilhéus, Bahia: 2013.

Giacometti, D. C. **Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS. 1992, Cruz das Almas, Anais. Cruz das Almas Embrapa-CNPMF. p.13-27. 1993.

Lopes, A.S. **Estudo químico e nutricional de amêndoas de cacau (*Theobroma Cacao L.*) e cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum schum*) em função de processamento**. 2000. 1-130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2000. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255219>>. Acesso em: 17 mai. 2019.

Martini, M. H. **Caracterização das sementes de seis espécies de *Theobroma* em relação ao *Theobroma cacao L.*** 2004. 1 -85 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2004. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/256114>>. Acesso: 20 ago. 2018.

Mattietto, R. A. **Estudos comparativos das transformações estruturais e físico-químicas durante o processo fermentativo de amêndoas de cacau (*Theobroma Cacao L.*) e cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum Schum*)**. 2001. 1 163. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2001. Disponível em:<<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/255071>>. Acesso em: 07 out. 2018.

Pinheiro, R. C. **Avaliação do Potencial das Amêndoas de Frutos Amazônicos para Fins Alimentícios**. 2013. 12 -85 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, 2013. Disponível em: <<http://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2013/Rutelene%20Pinheiro.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

Santos, C. C. **Influência dos processos de fermentação e secagem no teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante de amêndoas de cacau amazônico (*Theobroma cacao var. Forasteiro*)**. 2013. 12 -66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, 2013. Disponível em: <<http://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2013/Caroline%20Costa%20 Santos.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

Soares, M. S. **Estudo do melhoramento do sabor de cacau (*Theobroma cacao L.*) através de ação enzimática durante a fermentação**. 2001. 107 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2001. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/255220>>. Acesso em: 29 set. 2018.

Vasconcelos. M. A. M. **Transformações físicas e químicas durante a fermentação de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum Schum*)**. 1999. 1-132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, 1999. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255072>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

ELABORAÇÃO E CARACTERERIZAÇÃO DE NÉCTAR DE MARACUJÁ ADICIONADO DE SORO DE LEITE E FRUTOOLIGOSSACARÍDEO

Auriana de Assis Regis

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE,
Campus Limoeiro do Norte-CE.

Pahlevi Augusto de Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- IFRN,
Campus Currais Novos.

Hirllen Nara Bessa Rodrigues Beserra

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE,
Campus Limoeiro do Norte-CE.

Ariosvana Fernandes Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE,
Campus Limoeiro do Norte-CE.

Denise Josino Soares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pernambuco-IFPE,
Campus Afogados da Ingazeira,

Zulene Lima de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE,
Campus Limoeiro do Norte-CE

Antônio Belfort Dantas Cavalcante

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE,
Campus Limoeiro do Norte-CE.

Renata Chastinet Braga

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE, Campus *Campus Limoeiro do Norte,*

Elisabeth Mariano Batista

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE,
Campus Limoeiro do Norte-CE

RESUMO objetivou-se nesta pesquisa elaborar néctar de maracujá adicionado de soro de leite e frutoooligossacarídeo, substituindo parcialmente a água da formulação pelo soro de leite. Inicialmente caracterizou-se a polpa de maracujá e o soro de leite através das análises físico-químicas. Elaborou-se quatro formulações de néctar, variando a proporção soro/água, sendo F0 (sem adição de soro), F1 (20% de soro de leite), F2 (40% de soro de leite) e F3 (60% de soro de leite), estes foram caracterizados através das análises físico-químicas (pH, acidez, sólidos solúveis, ratio, açúcares totais, vitamina C, proteínas, luminosidade, °Hue, croma e FOS), microbiológicas (coliformes totais, aeróbios mesófilos, *Salmonella* sp. e bolores e leveduras) e sensoriais (aceitação, índice de aceitabilidade e intenção de compra). Concluiu-se que as características físico-químicas da polpa de maracujá e do soro de leite estão de acordo com os parâmetros exigidos pela legislação vigente. A adição de soro de leite contribuiu significativamente para aumentar os valores de proteínas, sólidos solúveis, ratio, luminosidade e ângulo Hue. Os

néctares apresentaram baixos valores de frutooligossacarídeos, os quais não podem ser caracterizados como alimento prebiótico de acordo com a legislação vigente. Os néctares apresentaram-se dentro dos padrões microbiológicos aceitáveis segundo a Resolução Nº 12 de 02 de janeiro de 2001, indicando boas condições higiênicas de processamento e eficiência do tratamento térmico utilizado. O soro de leite pode ser adicionado na elaboração de néctar de maracujá, devido conferir-lhe boa aceitabilidade sensorial e agregar valor nutricional e funcional ao produto.

PALAVRAS-CHAVE: Aceitabilidade, aproveitamento, subproduto lácteo, bebida funcional.

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the physicochemical and microbiological characteristics of passion fruit nectar added milk and fructooligosaccharide serum. Four nectars formulations were prepared, varying the ratio whey / water, and F0 (without addition of serum), F1 (20% whey), F2 (40% whey) and F3 (60% serum milk). Nectars were characterized by the physical and chemical analysis (pH, acidity, soluble solids, ratio, total sugars, vitamin C, protein and FOS) and microbiological (total coliforms, mesophilic aerobic, *Salmonella* sp. And molds and yeasts). It was concluded that the addition of whey to nectar contributed significantly to increasing the protein values, soluble solids and ratio. Nectars fructooligosaccharides showed low values, which cannot be characterized as prebiotic food according to the law. Nectars were within the acceptable microbiological standards under Resolution No. 12 of January 2, 2001, indicating good hygienic processing conditions and efficiency of the heat treatment used. The whey can be added in the preparation of passion fruit nectar, helping to add nutritional value and functional the product.

KEYWORDS: Satisfactory; dairy product; functional beverage; prebiotic.

1 | INTRODUÇÃO

O soro de leite é um subproduto resultante do processamento de queijo ou caseína, possui uma coloração amarelo-esverdeado cujo sabor é ligeiramente ácido ou doce e pode ser encontrado na forma *in natura* ou desidratado. A composição do soro de leite varia com a qualidade do leite utilizado e com o tipo de queijo do qual foi originado. O soro de leite corresponde a 85 a 95% do volume de leite utilizado na elaboração do queijo, e contém cerca de 55% do total dos nutrientes do leite, dentre eles 0,6% de sais minerais, 0,3% de gordura, 0,9% de proteína, 5% de lactose e 0,1% de ácido lático proveniente da fermentação da lactose (SANTOS & FERREIRA 2001).

O destino final do soro de queijo é um dos problemas enfrentados pela maioria das indústrias de laticínios, principalmente as de pequeno e médio porte que, em geral, não dispõem de tecnologias para processá-lo, e os despejam diretamente nos rios ou lagos. Devido ao soro de leite ter alta quantidade de substâncias orgânicas, principalmente lactose e proteínas, impõe alto valor de Demanda Bioquímica de

Oxigênio (DBO) para as plantas de tratamentos de efluentes (REGIS, 2007). O soro de leite possui uma DBO entre 30.000 a 60.000 mg de oxigênio por litro, dependendo do processo empregado na elaboração do queijo, e exige o oxigênio presente em 4.500 litros de água para despoluí-lo (MIZUBUTI 1994). Esse valor é cem vezes maior do que o de um esgoto doméstico, e pode causar a destruição da fauna e da flora (MOREIRA et.; al 2010).

Em virtude do grande volume de soro gerado pela indústria, de seu alto poder poluente e de sua rica composição nutricional, o soro tornou-se um subproduto de relevante importância na indústria de alimentos e vários estudos relacionados à sua utilização têm sido desenvolvidos. A utilização do soro de leite na elaboração de néctar constitui uma das alternativas mais simples e atrativa para o aproveitamento deste subproduto, tendo em vista que existe a possibilidade de uso de equipamentos previamente disponíveis nas indústrias de laticínios.

O consumo de néctares vem aumentando em todo o mundo, devido a vários aspectos, como a busca pela saúde, preocupação com o consumo de alimentos saudáveis, praticidade oferecida pelos produtos, substituição ao consumo de bebidas carbonatadas e valor nutritivo (CIPOLLA, 2002).

O consumo *per capita* de bebidas de frutas prontas para o consumo atingiu 6,6 litros, assumindo importância na economia do país, devido ao elevado consumo propiciado pelo clima tropical predominante, em que as pessoas deixam de beber apenas água e passam a consumir outros produtos de maior valor agregado (ABIR, 2014).

O maracujá é uma fruta rica em vitamina C, cálcio e fósforo e vem sendo comercializada no Brasil principalmente para o consumo “*in natura*”, elaboração de suco natural a 14°Brix e concentrado a 50°Brix, geleia, licor e néctar (OLIVEIRA ET AL. 2002, MATSUURA 2005).

Dentre os alimentos funcionais, encontram-se aqueles classificados como prebióticos, por estimularem seletivamente, no trato intestinal, o crescimento e/ou a atividade de bactérias promotoras da saúde, como os lactobacilos e, principalmente, as bifidobactérias, aumentando a resistência à invasão de microrganismos patogênicos. Os frutooligossacarídeos são um dos ingredientes prebióticos mais utilizados na indústria de alimentos (GIBSON, ROBERFROID, 1995).

A mistura de soro de leite, polpa de maracujá e frutooligossacarídeo conferem ao produto propriedades nutricionais e funcionais, sabor diferenciado, colaborando para o desenvolvimento de novos produtos na cadeia agroindustrial do leite. Conforme exposto, objetivou-se elaborar e avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de néctar de maracujá adicionado de soro de leite e frutooligossacarídeo.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nos laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFCE, *Campus Limoeiro do Norte-CE*, entre agosto de 2014 a junho de 2015.

Adquiriu-se no comércio local as polpas de maracujá, o soro de leite em pó desmineralizado, o açúcar refinado e a água mineral. O frutooligossacarídeo (FOS) foi proveniente de uma empresa localizada em São Paulo-SP. O Mix S (mistura de estabilizantes e conservantes) foi adquirido na cidade de Fortaleza-CE. Este é composto por conservantes INS 211 – Benzoato de sódio e INS 202 – Sorbato de potássio, e estabilizantes INS 415 – Goma xantana e INS 331 – Citrato de sódio.

Foram elaboradas quatro formulações de néctares de maracujá: F0 (sem adição de soro de leite reconstituído a 6% - SLR), F1 com 20% de SLR, F2 com 40% SLR e F3 com 60% SLR. O soro de leite reconstituído a 6% foi utilizado em substituição parcial à água das formulações, conforme a Tabela 1.

INGREDIENTES	FORMULAÇÕES			
	F0 (0)	F1(20)	F2 (40)	F3 (60)
Polpa de maracujá	20	20	20	20
Açúcar	7	7	7	7
Água	67,75	54,20	40,65	27,10
Soro de leite reconstituído a 6%	-	13,55	27,10	40,65
Frutooligossacarídeo (FOS)	5	5	5	5
Mix S	0,25	0,25	0,25	0,25
Total (%)	100	100	100	100

Tabela 1. Formulação dos néctares de maracujá adicionados de soro de leite reconstituído a 6% e frutooligossacarídeos (FOS).

Conforme formulações acima os néctares foram elaborados. Inicialmente a polpa de maracujá foi descongelada até atingir a temperatura de 7º C e filtrou-se em filtro de algodão.

Em seguida, realizou-se a pasteurização lenta da polpa a 70º C durante 5 minutos com a finalidade de inativar as enzimas e reduzir a possível carga microbiana, tendo em vista que a mesma não havia sido pasteurizada.

Realizou-se, em seguida, a correção do pH da polpa com adição de citrato de sódio até pH 4,6 com a finalidade de evitar a desnaturação proteica do soro quando submetido ao tratamento térmico em meio muito ácido.

Logo após, realizou-se a pesagem dos ingredientes em balança digital: polpa de maracujá, soro de leite em pó desmineralizado, açúcar refinado, água, FOS e o Mix S. O soro de leite foi reconstituído a 6%, aquecido a 50ºC para facilitar a

dissolução dos ingredientes secos.

Em seguida, homogeneizou-se por agitação manual, em panela de aço inox, todos os ingredientes e envasou-se em garrafas de vidro de 500 mL previamente esterilizadas a 100°C durante 30 minutos, as quais foram fechadas imediatamente com tampas plásticas rosqueáveis de cor branca.

Após o envase, os néctares foram submetidos à pasteurização lenta a 70°C durante 15 minutos, resfriados à temperatura de 25°C em água clorada a 100ppm e armazenados em prateleiras à temperatura ambiente de 28±2°C até o momento da realização das análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais. A Figura 1 apresenta o fluxograma de elaboração dos néctares.



Figura 1. Fluxograma de elaboração dos néctares.

Fonte: Elaborado pela autora.

As análises físico-químicas dos néctares foram determinadas em três repetições, sendo cada repetição analisada em triplicata. Determinou-se pH, acidez titulável, sólidos solúveis, ratio e proteínas de acordo com o IAL (2008). Os açúcares totais de acordo com a metodologia de Yemn & Willis (1954) e vitamina C de acordo com Stroehcker & Henning (1967). Analisou-se também o percentual de frutanos – FOS através do kit enzimático Fructan Hk, o qual utiliza a metodologia descrita pela AOAC 999.03 e AOAC 32.32.01 (Megazyme 2012).

Para a avaliação microbiológica dos néctares foram realizadas a determinação do Número Mais Provável (NMP) de Coliformes totais, pesquisa de *Salmonella* sp., contagem em placa de Aeróbios mesófilos e Bolores e Leveduras (Siqueira 1995) e os resultados foram comparados com as diretrizes gerais da RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da ANVISA (Brasil 2001), que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH das quatro formulações não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$), variando de 6,09 a 6,17 (Tabela 5), caracterizando este produto como pouco ácido (Franco & Landgraf, 2005). O néctar elaborado com 40% de soro de leite obteve maior valor médio (6,17) entre os tratamentos.

Parâmetros	Tratamentos			
	F0 (0%)*	F1 (20%)*	F2 (40%)*	F3 (60%)*
pH	6,11 ^a	6,13 ^a	6,17 ^a	6,09 ^a
Acidez titulável (%)	0,64 ^a	0,65 ^a	0,64 ^a	0,65 ^a
Sólidos Solúveis (°Brix)	16,00 ^c	16,75 ^c	17,50 ^b	18,25 ^a
Ratio (SS/AT)	24,65 ^d	25,67 ^c	26,96 ^b	27,93 ^a
Açúcares Totais (%)	17,00 ^a	17,21 ^a	16,95 ^a	15,99 ^b
Vitamina C (%)	5,74 ^a	5,68 ^a	5,57 ^a	5,55 ^a
Proteínas** (%)	0,37 ^d	0,52 ^c	0,59 ^b	0,94 ^a
FOS (%)	0,21 ^a	0,19 ^a	0,18 ^a	0,20 ^a

Tabela 5. Determinações físico-químicas de néctar de maracujá adicionado de soro de leite (reconstituído a 6%) e frutooligossacarídeos (Limoeiro do Norte, CE, 2015).

* Médias com letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p<0,05$) pelo Teste de Tukey. ** O teor de proteína da formulação F0 convertido utilizando fator 6,25 e os demais tratamentos o fator 6,38.

Para a elaboração dos néctares, inicialmente fez-se a correção da acidez da polpa adicionando citrato de sódio (regulador de acidez) com a finalidade de atingir o pH 4,6. Esse valor propicia a estabilidade das proteínas do soro quando aquecidas

em meio ácido, evitando a precipitação. Por esse motivo o pH dos néctares apresentou valores na faixa considerada ideal (pH acima de 4,5) para o crescimento da maioria das bactérias inclusive as patogênicas, bolores e leveduras. Porém, com a finalidade de inibir o possível crescimento microbiano nos néctares, adicionou-se às formulações o Mix S que é constituído pelos conservantes benzoato de sódio e sorbato de potássio. Estes atuam como barreiras que impedem o desenvolvimento de microrganismos, contribuindo para a estabilidade da acidez, sendo considerado um indicativo da qualidade microbiológica. Rocha (2013), caracterizando bebidas desenvolvidas com quatro diferentes concentrações de proteínas de soro de leite e formuladas com extrato de cascas de jabuticaba e luteína, obteve valores médios de pH que variaram de 3,94 a 4,14, valores inferiores ao determinado neste estudo.

Quanto à acidez titulável, observou-se que os tratamentos não diferenciaram estatisticamente entre si ($p>0,05$), obtendo valor médio em torno de 0,60% de ácido cítrico (Tabela 5). A baixa acidez determinada nos néctares está relacionada principalmente à adição de citrato de sódio (adicionado à polpa para regular a acidez) e devido ao fato de o soro de leite ter apresentado 0,10% de ácido láctico. A acidez exerce grande influência sobre os atributos de qualidade dos produtos à base de frutas e é um dos fatores que limita sua aceitação. Correia (2012), ao elaborar néctar de goiaba adicionado de soro de leite bovino, obteve média de 0,40% de ácido cítrico.

Para o teor de sólidos solúveis, verificou-se diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5), observando-se maiores teores para o tratamento F3, que foi de 18,25°Brix. Esse aumento pode ter ocorrido devido a maior concentração do teor de lactose (3,0 a 5,0%) presente no soro. Os sólidos solúveis é uma medida indireta do teor de açúcares, uma vez que aumenta de valor à medida que estes vão se acumulando no fruto. A sua medição não representa o teor exato dos açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos etc), no entanto, dentre estas, os açúcares são os mais representativos, chegando a constituir até 85-90% dos SS. De acordo com o estudo realizado por Correia (2012), na elaboração e caracterização de néctar de goiaba adicionado de soro de leite em pó parcialmente desmineralizado reconstituído a 5%, obteve-se valor médio de sólidos solúveis de 12°Brix sendo inferior ao verificado nesta pesquisa.

Com relação ao ratio, observou-se diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5). Constatou-se que o tratamento F3 apresentou maior valor de ratio, que foi de 27,93. O aumento da concentração de soro de leite favoreceu maiores valores de sólidos solúveis entre os tratamentos, justificando, assim, o aumento para os valores de ratio. A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (ratio) fornece um indicador do sabor aroma do néctar, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes. Valores semelhantes foram verificados por Rocha (2013), ao estudar bebidas proteicas formuladas com extrato de cascas de jabuticaba e luteína,

quando foram obtidos valores que variaram de 46,88 a 27,93.

Para os teores de açúcares totais (AT), observou-se diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5). Verificou-se um pequeno decréscimo nos teores à medida que se aumentou a concentração de soro, sendo que o tratamento F1, com adição de 20% de soro de leite, apresentou maior média, 17,21%. Esse fato é comprovado por Perrone (2010), o qual relata que a relação existente entre o solvente e a presença de sais ou sacarose influencia na solubilidade da lactose. Conforme Perrone (2010), concentrações de sacarose entre 40 a 70% m/v produzem uma redução na solubilidade da lactose entre 40 a 80%. Correia (2012) relata que o teor de açúcares totais verificado no néctar de goiaba com adição de soro de leite reconstituído a 5% foi de 17,50%, valor semelhante ao verificado no presente trabalho.

Os teores de vitamina C dos néctares não diferiram estatisticamente ($p>0,05$) entre si (Tabela 5). Os tratamentos F0, F1, F2 e F3 apresentaram valores médios de 5,74; 5,68; 5,57 e 5,55mg/100g, respectivamente. Contudo, o tratamento controle apresentou tendência de maiores valores médios. A diminuição do teor da vitamina C nos néctares em relação à polpa pode ter sido em decorrência do tempo de exposição ao calor no momento da pasteurização. Hansen (2011) recomenda que, para melhor conservação da vitamina C nos alimentos, deve-se empregar o armazenamento em baixa temperatura, rápido pré-aquecimento para destruir as enzimas oxidantes, além do mínimo contato com o oxigênio atmosférico. De modo geral, a estabilidade da vitamina C aumenta com a redução da temperatura e a maior perda se dá durante o aquecimento dos alimentos. Existem casos de perdas durante o congelamento ou armazenamento a baixas temperaturas, na lixiviação de alimentos, sendo a perda ainda maior quando a lixiviação é feita com aquecimento (Bobbio & Bobbio 1995). Em pesquisa desenvolvida por Correia (2012), o teor de vitamina C verificado no néctar de goiaba com adição de soro de leite reconstituído a 5% foi de 15,02 mg de ácido ascórbico em 100g do produto, valor superior ao detectado nesta pesquisa.

Verificou-se que o percentual de proteínas apresentou diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5), obtendo valores médios de 0,37, 0,52, 0,59 e 0,94%, respectivamente. Observou-se que quanto maior o teor de soro de leite adicionado aos néctares, maior o percentual de proteína, pois o soro de leite possui em média 0,8 a 1,8% de proteínas. Estas são de alto valor biológico e estão sendo cada vez mais aplicadas como ingredientes importantes na elaboração de diversos alimentos. Montorsi et al. (2013) afirmam que o soro de leite é um produto nobre por seu teor de proteínas solúveis, ricas em aminoácidos essenciais, além de vitaminas do complexo B e pelo elevado teor de lactose e sais podendo ser utilizado na indústria de alimentos como ingrediente na formulação de sucos entre outros. Correia (2012), estudando néctar de goiaba com adição de soro de leite reconstituído a 5%, obteve valor de 1,5% de proteínas, valor superior ao apresentado nesta pesquisa.

Evidenciou-se que o percentual de FOS não apresentou diferença significativa

($p>0,05$) entre os tratamentos (Figura 5), pois, ocorreu grande redução do percentual de FOS inicial em relação ao valor obtido após o processamento. Os valores médios determinados para os tratamentos F0, F1, F2 e F3, foram de 0,21; 0,19; 0,18 e 0,20%, respectivamente. Para que os néctares sejam considerados prebióticos, os tratamentos deveriam permanecer com o mínimo de FOS estabelecido pela legislação (Brasil 2008), que é de 1,5g em cada 100 mL do produto líquido. Dessa forma, os resultados indicaram que os néctares não podem ser considerados bebidas prebióticas. O tempo do tratamento térmico empregado na elaboração dos néctares pode ter ocasionado uma redução no teor de FOS dos tratamentos, pois, de acordo com Yuan (1996), os frutoligossacarídeos não são degradados durante a maioria dos processos de aquecimento, mas podem ser hidrolisados em frutose em condições muito ácidas e em condições de exposição prolongada do binômio tempo e temperatura. Sousa (2014), estudando queijo *petit-suisse* de kefir sabor goiaba, verificou diferença significativa quanto ao teor de inulina adicionado. Uma das possíveis causas para a redução dos teores de inulinas pode estar relacionada principalmente com a redução dos valores de pH das formulações. O mesmo autor afirma ainda que a inulina utilizada no estudo apresentou pH em torno de 5 a 7,0 e, quando foi adicionada no produto, ocorreu a hidrolise dela pelo fato do pH está na faixa de 3,71 a 4,03.

Os resultados da caracterização microbiológica dos néctares estão apresentados na Tabela 6, estes foram comparados com os parâmetros preconizados pela Resolução Nº 12/2001 (Brasil 2001).

Tratamentos	Coliformes totais (NMP/mL)	Aeróbios mesófilos (UFC/mL)	<i>Salmonella</i> sp (25mL)	Bolores e Leveduras (UFC/mL)
F0	< 3	< 10	Ausente	< 10
F1	< 3	< 10	Ausente	< 10
F2	< 3	< 10	Ausente	< 10
F3	< 3	< 10	Ausente	< 10

Tabela 6. Resultados microbiológicos das formulações dos néctares de maracujá adicionados de soro de leite (reconstituído a 6%) e frutoligossacarídeo (Limoeiro do Norte, CE, 2015).

Fonte: Elaborado pela autora.

Todos os tratamentos apresentaram contagem de coliformes totais menor que 3NMP/mL, indicando ausência desse grupo de microrganismos, pois não foi detectado turvação do meio com formação de gás no teste presuntivo, atendendo a legislação vigente (Brasil 2001). Esse resultado mostra que os mesmos foram elaborados de acordo com as Boas Práticas de Fabricação, pois a análise de coliformes totais fornece informações a respeito das condições higiênicas sob as quais o alimento foi produzido e conservado. Correia (2012), estudando o desenvolvimento,

caracterização físico-química, avaliação sensorial e microbiológica de néctar de goiaba adicionado de soro de leite bovino, verificou contagem < 3NMP/ml, resultado semelhante ao detectado neste estudo. Hansen (2011), avaliando a estabilidade de néctar de mangaba, obteve contagem de coliformes totais <3NMP/mL resultado semelhante ao obtido nesta pesquisa.

Em relação aos padrões microbiológicos para o néctar (adicionados ou não de conservantes, congelados ou não), a Resolução nº 12/2001 estabelece parâmetros apenas para os coliformes totais (ausência em 50 mL), porém realizou-se as análises para contagem aeróbios mesófilos, *Salmonella* sp e bolores e leveduras (Brasil 2001), com o intuito de verificar as condições de processamento.

Para a análise de aeróbios mesófilos, todos os tratamentos apresentaram contagens menores que 10 UFC/mL, esse resultado indica baixa contaminação em relação ao que a legislação determina para outros produtos. Rocha (2013) afirma que uma provável fonte de contaminação é o ambiente de processamento, falhas durante a manipulação do produto e higienização dos utensílios utilizados. Rocha (2013), avaliando a adição dos corantes naturais antocianinas e luteína em bebidas formuladas com proteínas de soro de leite, detectou contagem de aeróbios mesófilos inferior a 10 UFC/mL para o tratamento F1, enquanto para os tratamentos F2, F3 e F4 foram detectados contagens de $1,0 \times 10^1$; $2,0 \times 10^1$ e $1,1 \times 10^2$ UFC/mL, respectivamente. Hansen (2011), avaliando a estabilidade de néctar de mangaba, verificou contagem para os aeróbios mesófilos de 2×10^1 ; 2×10^2 ; $2,1 \times 10^2$ e $2,6 \times 10^2$ UFC/mL.

Para pesquisa de *Salmonella* sp., observou-se que esse microrganismo estava ausente em todos os tratamentos, sendo um indicativo de que os manipuladores obedeceram às Boas Práticas de Fabricação e que os mesmos não tiveram contato com essa bactéria. Correia (2012), desenvolvendo néctar de goiaba adicionado de soro de leite bovino, não detectou a presença de *Salmonella* sp. nas quatro formulações. Hansen (2011), avaliando a estabilidade de néctar de mangaba, obteve ausência de *Salmonella* sp. em todos os tratamentos avaliados durante o período de armazenamento.

Para os bolores e leveduras, todos os tratamentos apresentaram contagens menores que 10 UFC/mL, esse resultado indica baixa contaminação em relação ao que a legislação determina para outros produtos. A análise de bolores e leveduras foi realizada visto que estes microrganismos estão presentes naturalmente em produtos de frutas fazendo parte da microbiota predominante, pois o pH da maioria das frutas encontra-se na faixa compreendida entre 2,5 a 3,8, sendo favorável ao desenvolvimento de bolores e leveduras.

A contaminação por fungos está relacionada, principalmente, a problemas de conservação e armazenamento do produto. Para prevenir esse tipo de contaminação, deve-se manter o néctar em local protegido com embalagem bem fechada sem ar, visto que a presença de ar é benéfica para o crescimento desses microrganismos. A

contaminação por bolores e leveduras não representa tanto risco à saúde humana, principalmente porque o consumidor dificilmente ingerirá um produto contaminado por esse tipo de fungo, já que ela é perceptível a olho nu, além de deixar cheiro e sabor característico no alimento (caldas 2007).

Hansen (2011), avaliando a estabilidade de néctar de mangaba, obteve ausência de bolores e leveduras em todos os tratamentos em estudo.

4 | CONCLUSÃO

A utilização do soro na elaboração de néctar de maracujá é viável e representa uma alternativa de aproveitamento e agregação de valor ao produto, pois os tratamentos F1, F2 e F3 apresentaram valores superiores ao tratamento F0 (controle) quanto ao teor de sólidos solúveis, ratio e proteínas sendo que o tratamento F3 destacou-se entre os tratamentos em estudo.

Os néctares apresentaram baixos valores de frutooligossacarídeos, não podendo, dessa forma, ser caracterizados como alimento prebiótico de acordo com a legislação vigente.

Os néctares apresentaram-se dentro dos padrões microbiológicos aceitáveis segundo a Resolução Nº 12, de 02 de janeiro de 2001, indicando boas condições higiênicas de processamento e eficiência do tratamento térmico utilizado.

REFERÊNCIAS

ABIR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTES E DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS. *Produção de néctar*. Disponível em: <<http://abir.org.br/tags/producao-de-nectar>> Acesso em: 06 de Dez de 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC 12, de 02 de janeiro de 2001. Estabelece padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, v. 7, p. 45-53, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde, novos alimentos / ingredientes substâncias bioativas e probióticos: *lista de alegações de propriedade funcional aprovadas*. Atualizado em julho de 2008. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/wps/s/r/wuE>>. Acesso em: 30 de maio de 2014

BOBBIO, F. O. BOBBIO, P. A. *Introdução à química de alimentos*, 2^a ed. São Paulo: Varela, 1995. 223p.

CALDAS, M. C. S. *Aproveitamento de soro de leite na elaboração de pão de forma*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 2007. 66p.

CIPOLLA, L. E; NEVES, M. F.; AMARAL, T. M do Mercado brasileiro de alimentos líquidos nos anos 90 e perspectivas futuras. *Revista Técnico Científica de Citricultura*, Cordeirópolis, v.23, n.2, p.281-305, 2002.

CORREIA, A. G. S. *Desenvolvimento, caracterização físico-química, avaliação sensorial e*

*microbiológica de néctar de goiaba (*Psidium guajava L.*) adicionado de soro de leite bovino.* 71f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Nutrição) Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Nutrição. Maceió-AL, 2012.

REGIS, A. A. Aproveitamento do soro de queijo coalho no município de Jaguaribe-CE. 2007. 67f. *Monografia* (Especialização em Ciências de Alimentos). Universidade Estadual do Ceará, UECE. Fortaleza-Ceará, 2007.

ROCHA, J. de C. G. *Adição dos corantes naturais antocianinas e luteína em bebidas formuladas com proteínas de soro de leite.* 111f. Mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Viçosa. 2013.

SANTOS, J. P. V.; FERREIRA, C.L.L.F. Alternativas para o aproveitamento de soro de queijo nos pequenos e médios laticínios. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 3, p. 44-50. 2001.

ENRIQUECIMENTO DE PÃO TIPO AUSTRALIANO COM FARINHA DE MALTE

Adriana Crispim de Freitas

Universidade Federal do Maranhão –
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA

Iago Hudson da Silva Souza

Universidade Federal de Sergipe, Programa
de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos, São Cristóvão – SE

Maria Rita Fidelis da Costa

Universidade Federal do Maranhão –
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA

Juliete Pedreira Nogueira

Universidade Federal de Sergipe – Departamento
de Tecnologia de Alimentos
São Cristóvão – SE

Marinuzia Silva Barbosa

Universidade Federal de Sergipe, Programa
de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos, São Cristóvão – SE

tipo australiano utilizando farinha de resíduo de malte, como fonte de enriquecimento e substituição parcial da farinha de trigo integral. Para tanto, foi elaborado pão com adição da farinha, e posteriormente foi realizada a composição centesimal e análise sensorial do produto. Os resultados mostram que com a adição de bagaço de malte à formulação de pão tipo australiano houve redução do teor de carboidratos, e ambos os produtos foram aceitos pelos consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: Pão australiano, bagaço de malte, farinha integral.

ENRICHING AUSTRALIAN TYPE BREAD

WITH MALT FLOUR

ABSTRACT: Bread, widely consumed in everyday life because of its pleasant aroma and variety, can become a nutritionally richer food when whole flour is used. This way some breads as Australian, rich in vitamins, fiber and minerals from the husk of wheat grains, can be an alternative for consumption. Thus, the objective of this work was to produce Australian type bread using malt residue flour as a source of enrichment and partial replacement of whole wheat flour. To this end, bread was prepared with the addition of flour, and later the centesimal composition and sensory analysis of the product were performed. The results show that the

RESUMO: O pão, bastante consumido no dia-a-dia por possuir aroma agradável e por sua variedade, pode se tornar um alimento mais rico nutricionalmente quando utilizada farinha integral. Dessa forma alguns pães como o australiano, rico em vitaminas, fibras e minerais provenientes da casca dos grãos de trigo, pode ser uma alternativa para o consumo. Assim, o objetivo do trabalho foi produzir pão

addition of malt bagasse to the Australian bread formulation reduced carbohydrate content, and both products were accepted by consumers.

KEYWORDS: Australian bread. malt pomace. wholemeal flour.

1 | INTRODUÇÃO

Pão tem sido usado como alimento da humanidade por séculos. Para os produtores de trigo e padeiros de todo o globo terrestre, o pão é um meio de prover para si e para suas famílias, um produto do qual se orgulhar e praticamente um modo de vida. O pão tem evoluído ao longo dos anos podendo se notar que as diferenças geográficas e culturais no produto são bastante amplas, como evidenciado pela enorme variedade de pães disponíveis hoje nas economias desenvolvidas do mundo. É importante salientar que as diferenças entre os pães (francês, sírio, integral, australiano) são devido aos ingredientes usados e a forma como são preparados. No entanto, os consumidores apreciam os produtos de pão que consomem, sendo eles feitos por um processo antigo ou provenientes da mais moderna padaria (ZHANG; MOORE, 1997).

Vários ingredientes são usados na formulação do pão para manipular as características do produto acabado. Os principais ingredientes utilizados são a farinha de grãos, a água, a levedura para ajudar da formação de sabor e leveza do pão, o sal para intensificar o sabor. Porém, a demanda do consumidor moderno, ou seja, a busca do consumidor por melhores qualidades de conservação, melhor sabor, textura, e outras melhorias físicas e sensoriais, faz com que os produtores de pão busquem novos ingredientes para atender esse anseio do consumidor (ZHANG; MOORE, 1997).

Muito embora o pão de trigo seja um alimento popular em todo o mundo, este é uma fonte de calorias e de carboidratos complexos (GOMEZ; OLIETE; ROSELL; PANDO; FERNANDEZ, 2008). Entretanto, quanto ao conteúdo de proteínas, o pão de trigo é considerado pobre, pois contém baixos níveis de aminoácidos essenciais, como a lisina e a treonina. Além disso, o uso da farinha branca, que passa pelo processo de refino, reduz a composição nutricional e o teor de fibras do pão branco quando comparado ao pão integral (DEWETTINCK et al., 2008).

Apesar do trigo ser bastante utilizado na fabricação de pão, devido ao seu desempenho superior em comparação a todos os cereais, outros cereais também podem ser utilizados em panificação, por exemplo, a cevada, que tem um bom potencial para panificação por seu valor nutricional (NEWTON et al., 2011). Portanto, a utilização de cevada ou derivados da cevada como malte em alimentos tem grande importância, em vez de ser usada apenas para a alimentação animal. O valor nutricional do pão pode ser aumentado se outros cereais como centeio, cevada e aveia forem incorporados na formulação de pão. Porém, pode ser um desafio manter as propriedades reológicas desejadas da massa e do pão (SULLIVAN et al., 2013).

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, com uma produção de 12,6 bilhões de litros de cerveja, atrás apenas da China (40 bilhões de litros de cerveja) e dos Estados Unidos (35 bilhões de litros de cerveja) (MARDEGAN et al., 2013). De acordo com Cordeiro, El-Aouar e Araújo (2013), o bagaço de malte é um subproduto da fabricação de cerveja, e é um componente do material sólido produzido a partir da filtração de mosto antes da ebulição. Este subproduto sólido consiste, principalmente, das sobras de cascas e polpa de malte e grãos e também de alguns aditivos, como arroz, milho e trigo. O malte triturado representa 85% do total do produto gerado pela indústria cervejeira e é, portanto, considerado o subproduto mais importante deste processo.

Jacometti et al. (2015) caracterizaram o bagaço de malte quanto aos teores de umidade ($5,34 \pm 0,12\text{g}/100\text{g}$), cinzas ($2,78 \pm 0,25\text{g}/100\text{g}$), lipídeos ($4,44 \pm 0,14\text{g}/100\text{g}$), proteínas ($13,60 \pm 0,90\text{g}/100\text{g}$) e carboidratos ($73,84 \pm 1,87\text{g}/100\text{g}$). Desta quantidade de carboidratos, o teor de fibra total é de $63,84 \pm 0,60\text{g}/100\text{g}$ de bagaço de malte. Devido ao seu teor de fibras o bagaço de malte torna-se útil para a indústria alimentícia principalmente para incorporação em novos produtos, pois as fibras apresentam propriedades físicas e funcionais.

O consumo de grãos integrais, podendo ser na forma de pão à base de farinha integral, tem sido incentivado, pois esse tipo de matéria-prima contém importantes elementos nutricionais, incluindo fibra alimentar, compostos antioxidantes, minerais, vitaminas, lignanas e compostos fenólicos, que são benéficos para a saúde humana (ZHANG E MOORE, 1997). Dessa forma, alguns pães formulados à base de farinha integral são boas fontes desses compostos como o pão australiano. O pão australiano, por sua vez, é rico em vitaminas, fibras e minerais provenientes da casca dos grãos de trigo, facilitando a digestão e ajudando a controlar o excesso de colesterol e a glicemia em caso de diabetes (CIBELLA, 2016).

O objetivo deste trabalho foi produzir o pão tipo australiano, utilizando farinha de resíduo de malte como fonte de enriquecimento e substituição parcial da farinha de trigo integral.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O pão australiano foi elaborado no laboratório de tecnologia de cereais da Universidade Federal do Maranhão, Campus de Imperatriz. Os ingredientes foram adquiridos no comércio de Imperatriz, os quais foram farinha de trigo, farinha de trigo integral, cacau em pó, açúcar mascavo, fermento biológico, margarina e sal. O resíduo de malte foi obtido de cervejaria artesanal local e o mel de abelha foram provenientes do comércio da cidade de Princesa Isabel-Paraíba.

Para a obtenção da farinha do bagaço de malte, foram adquiridos 3 kg do bagaço onde a matéria-prima foi disposta em bandejas metálicas e colocadas sob fluxo de ar constante em estufa com circulação de ar forçado e seco a 40°C por 24

horas. Em seguida, foram triturados 200 g de malte em um processador de alimentos durante 60 segundos. A farinha foi armazenada em recipiente de polietileno em local seco e arejado.

Para a formulação e preparo da massa, foram obtidas duas formulações sendo a formulação padrão (A) e a formulação adicionada de farinha de resíduo de malte (B), descrita na Tabela 1.

Ingredientes	Controle (g)	Formulação A (g)
Farinha de trigo	362	362
Farinha integral	290	254
Farinha de malte	0	36
Cacau em pó	34	34
Açúcar mascavo	64	64
Mel	100	100
Fermento biológico	16	16
Margarina	30	30
Água	392	392
Sal	2	2

Tabela 1 - Procedimento experimental para produção de pão australiano padrão (Controle) e pão enriquecido com farinha de resíduo de malte (Formulação A).

O preparo das massas se deu pela ativação do fermento em metade da água com a metade do açúcar, em seguida essa mistura foi adicionada aos sólidos previamente misturados. O término da mistura ocorreu com a obtenção de massa em uma batedeira planetária na velocidade máxima por 7 minutos. A massa foi acondicionada em recipiente plástico que foi coberto com filme de policloreto de vinila, deixando em repouso por 90 min até dobrar de volume. Após esse tempo, a massa foi modelada e assada por 27 min a 150°C.

A composição centesimal do pão tipo australiano foi realizada conforme as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), quanto ao teor de umidade por gravimetria (012/IV), resíduos por incineração (cinzas) (018/IV), lipídeos por extração com hexano em extrator Soxhlet (032/IV), proteínas pelo método Kjeldahl (036/IV) e carboidratos obtidos por diferença entre o total da amostra (100%). Todas as análises foram realizadas em triplicata e expressas em g/100g de pão.

A avaliação sensorial do pão foi realizada sob luz branca à temperatura ambiente por um painel de 60 provadores não treinados de estudantes e funcionários do Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia (CCSST-UFMA) que habitualmente consomem pão. As amostras foram analisadas 3 horas após o assamento. Antes da análise as amostras foram cortadas em tamanho iguais (2 cm de espessura/4 cm de comprimento/4 cm de largura), codificados com três algarismos e depois servidos aleatoriamente. Os pães foram avaliados com base na aceitação de sua cor, sabor,

textura e impressão global em escala hedônica estruturada de 9 pontos, em que 1, “desgostei muitíssimo”; 5, “nem gostei nem desgostei”; 9, “gostei muitíssimo”. Os pães foram considerados aceitáveis quando suas pontuações médias da impressão global estivessem acima de 5 (nem gostei nem desgostei). A análise estatística dos dados, Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey foram realizados no programa SAS® University Edition (SAS Institute Inc.).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme dados da ANOVA e teste de Tukey (Tabela 2), foi observado que em relação ao teor de carboidratos e cinzas houve diferença significativa ($p=0.0024$ e $p<0.0001$, respectivamente) entre as amostras, o que era previsto, pois ao se adicionar farinha do bagaço de malte ou de matérias-primas fibrosas na formulação de um produto, uma vez que as cascas possuem maior teor de minerais, o teor de cinzas aumenta e, consequentemente, o teor de carboidratos calculado por diferença, tende a diminuir (DHEN et al., 2018).

Composição centesimal (%)	Pão	
	Controle	Formulação A
Carboidratos	54.86 ^a	51.10 ^b
Umidade	28.13 ^a	28.33 ^a
Proteínas	8.81 ^a	8.74 ^a
Lipídeos	4.85 ^a	4.90 ^a
Cinzas	3.06 ^b	6.03 ^a

Tabela 2 - Composição centesimal do pão tipo australiano sem (Controle) e com adição de farinha de malte (%) (Formulação A)

Conforme dados da ANOVA (Tabela 3) para análise sensorial do pão tipo australiano controle e da formulação com bagaço de malte, assim como dados obtidos pelo Teste de Tukey (Tabela 4), pode ser verificado que a adição de farinha do bagaço do malte não resultou em diferença significativa ($p>0.05$) para os atributos cor, textura e impressão global comparado ao controle (7.30-7.40, 6.57-7.12 e 6.17-6.70, respectivamente). No entanto, para o atributo sabor houve diferença significativa ($p=0.0067$) entre as amostras, que de acordo com os provadores a amostra formulada com bagaço de malte estava mais amarga, o que pode estar relacionado a maior quantidade de taninos presentes em produtos integrais formados durante aquecimento (BELVISO et al., 2013). Embora o pão controle tenha recebido as melhores pontuações que a formulação adicionada de malte, ambos receberam pontuações acima de 5, dessa forma podem ser aceitáveis de acordo com dados obtidos pelos provadores.

Atributo	Fonte de Variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	$F_{calulado}$	p-valor
Cor	Amostra	0.300	1	0.300	0.17	0.6824
	Erro	104.7	59	1.774		
	Total	197.3	119			
Sabor	Amostra	27.075	1	27.075	7.89	0.0067
	Erro	202.42	59	3.43		
	Total	407.99	119			
Textura	Amostra	9.075	1	9.075	3.07	0.085
	Erro	174.42	59	1.774		
	Total	335.99	119			
Impressão global	Amostra	8.53	1	8.53	2.55	0.1157
	Erro	104.7	59	1.774		
	Total	197.3	119			

Tabela 3 - Atributos sensoriais de pão tipo australiano sem e com a adição de bagaço de malte

Atributos	Pão	
	Controle	Formulação A
Cor	7.40 ^a	7.30 ^a
Sabor	6.72 ^a	5.77 ^b
Textura	7.12 ^a	6.57 ^a
Impressão global	6.70 ^a	6.17 ^a

Tabela 4 - Impacto da adição de bagaço de malte nos atributos sensoriais de pão tipo australiano

Valores dos atributos são apresentados como valor médio (n=60). Média com letras em comum não diferem entre si ($p \leq 0.05$). 1=desgostei muitíssimo, 2= desgostei muito, 3= desgostei moderadamente, 4= desgostei ligeiramente, 5=nem gostei nem desgostei, 6=gostei ligeiramente, 7= gostei moderadamente, 8=gostei muito, 9= gostei muitíssimo.

4 | CONCLUSÃO

A adição de bagaço de malte à formulação de pão tipo australiano houve redução do teor de carboidratos e ambos os produtos foram aceitos pelos consumidores.

REFERÊNCIAS

BELVISO, S.; GHIRARDELLO, D.; GIORDANO, M.; SOUSA RIBEIRO, G.; SOUZA ALVES, J. DE; PARODI, S.; RISSO, S.; ZEPPA, G. **Phenolic composition, antioxidant capacity and volatile compounds of licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari) fruits as affected by the traditional roasting process.** Food Research International, v. 51, p. 39–45, 2013.

CIBELLA, T. **Mitos e verdade sobre o pão integral.** Revista Padaria do Mestre, v. 14, p. 30, 2016.

CORDEIRO, L. G.; EL-AOUAR, A. A.; ARAÚJO, C. V. B. **Energetic characterization of malt bagasse by calorimetry and thermal analysis.** Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, v. 112, p. 713-717, 2013.

DHEN, N.; REJEB, I. BEN; BOUKHRIS, H.; DAMERGI, C.; GARGOURI, M. **Physicochemical and sensory properties of wheat- Apricot kernels composite bread.** LWT – Food Science and

Technology, v. 95, p. 262–267, 2018.

DEWETTINCK, K.; BOCKSTAELE, V.; KUHNE, F.; VAN DE WALLE, B.; COURTENS, T.; GELLYNCK X. **Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception**. Journal of Cereal Science, v. 48, p. 243-257, 2008.

GOMEZ, M.; OLIETE, B.; ROSELL, C. M.; PANDO, V.; FERNANDEZ, E. **Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends**. LWT - Food Science and Technology, v. 41, p. 1701-1709, 2008.

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: IAL, 2008. 1018p.

JACOMETTI, G. A.; MELLO, L. R. P. F.; NASCIMENTO, P. H. A.; SUEIRO, A. C.; YAMASHITA F.; MALI, S. **The physicochemical properties of fibrous residues from the agro industry**. LWT - Food Science and Technology, v. 62, p. 138-143, 2015.

MARDEGAN, S. F.; ANDRADE, T. M. M.; SOUSA NETO, E. R.; VASCONCELOS, E. B. C., MARTINS, L. F. B.; MENDONÇA, T. G. **Stable carbon isotopic composition of Brazilian beers a comparison between large and small-scale breweries**. Journal of Food Composition and Analysis, v. 29, p. 52-57, 2013.

NEWTON, A. C.; FLAVELL, A. J.; GEORGE, T. S.; LEAT, P.; MULLHOLLAND, B.; RAMSAY, L.; GIHA C. R.; RUSSELL, J.; STEFFENSON, B. J.; SWANSTON, J.S.; THOMAS W. T. B.; WAUGH, R.; WHITE, P. J.; BINGHAM I. J. **Crops that feed the world 4. Barley: a resilient crop strengths and weaknesses in the context of food security**, LWT – Food Science and Technology, v. 3, p. 141-178, 2011.

SULLIVAN, P.; ARENDT, E.; GALLAGHER, E. **The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods Trends**. LWT – Food Science and Technology., v. 29, p. 124-134, 2013.

ZHANG, D.; MOORE, W. R. **Effect of wheat bran particle size on dough rheological properties**. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 74, p. 490-496, 1997.

INFLUÊNCIA DA COR E DO ODOR NA DISCRIMINAÇÃO DO SABOR DE UM PRODUTO

Tiago Sartorelli Prato

Fundação Educacional de Fernandópolis
Fernandópolis – São Paulo

Mariana Góes do Nascimento

Fundação Educacional de Fernandópolis
Fernandópolis – São Paulo

motivação para aceitação do alimento.

PALAVRAS-CHAVE: Cor, odor, sabor, análise sensorial.

INFLUENCE OF COLOR AND ODOR IN
DISCRIMINATION THE FLAVOR OF A
PRODUCT

ABSTRACT: Sensorial attributes of food interfere with their acceptance. Understand them is a constant challenge for the food industry and valuable tool. How of human body reacts to stimulation by chewing or view a food organoleptic enables adjustment and greater acceptance. This study examined the influence of color and ambient odor on the perception of food flavor, preference and acceptance. Gelatine and vegetable burger were used. The sensory analysis test were performed: triangular, paired comparison and ordering for the color attribute; acceptance for odor. Statistical analysis performed with Friedman test and ANOVA. Laboratorial tests indicated that the attributes color and odor did not influence the identification of the flavor, which is predominant attribute. Color and odor influence expectancy and motivation, important for the acceptance food.

KEYWORDS: Color, odor, taste, sensory analysis.

RESUMO: Atributos sensoriais dos alimentos interferem na sua aceitação. Entende-los é um desafio constante para a indústria alimentícia, e uma ferramenta valiosa. Compreender como o corpo humano é afetado pelos estímulos que experimenta ao mastigar ou simplesmente olhar um alimento, possibilita o ajuste e manipulação dos parâmetros organolépticos, obtendo-se uma melhor caracterização do produto e, consequentemente, maior aceitação. O presente trabalho verificou a influência que a cor e odor exercem sobre a percepção do sabor de um produto, bem como sua preferência e aceitação, utilizando-se de gelatina comercial e hambúrguer vegetal. Foram realizados os testes de análise sensorial triangular, ordenação e comparação pareada para atributo cor, e teste de aceitação para odor. Os dados foram tratados estatisticamente por meio de tabelas, teste de Friedman e Anova. Testes laboratoriais indicaram que os atributos cor e odor não influenciam na discriminação do sabor de um produto, influenciando apenas na expectativa e

1 | INTRODUÇÃO

O estudo do comportamento alimentar pode melhorar a compreensão dos fatores biológicos e culturais que influenciam na escolha e consumo de alimentos, sendo os aspectos sensoriais, tais como, cor, sabor, aroma e textura, determinantes deste comportamento, desempenhando funções na escolha dos alimentos durante uma refeição, a ingestão e o grau de satisfação (Dias *et al.*, 2012).

Atualmente, pesquisas nos campos da alimentação, relacionando fatores desde psicológicos a nutricionais, têm sido realizadas com a finalidade de identificar o que incentiva o indivíduo a aceitar ou não um produto. Percebe-se que alguns atributos são primeiramente percebidos e contribuem diretamente nas escolhas do consumidor, como é a cor. Seja na coloração da embalagem ou do próprio alimento, o atributo cor transmite informações relacionadas à sofisticação da marca, o frescor e a sanidade do produto, além do seu poder de atração (Battistella *et al.*, 2010).

A cor é um dos atributos mais impactantes na avaliação do consumidor sobre um produto, pois se espera que estes tenham uma coloração característica. Os consumidores costumam associar a cor dos produtos a outras características, como sabor e nível de docura, por exemplo, daí a necessidade de se apresentar uma cor correspondente para os produtos em desenvolvimento, pois esta será fundamental para sua aceitação (Cobucci, 2010).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

Nos testes de influência da cor utilizou-se gelatina comercial sabor limão e morango, e gelatina incolor sem sabor, preparadas segundo instruções do rótulo e dispostas em amostras de 15 ml, além de corantes comestíveis verde, amarelo e vermelho. Para a influência do odor, foram utilizados hambúrguer vegetal industrializado sabor churrasco, carne bovina e cebola. O hambúrguer foi assado em forno convencional e dividido em amostras de 30 g, enquanto a carne bovina sofreu cocção e adição de cebola. Os testes foram realizados no laboratório de análise sensorial do curso de Engenharia de Alimentos da Fundação Educacional de Fernandópolis, com avaliadores não treinados, selecionados ao acaso.

2.2 Metodologia

Em todos os testes de análise sensorial as amostras foram apresentadas aos avaliadores codificadas e aleatorizadas, e o nível de significância adotado foi de 5%.

Influência da cor. Foram realizados três diferentes testes sensoriais: triangular, ordenação e comparação pareada bilateral. Para o teste triangular, preparou-se amostras de gelatina sabor limão coloridas artificialmente de vermelho e amostras

de gelatina sabor morango, obtendo-se tonalidade vermelha semelhante em todas as amostras. Três amostras, duas iguais e uma diferente, foram apresentadas aos avaliadores solicitando que identificam a amostra diferente.

No teste de ordenação, foram preparadas amostras de gelatinas sabor limão em três tonalidades de verde: i) cor verde original da marca de gelatina utilizada (amostra A), ii) coloridas com corante amarelo, obtendo tonalidade de verde mais claro (amostra B), e iii) tingidas com corante verde adquirindo uma tonalidade de verde mais escuro (amostra C). Os avaliadores eram instruídos a ordenarem as amostras da que mais gostaram para a que menos gostaram, descrevendo o motivo da escolha.

No teste de comparação pareada bilateral, por sua vez, os avaliadores deveriam indicar preferência entre duas amostras com características similares em cor e doçura, mas preparadas de forma diferente: i) gelatina sabor limão colorida artificialmente de vermelho e ii) solução de gelatina sem sabor incolor, açúcar refinado e corante verde.

Influência do Odor no Ambiente. Avaliadores foram submetidos a testes de aceitação de hambúrguer vegetal sabor churrasco, utilizando-se de escala hedônica estruturada de 9 pontos, conduzido de duas formas: i) Sem adição de odor no ambiente e ii) com adição de odor de bife acebolado no ambiente por meio de sua cocção no laboratório imediatamente antes da análise sensorial. As experimentações sem e com odor no ambiente foram testadas em julgadores diferentes e em períodos do dia inversos, evitando preconceitos com o produto hambúrguer de soja por parte dos avaliadores, fato identificado e corrigido em testes preliminares.

2.3 Análise de Resultados

Teste triangular e comparação pareada utilizaram-se de tabelas com número de julgamentos corretos necessários; teste de ordenação, o teste de Friedman; e o teste de aceitação, a análise de variância Anova. Como ferramentas estatísticas de análise de dados foram utilizados os programas Microsoft Excel e GraphpadPrism versão 6.0.

3 | RESULTADOS

3.1 Influência da Cor

A Figura 1 apresenta os resultados obtidos para o teste triangular. Comparando-se com o número de respostas necessárias (valor tabelado igual a 20), verificou-se que a cor não influenciou na discriminação do sabor do produto.



Figura 1 - Distribuição da frequência de respostas corretas e incorretas no teste triangular (n=42).

Para o teste de ordenação, participaram 30 avaliadores, sendo atribuídos valores às amostras conforme foram ordenadas: três (3) para a mais preferida e um (1) para a menos preferida. A pontuação de cada amostra é somada e as diferenças entre as somas estão apresentadas na Tabela 1.

A diferença mínima necessária de acordo com a tabela de Friedman para o número de avaliadores, tratamentos e nível de significância adotados era de 19, indicando que a cor não influenciou na ordem de preferência do produto e, portanto, na discriminação do sabor.

Amostras	Diferença da Somatória
A-B	04 ^a
A-C	09 ^a
B-C	05 ^a

Letras iguais identificam amostras semelhantes

Tabela 1 – Diferença das somatórias entre as amostras para o teste de ordenação.

No teste de comparação pareada bilateral, por sua vez, 34 de um total de 40 avaliadores preferiram a amostra de gelatina de limão colorida de vermelho, superando os 27 julgamentos necessários (valor tabelado) para indicar preferência de uma amostra sobre outra. Assim, não houve influência na cor na discriminação do sabor.

3.2 Influência do Odor

A Figura 2 apresenta a distribuição dos indicadores apontados no teste de aceitação com escala hedônica estruturada de 9 pontos aplicado em 40 avaliadores.

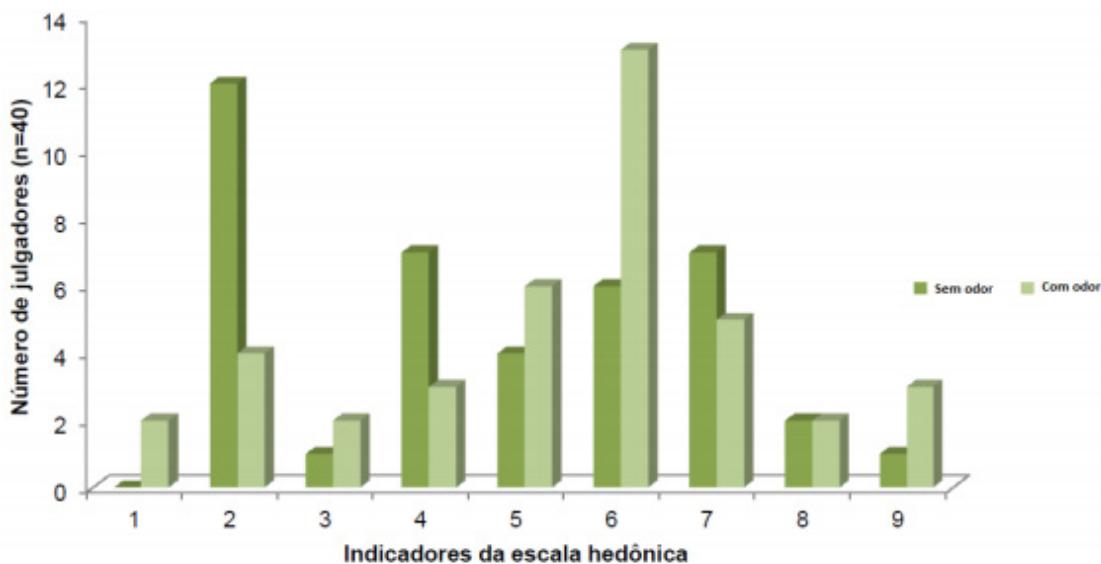


Figura 2 - Distribuição dos indicadores apontados na escala hedônica para o teste de aceitação com julgadores independentes (n=40).

Apesar dos indicadores apontarem para uma diferença na aceitação entre as amostras com (notas maiores) e sem odor (notas menores) característico de carne no ambiente, a análise de variância Anova indicou que não há diferença significativa entre as duas condições ($p=0,05$), conforme mostra a Tabela 2.

Análise de Variância para medidas independentes (ANOVA)						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	10,51	1	10,51			
Dentro dos grupos	354,47	78	4,54	2,31	0,13	3,96
Total	364,98	79				

Tabela 2 - Comparação das condições sem e com odor para os julgadores independentes (n=40).

4 | DISCUSSÕES

4.1 Influência da Cor

A cor é considerada um atributo fundamental na aceitação e preferência de um produto alimentício, entretanto, a sua influência na discriminação do sabor é pouco consistente. Zampini *et al.* (2007) realizaram um estudo para investigar a discriminação do sabor em substâncias gelatinosas. O método do estudo foi aplicado em dois momentos: (1) onde os julgadores relacionavam o sabor ao produto colorido, sem provar e (2) onde os julgadores relacionavam o sabor ao produto colorido, após provar. Os produtos estavam com cores e sabores diferentes do padrão esperado. Encontraram que, no experimento (1) as cores foram relacionadas aos

sabores esperados (limão/verde; laranja/laranja; vermelho/morango), entretanto, no experimento (2) apesar da coloração, a discriminação do sabor foi correta. Os autores afirmaram que a conclusão da influência da cor na discriminação do sabor é arriscada e que este atributo está mais relacionado ao interesse, motivação, apetite e expectativa. A mesma conclusão foi debatida por outros autores (Battistella *et. al.*, 2010; Spence, 2015). Dias *et. al.* (2012) ressaltaram em seu estudo em adultos, também com uso de corantes em gelatinas, que a cor não influenciou a aceitação e identificação do sabor pelos indivíduos.

No presente estudo, assim como no debate da literatura, a cor não influenciou na discriminação correta do sabor do alimento. Foram utilizadas três diferentes estratégias para garantir possibilidades de reconhecimento da amostra diferente. Foram testadas as situações em que: o produto original foi colorido artificialmente com cor incorreta (teste triangular); a cor característica do elemento alvo (limão) era mais evidente (teste de ordenação), e a cor correta em uma solução sem sabor (teste de comparação pareada). Em todas as condições a amostra com o sabor correto foi reconhecida pelos julgadores.

A evidência de que a cor é um atributo de preferência e aceitação relacionado ao apetite, motivação, interesse, mas que não apresenta influência direta na discriminação do sabor, foi encontrada no presente estudo, em harmonia com a literatura pertinente. A cor, apesar de ser um dos primeiros atributos percebidos, pode até atrair o provador para a degustação, mas não consegue por si só conquistar o paladar deste. A confusão mental causada pela variação de cores tão psicologicamente definidas como limão é verde e morango é vermelho, por exemplo, pode até trazer uma opinião no primeiro momento, mas ao entrar em contato com o paladar a opinião se transforma e se liga ao mais agradável de ser sentido (Spence, 2015).

4.2 Influência do Odor

A experimentação do odor do ambiente foi inovadora no que se refere a produto alimentício. Não há debate na literatura sobre essa condição. Considerando a dificuldade de quantificar o ambiente odorizado e com a finalidade de melhor caracterizar o atributo odor, o modelo experimental selecionado foi com julgadores pareados, como ensaios preliminares. Dessa forma, o diferencial odor do ambiente poderia ser testado. Entretanto, os julgadores pareados não mantiveram a atenção no atributo, visto que a curiosidade pelo produto foi predominante e, também, o odor do alimento.

O resultado desta etapa é importante para a conclusão de que o odor do alimento é, de fato, influente na preferência e aceitação do alimento, como já descrito na literatura pertinente (Barrionuevo *et. al.*, 2011; Silva *et. al.*, 2005; Carrilo *et. al.*, 2011). O odor do ambiente é pouco explorado. É um atributo que interfere na preferência e

aceitação do produto, entretanto não mostrou influência na discriminação do sabor. A discriminação do sabor parece ser mais influenciada pelo odor do próprio alimento. A diferença entre odor do alimento e odor do ambiente não foi encontrada na literatura.

Portanto, não se pode provar a sua influência através dos testes realizados, apesar da percepção do odor agradável no ambiente e a criação da expectativa quanto ao sabor do produto a ser degustado, o odor do próprio alimento se mostrou mais relevante. Assim como a cor, o odor do ambiente parece influenciar mais no interesse, apetite e expectativa e não na discriminação do sabor.

5 | CONCLUSÕES

Os testes de análise sensorial mostraram que o sabor ainda é o atributo mais relevante, predominante, sendo que a cor atua na motivação e expectativa de consumo do alimento e, portanto, indiretamente na sua aceitação e preferência. No entanto, a cor, por si só, não é capaz de influenciar na discriminação do sabor de acordo com os testes realizados, o que corrobora com a literatura encontrada.

Para o atributo odor, também não se pode provar a sua influência através dos testes realizados, apesar da percepção do odor agradável no ambiente e a criação da expectativa quanto ao sabor do produto a ser degustado, o odor do próprio alimento se mostrou mais relevante, não podendo comprovar a influência do odor do ambiente na avaliação do julgador. Os atributos sensoriais cor e odor do ambiente estão mais relacionados na criação do interesse, motivação, expectativa e apetite, mas não diretamente ligados na discriminação do sabor dos alimentos.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13170**: Teste de ordenação em análise sensorial. Rio de Janeiro, 1994.

Barriónuevo, M. R.; Carrasco, J. M. N.; Cravero, B. A. P.; Ramón A. N. Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas. Formulation of a diet blueberry icecream with prebiotic characteristics. **DIAETA**: Buenos Aires, 2011, p.23-28.

Battistella, N.; Colombo, J. R.; Abreu, K. C. K. **Importância da cor nas embalagens como fator influenciador no momento da compra**. Biblioteca Online de Ciência da Comunicação, 2010. Disponível em http://www.fumec.br/anexos/cursos/mestrado/dissertacoes/completa/edileide_souza_bausen.pdf. Acesso em 26 out 2015.

Carrilo, M. G. V.; Uribe, G. A.; Montes, A. H.; Merino, G. C.; Guerrero, O. Evaluación sensorial de tortillas de maíz recién elaboradas y empacadas. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**, vol.2(1), 2011. p.161-167.

Cobucci, R. M. A. **Analise Sensorial: Apostila do Curso**. Curso Tecnológico Superior em Gastronomia. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. PUC, 2010.

Dias, N. A. D.; Lara, S. B.; Miranda, L. S.; Pires, I. S. C.; Pires, C. V.; Halboth, N. V. Influence of color on acceptance and identification of flavor of foods by adults. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**.

vol.32(2), 2012. p.296-301.

Silva, A. F.; Minim, V. P. R.; Ribeiro, M. M. Análise sensorial de diferentes marcas comerciais de café (Coffea arábica L.) orgânico. **Ciência Agrotécnica de Lavras**, vol.29(6), 2005. p.1224-1230.

Spence, C. On the phychological impact of food color. **Flavor**, vol.4(21), 2015. p.16.

Zampini, M.; Sanabria, D.; Phillips, N.; Spence, C. The multisensory perception of flavor: assessing the influence of color cues on flavor discrimination response. **Food Quality and Prefer**, vol.18, 2017. p.975-984.

INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO DE *Salmonella spp.* E *Escherichia Coli* EM UVAS PÓS-COLHEITA ATRAVÉS DO USO DE COBERTURA COMESTÍVEL DE NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA FÚNGICA

Natália Ferrão Castelo Branco Melo

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

José Henrique da Costa Tavares Filho

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Fernanda Luizy Aguiar da Silva

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Miguel Angel Pelágio Flores

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

André Galembeck

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Tânia Lúcia Montenegro Stamford

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Thatiana Montenegro Stamford-Arnaud

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Thayza Christina Montenegro Stamford

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

antimicrobiana foi realizada *in vitro* contra bactérias patogênicas de origem alimentar e foi feita a comparação dos resultados do gel, nanopartículas e gel enriquecido com nanopartículas. As nanopartículas produzidas foram dispersas nas concentrações CIM/2, CIM e 2CIM no gel de quitosana para formação de cobertura comestível para o controle de *Salmonella spp.* e *E.coli* em uvas pós-colheita. Os resultados mostraram que as nanopartículas de quitosana apresentaram uma melhor atividade antimicrobiana comparada com o gel de quitosana. As nanopartículas diluídas no gel, apresentaram-se mais bem dispersas e capazes de formar uma cobertura comestível em uvas. Com aumento da concentração das nanopartículas na cobertura, foi observado diminuição na contagem de *E.coli* e *Salmonella spp.*. Os resultados encontrados sugerem que as nanopartículas de quitosana podem ser usadas para melhorar a segurança microbiológica de uvas pós-colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Frutas. Bactérias. Biopolímero. Nanotecnologia.

RESUMO: A presente pesquisa tem como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana de cobertura comestível a base de nanopartículas de quitosana aplicada em uvas. A atividade

GROWTH INHIBITION OF *Escherichia coli*
AND *Salmonella spp.* IN POSTHARVEST
TABLE GRAPES BY FUNGAL CHITOSAN

ABSTRACT: The aim of the study was to evaluate the antimicrobial activity of fungal chitosan nanoparticles edible coating applied to grapes. Antimicrobial activity was performed in vitro against foodborne pathogenic bacteria and the results of gel, nanoparticles and gel enriched with nanoparticles were compared. The nanoparticles were dispersed at concentrations MIC / 2, MIC and 2MIC in the chitosan gel for edible coating formation to control *Salmonella spp.* and *E.coli* in postharvest grapes. The results showed that chitosan nanoparticles showed a better antimicrobial activity compared to chitosan gel. The nanoparticles diluted in the gel were better dispersed and capable of forming an edible coating. With increasing the concentration of nanoparticles in the coating, a decrease in the growth of *E.coli* and *Salmonella spp.* was observed. The results suggest that chitosan nanoparticles can be used to improve the microbiological safety of postharvest grapes.

KEYWORDS: Fruits. Bacteria. Biopolymer. Nanotechnology.

1 | INTRODUÇÃO

A quitosana é um heteropolímero natural formado por unidades glucosaminas e N-acetilglucosamina, obtido a partir da parede celular de fungos ou através da desacetilação da quitina extraída do exoesqueleto de crustáceos. Apresenta diferentes características que a distingue dos demais polissacarídeos: bioatividade, biodegradabilidade, biocompatibilidade e potencialidade antimicrobiana (DIAS et al., 2013).

Sua atividade antimicrobiana tem sido comprovada contra várias bactérias e fungos, possuindo um alto poder bactericida contra bactérias gram-positivas e gram-negativas, ao mesmo tempo em que apresenta baixa toxicidade para as células de mamíferos (KONG et al., 2010).

A conhecida ação antimicrobiana da quitosana pode ser intensificada quando esse polímero encontra-se no formato de nanopartículas, devido a sua elevada área superficial e a sua densidade de carga que interage efetivamente com as cargas negativas da superfície das células bacterianas (SHI et al., 2006).

Devido a sua atividade antimicrobiana, a quitosana tem atraído atenção como um potencial conservante natural (PRASHNTH; THARANATHAN, 2007). Coberturas de quitosana misturadas com outros compostos bioativos tem mostrado resultados promissores na inibição do crescimento e sobrevivência de microrganismos em alimentos (CHIEN et al., 2002).

As coberturas de quitosana podem ser empregadas efetivamente para o controle da deterioração de frutos, pois estes são organismos vivos que apresentam intenso metabolismo e consequentemente alta probabilidade de deterioração (JIANGLIAN; SHAOYING, 2013). As uvas destacam-se como uma das frutas mais economicamente importantes, com uma produção anual em torno de 69 milhões

de toneladas (NOWSHEHRI et al., 2015). Assim como outros produtos naturais, as uvas são vulneráveis a contaminação esporádica com patógenos alimentares, direta ou indiretamente, através de animais do solo, água ou contaminação cruzada através da manipulação humana (PINTO et al., 2006). Um tratamento que melhore a qualidade global e segurança microbiológica contra os agentes patogênicos de origem alimentar é um dos maiores interesses dos produtores, distribuidores e consumidores de frutas (SERRANO et al., 2006).

Portanto, frente a reconhecida ação antimicrobiana da quitosana e sua intensificação quando este polímero encontra-se na forma de nanopartículas, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana de nanopartículas de quitosana microbiológica contra bactérias alimentares presentes no armazenamento pós-colheita de uvas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

As uvas (*Vitis Labrusca L.*) foram adquiridos da CEASA/PE (Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco) e selecionadas de acordo com o tamanho, cor, ausência de infecções visíveis e estágio de maturação.

As quitosanas (Kiofine® e Kionutrime®) foram fornecida pela empresa Kitozyme e ambas foram extraídas do *Aspergillus niger*. Todas as outras substâncias utilizadas foram obtidas através de fontes comerciais.

As cepas testes utilizadas na atividade antimicrobiana pertencem ao banco de cultura da Universidade Federal de Pernambuco/ Departamento de nutrição.

2.2 Preparação e caracterização das nanopartículas de quitosana

As nanopartículas de quitosana foram produzidas a partir da quitosana fúngica Kiofine-B®, seguindo o método de gelificação iônica descrito por Calvo et al. (1997). Inicialmente 0,5g de quitosana de baixo peso molecular foi dissolvido em 50ml de ácido acético à 2% em agitação durante 30 minutos. Depois, 20ml de tripolifosfato de sódio (TPP) à 1% foi adicionado à solução de quitosana por gotejamento através de uma bomba peristáltica (0,2ml/min).

Depois do gotejamento a solução foi mantida sob agitação durante 2h. Em seguida, a solução foi transferida para eppendorfs e centrifugada durante 10min em uma velocidade de 13.400rpm. O sobrenadante foi descartado e ao precipitado foi acrescentado água destilada para a lavagem com posterior centrifugação (13.400rpm/5min). O processo de lavagem foi repetido 5 vezes.

Posteriormente, as nanopartículas foram ressuspensas em água destilada e foi realizado um tratamento térmico (30min/50°C/900rpm) para individualização e restruturação das partículas, segundo o método descrito por Bougnicourt et al. (2014).

Por fim, as nanopartículas de quitosana foram liofilizadas para a sua utilização nos demais experimentos.

O tamanho das partículas e a sua carga superficial foram determinados através da técnica do Espalhamento Dinâmico de Luz (DLS) utilizando o Zetasizer (Nano-ZS, Malvern, UK). A análise foi operada em um comprimento de onda de 633nm, a 25°C com um ângulo de detecção de 90°C.

2.3 Comparação da atividade antimicrobiana do gel, das nanopartículas e do gel enriquecido com nanopartículas de quitosana

A atividade antimicrobiana foi realizada separadamente para as nanopartículas de quitosana, gel de quitosana e gel de quitosana enriquecido com nanopartículas, frente a bactérias patogênicas de origem alimentar (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*).

A quitosana foi diluída em ácido acético 1%, sendo o pH ajustado para 5,8 para obtenção da solução mãe (20mg/ml) que deu origem ao gel de quitosana (SHIGEMASA; MINAMI, 1996). As nanopartículas foram diluída em água destilada e no gel de quitosana ambas na concentração de 20mg/ml.

As concentrações mínimas inibitórias (CIM) e mínimas bactericidas (CBM) foram determinadas pelo teste de microdiluição seriada em microplacas de 96 poços. As bactérias testadas foram cultivadas em Caldo Infusão de Cérebro Coração (BHI) por 24h, a 37°C e em seguida padronizado o inóculo a 10⁸ UFC/ml (ALVES et al., 2008).

Para determinação do CIM foi inserido, em cada um dos poços, a substância teste cuja concentração variou de 0 a 0,6mg/mL, em seguida foi adicionado o meio BHI e o inóculo de cada bactéria, cujo volume final de cada poço foi de 100µL. A placa foi incubada a 37°C por 24h, depois foi adicionado 30µL de resazurina em cada poço e incubada novamente a 37°C por 1h.

A resazurina é um composto indicador de óxido-redução de cor azul que, na presença de células viáveis, é oxidado a resofurina, substância de coloração vermelha (PALOMINO et al., 2002). Portanto, a coloração azul indica ausência de crescimento bacteriano enquanto que as variações de rosa e roxo indicam a presença de células viáveis para crescimento. Depois de 1h da aplicação da resazurina foi feita a análise da mudança da cor e determinação da CIM, considerado a primeira concentração antes da concentração que houve crescimento visível.

Para o controle de esterilidade foram adicionados separadamente 100µL do meio e 100µL da substância teste e para o controle de crescimento 80µL do meio + 20µL do inóculo. O ensaio foi realizado em triplicata, dois poços para o CIM pelo uso da resazurina e um para o CBM.

Após a determinação do CIM, a primeira concentração que não houve crescimento visível e duas imediatamente acima, foram cultivadas em placas de petri contendo ágar BHI para determinação do CBM. Foram transferidos 20µL das cavidades da

microplaca (sem resazurina) para as placas de petri e estas foram incubadas a 37°C por 48h. A determinação da CBM corresponde a menor concentração a partir da qual não foi observado crescimento microbiano após cultivo (FERNANDES et al., 2008).

2.4 Bioatividade das coberturas comestíveis sobre o crescimento bacteriano nas uvas

As uvas foram higienizadas com hipoclorito de sódio (1% v/v) por 15min, lavadas com água potável e deixados para secar por 2 horas. Depois, foram imersas na solução do inóculo bacteriano (*E.coli* e *Salmonella spp.* -108UFC/ml) sob agitação durante 1 minuto (VASCONCELOS DE OLIVEIRA et al., 2014; KIM et al., 2014). Em seguida, as uvas foram imersas durante 3 minutos no gel de quitosana enriquecido com nanopartículas nas concentrações CIM/2, CIM e 2CIM. Um grupo de uvas foi imerso apenas na solução do inóculo (amostra controle). A infecção bacteriana causada nas uvas foi realizada separadamente para *E.coli* e *Salmonella spp.* A escolha dessas espécies de bactérias foi de acordo com a legislação RDC 212, que preconiza que em uvas sejam analisadas esses tipos de bactérias (BRASIL, 2001).

O crescimento bacteriano nas uvas foi analisando ao longo de 24 e 12 dias, nas uvas refrigeradas (12°C) e não refrigeradas (25°C), respectivamente. A determinação de coliformes termotolerantes foi feita através do Método do Número Mais Provável (NMP) presente no Bacteriological Analytical Manual (FDA 2010) e os resultados expressos em NMP/g. A contagem de *Salmonella spp.* foi realizada através da contagem em placas, adaptado do método do BAM/FDA.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As nanopartículas apresentaram uma tamanho igual a 101,7nm ($\pm 5,05$). Resultado semelhante ao encontrado por Ramenazi et al. (2015) que produziu nanopartículas de quitosana para conservação de filés de peixe e obteve um tamanho médio igual a 108,6nm.

Mohammadi et al. (2015) também produziu nanopartículas de quitosana para formação de cobertura comestível e aplicação em morangos. Esse autor encontrou uma média de tamanho das partículas igual a 96,9nm, ou seja, semelhante ao valor observado na presente pesquisa. No entanto, nenhum desse autores utilizou quitosana fúngica para produção das partículas.

As nanopartículas apresentaram um potencial zeta igual a 51,4mV($\pm 5,77$). Esse resultado está de acordo com o que Ing et al. (2012) recomenda. Segundo esse autor, o potencial zeta ideal é aquele acima de 30mV, já que acima desse valor as nanopartículas estariam mais estáveis o que evitaria sua agregação e perda de função biológica.

Após a caracterização das nanopartículas foi realizado o teste de microdiluição

in vitro para determinar o CIM e CBM do gel, das nanopartículas e do gel + nanopartículas. Os resultados do CIM e CBM encontram-se nas tabelas 1 e 2, respectivamente. O gel de quitosana apresentou os melhores resultados para *E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *S.aureus* e os maiores valores de CIM e CBM para a *Salmonella spp.* e *L. monocytogenes*.

Bactéria	Gel (mg/ml)	Nanopartículas (mg/ml)	Gel + nanopartículas (mg/ml)
<i>E.coli</i>	3,0	3,0	2,0
<i>Salmonella spp.</i>	6,0	3,0	3,0
<i>P. aeruginosa</i>	3,0	3,0	2,0
<i>S. aureus</i>	4,0	2,0	1,0
<i>L. monocytogenes</i>	6,0	3,0	2,0

Tab. 1: Concentração inibitória mínima (CIM) do gel de quitosana, nanopartículas de quitosana e gel enriquecido com nanopartículas.

Bactéria	Gel (mg/ml)	Nanopartículas (mg/ml)	Gel + nanopartículas (mg/ml)
<i>E.coli</i>	4	3	4
<i>Salmonella spp.</i>	6	6	6
<i>P. aeruginosa</i>	3	4	4
<i>S. aureus</i>	4	6	2
<i>L. monocytogenes</i>	6	6	2

Tab. 2: Concentração bactericida mínima (CBM) do gel de quitosana, nanopartículas de quitosana e gel enriquecido com nanopartículas.

Alguns autores relatam que a quitosana possui um maior efeito antimicrobiano contra bactérias gram-positivas, do que gram-negativas, devido a membrana externa que serve como uma barreira protetora para célula gram-negativa (ZHONG et al., 2008). Contudo, outros estudos referem que a ação antimicrobiana da quitosana é maior contra bactérias gram-negativas, por causa da sua maior densidade de carga negativa, que liga-se as cargas positivas da quitosana, causando vazamento do material intracelular e portanto, maior efeito inibitório (CHUNG et al., 2004). Em nosso trabalho, o gel de quitosana obteve o menor CIM e CBM (3mg/ml) para bactérias gram-negativas, porém a *Salmonella spp.* que também faz parte desse grupo de bactérias obteve um dos maiores valores de CIM e CBM (6mg/ml). Esses resultados estão de acordo com o preconizado por Devlieghere et al. (2004), que relata que a ação antimicrobiana da quitosana depende também de outros fatores como a cepa utilizada e a espécie analisada. Segundo Goy et al., (2009), em ambos os tipos de bactérias, a quitosana parece agir diferentemente, mas nos dois casos ela age satisfatoriamente.

Apesar de bastante documentado na literatura a ação antimicrobiana do gel de

quitosana, as propriedades antimicrobianas das nanopartículas ainda são limitadas. Os resultados encontrados mostram uma melhora na ação antimicrobiana da nanopartículas quando comparado ao gel. Em relação ao gel, houve uma diminuição nos CIM da *Salmonella spp.*, *S.aureus* e *L. monocytogenes* e no CBM da *E.coli*. Qi et al. (2004), também obteve resultados melhores com as nanopartículas para a *E.coli*, *S. aureus* e *Salmonella spp.*, do que com o gel de quitosana.

Essa melhora da atividade antimicrobiana deve-se a maior área superficial e densidade de carga das nanopartículas de quitosana, pois há uma maior interação dessas partículas com a célula bacteriana, o que causa vazamento de componentes intracelulares, ocasionando a morte do microrganismo (QI et al., 2004; SHI et al., 2006).

O *S. aureus* apresentou um CIM (2,0mg/ml) melhor que o encontrado por Madureira et al. (2015), quando produziu nanopartículas de quitosana de alto peso molecular (2,5mg/ml). Para a *E.coli* foi encontrado um CBM (3,0mg/ml) ligeiramente inferior ao de Madureira et al. (2015) (2,8mg/ml). Contudo, segundo Devlieghere et al. (2004), comparar os valores de CIM e CBM de diferentes estudos é difícil, por causa da possibilidade de diferenças nas características da quitosana utilizada, na temperatura de incubação, pH, solvente, cepa e espécies analisadas.

Com relação ao gel de quitosana enriquecido com nanopartículas, percebemos que a melhora na ação antimicrobiana ocorreu em quase todas as bactérias, com exceção apenas da *Salmonella spp.*, cujos valores de CIM e CBM mantiveram-se iguais aos determinados para as nanopartículas sozinhas.

No gel de quitosana as nanopartículas apresentam-se mais dispersas e segundo Lee et al. (2010) as nanopartículas quando bem dispersas na solução são mais eficientemente transportadas para a parede celular da bactéria causando distúrbios e levando a uma maior atividade antimicrobiana.

Em relação a atividade antimicrobiana, uma cobertura mais homogênea é desejável, pois fornece uma proteção mais efetiva entre a fruta e o ambiente externo, como consequência, a transferência de oxigênio e a atividade respiratória do microrganismo são prejudicadas (AQUINO et al., 2015). Portanto, tendo em vista estes aspectos, no presente trabalho foi escolhido o gel de quitosana enriquecido com nanopartículas para posterior aplicação nas uvas.

As tabelas 3 e 4 mostram o resultado do estudo in vivo das diferentes concentrações de nanopartículas em uvas refrigeradas e não refrigeradas infectadas artificialmente pela *E.coli*.

A amostra controle, em ambas as temperaturas, apresentou os valores máximo de *E.coli* detectado pela técnica do NMP. Neste caso, a temperatura de armazenamento não interferiu nos resultados encontrados. Porém, as amostras CIM e 2CIM, foram as mais eficazes na inibição da *E.coli*, além disso a temperatura de armazenamento mostrou-se um fator potencializador dessa inibição.

TRATAMENTO	DIA DE ARMAZENAMENTO						
	0	2	4	6	8	10	12
Controle	210	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100
CIM/2	36,59	18,86	160	290	1100	>1100	23
CIM	9,2	3	35	75	150	460	9,2
2CIM	7,4	<3	19,23	43	28	3	3,6

Tab. 3: Sobrevida de *E.coli* (NMP/g) em uvas não refrigeradas (25°C) após aplicação de diferentes concentrações de nanopartículas.

Controle: uvas sem cobertura; CIM/2: uvas cobertas com a metade da concentração inibitória mínima das nanopartículas; CIM: uvas cobertas com a concentração inibitória mínima das nanopartículas; 2CIM: uvas cobertas com duas vezes a concentração inibitória mínima das nanopartículas.

TRATAMENTO	DIA DE ARMAZENAMENTO									
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	
Controle	1.100	1.100	1.100	>1.100	>1.100	>1.100	>1.100	>1.100	>1.100	>1.100
CIM/2	1.100	<3	43	6,2	240	<3	14	<3	<3	<3
CIM	1.100	<3	3	93	240	3,6	3	<3	<3	<3
2CIM	1.100	<3	<3	7,4	<3	<3	<3	<3	<3	<3

Tab. 4: Sobrevida de *E.coli* (NMP/g) em uvas refrigeradas (12°C) após aplicação de diferentes concentrações de nanopartículas.

Controle: uvas sem cobertura; CIM/2: uvas cobertas com a metade da concentração inibitória mínima das nanopartículas; CIM: uvas cobertas com a concentração inibitória mínima das nanopartículas; 2CIM: uvas cobertas com duas vezes a concentração inibitória mínima das nanopartículas.

Baixas temperaturas tem sido sugeridas como um ponto crítico no controle da contaminação microbiana em frutas e vegetais, inclusive eficaz em manter a qualidade pós-colheita de uvas (CARTER et al., 2015).

As nanopartículas na concentração CIM/2 em temperatura de refrigeração obteve os valores mínimos da técnica do NMP nos 4 últimos dias da análise, mostrando melhora em relação a essa mesma concentração em temperatura ambiente. Na concentração CIM, apenas os dias 9, 12 e 15 mostraram resultados acima do limite mínimo que é de 3NMP/g, enquanto que em temperatura ambiente todos os dias apresentaram valores acima desse limite mínimo, com exceção do dia 2. Um declínio na população de *E.coli* depois da inoculação e em armazenamento a baixas temperaturas também foi observado em alfaces (THEOFEL; HARRIS, 2009) e em aipo (VANDAMM et al., 2013).

Em nosso estudo, o melhor resultado foi encontrado para as uvas em temperatura de refrigeração e cobertas com nanopartículas na concentração 2CIM. Em todos os 24 dias de análise, essas uvas apresentaram resultados semelhantes ao limite mínimo da técnica do NMP, apenas no dia 0 e 9 encontrou-se valores acima desse limite. A concentração 2CIM assemelha-se a concentração bactericida mínima

determinada na atividade antimicrobiana para *E.coli* e portanto os resultados in vitro estão de acordo com a nossa análise in vivo.

Aquino et al. (2015), analisando goiabas com e sem cobertura de quitosana enriquecida com óleo essencial de *Lippia gracilis* encontrou valores <3NMP/g durante os 10 dias do estudo. Resultados semelhantes foram encontrados em nosso trabalho para uvas cobertas com nanopartículas na concentração 2CIM e armazenadas sobre refrigeração. Contudo, a cobertura analisada em nosso estudo mostrou-se mais eficaz pois as uvas foram infectadas antes da aplicação das substâncias teste e obtiveram resultados semelhantes em relação as goiabas estudadas por Aquino et al. (2015) que não foram infectadas previamente com *E.coli*.

A melhor ação antimicrobiana das coberturas comestíveis com nanopartículas em relação ao uso da quitosana em gel, reafirma o preconizado por Cruz-Romero et al. (2013), de que as nanopartículas de quitosana apresentam atividade antimicrobiana intensificada, porque o seu pequeno tamanho possibilita a entrada da quitosana mais facilmente na célula microbiana, combinando-se com o DNA, inibindo a síntese de RNAm e a transcrição do DNA, promovendo distúrbios no metabolismo celular que são capazes de levar à morte do microrganismo.

Os resultados encontrados para *Salmonella spp.* encontram-se na figura 1. A amostra CIM/2, apresentou resultados semelhantes ao encontrado nas uvas controles nos 2 primeiros dias. Nos dias seguintes os resultados aproximam-se dos valores encontrados para as outras concentrações de nanopartículas, mostrando um início lento na ação antimicrobiana da concentração CIM/2 contra *Salmonella spp.* em uvas não refrigeradas.

No armazenamento a temperatura ambiente, foi observado também que ao final do período de análise ocorreu um intenso crescimento fúngico nas uvas, culminando com a fermentação dessa fruta e a ausência do microrganismo estudado no 12º dia de análise.

Segundo Lopez-Velasco et al. (2012), a microflora da própria uva pode antagonizar com as células do patógeno inoculado. Isso ocorre devido a competição por nutriente e espaço entre os microrganismos presentes (SIM et al., 2013). Esse efeito antagônico observado em nosso estudo, também foi visto após apenas 4 dias em uvas armazenadas a temperatura ambiente e cobertas com cera de carnaúba cujo crescimento fúngico inibiu o desenvolvimento de *Salmonella spp.* e *E.coli* (KIM et al., 2014). Resultado semelhante foi encontrado por Lopez-Velasco et al. (2012), em folhas de espinafre.

Nas uvas armazenadas refrigeradas, não foi observado crescimento fúngico durante o período de 24 dias de análise, mostrando a importância da temperatura em controlar o desenvolvimento da microflora da fruta. Ma et al. (2016), não observou crescimento de *Salmonella spp.* a 4°C, estando de acordo com o preconizado pela FDA (2001) que diz que a temperatura mínima de crescimento da *Salmonella spp.* é em torno de 4-5°C. Em nosso estudo a temperatura de refrigeração não foi capaz

de inibir completamente o crescimento desta bactéria, no entanto, nos 4 últimos dias de análise houve uma diminuição no crescimento da *Salmonella spp.* nas uvas com tratamento.

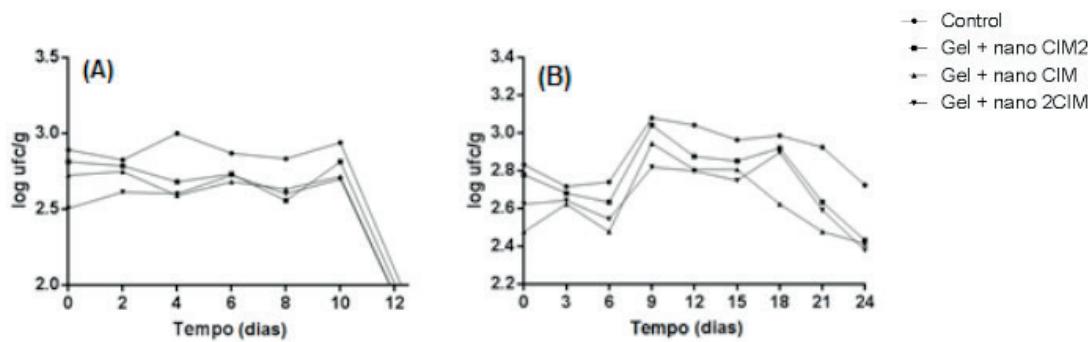


Fig. 2: Sobrevivência de *Salmonella spp.* em uvas não refrigeradas (A) e refrigeradas (B) após aplicação de diferentes concentrações de nanopartículas.

As coberturas comestíveis a base de nanopartículas de quitosana analisadas em nosso estudo foram capaz de inibir o crescimento das bactérias estudadas. Essa inibição ocorreu devido a ação antimicrobiana intensificada das nanopartículas de quitosana e a atmosfera modificada criada pela cobertura, capaz de suprimir a concentração de oxigênio do microrganismo. Segundo Kim et al. (2014), a aplicação do inóculo na fruta antes da cobertura comestível, método adotado em nosso estudo, simula uma situação onde as bactérias contaminam as uvas antes da aplicação da substância antimicrobiana e portanto a cobertura aplicada posteriormente produz um ambiente com baixa concentração de oxigênio para as células microbianas, agindo como uma barreira.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados indicaram uma melhor ação antimicrobiana das nanopartículas quando comparado ao gel de quitosana. Quando as partículas foram dispersas no gel de quitosana formaram uma excelente cobertura comestível, capaz de controlar o crescimento microbiano de *Salmonella spp.* e *E.coli* em uvas pós-colheita, tornando-se uma alternativa para o controle de bactérias pós-colheita em frutas.

Portanto, com base nos resultados encontrados, verificamos que as coberturas comestíveis com nanopartículas de quitosana fúngica podem ser usadas como alternativa promissora para preservar as qualidades pós-colheita de uvas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agardecem a empresa Kitozyme pelo fornecimento da quitosana fúngica utilizada na pesquisa e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia

(FACEPE- Brasil) pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, A.B.; BLANK, A.F.; SANTANA, L.C.L.A. **Impact of edible chitosan cassava starch coatings enriched with *Lippia gracilis*-Schauer genotype mixtures on the shelf life of guavas (*Psidium guajava* L.) during storage at room temperature.** Food Chemistry, 171, 108–116, 2015.
- ALVES, E.G.; VINHOLIS, A.H.C.; CASEMIRO, L.A.; FURTADO, N.A.J.C.; SILVA, M.L.A.; CUNHA, W.R.; MARTINS, C.H.G. **Estudo comparativo de técnicas de screening para avaliação da atividade antibacteriana de extratos brutos de espécies vegetais e de substâncias puras.** Química Nova, 31, 1224-1229, 2008.
- BOUGNICOURT, L.; ALCOUFFE, P.; LADAVIÈRE, C. **Elaboration of chitosan nanoparticles: Favorable impact of a mild thermal treatment to obtain finely divided, spherical, and colloidally stable objects.** Colloids and surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 457, 476-486, 2014.
- BRASIL, ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária, **Resolução RDC nº 12, 02 de janeiro de 2001.** Regulamento Técnico sobre padres microbiológicos para alimentos. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 19 de agosto 2018.
- CALVO, P.; REMUÑÁN-LÓPEZ, C.; VILA-JATO, J.L.; ALONSO, M.J. **Novel hydrophilic chitosan-polyethylene oxide nanoparticles as protein carriers.** Journal of Applied Polymer Science, 63, 125-132, 1997.
- CARTER, M.Q.; CHAPMAN, H.M.; GABLER, F.; BRANDL, M.T. **Effect of sulfur dioxide fumigation on survival of foodborne pathogens on table grapes under standard storage temperature.** Food Microbiology, 49, 189-196, 2015.
- CHIEN, P.J.; SHEU, F., LIN, H.R. **Coating citrus (*Murcott tangor*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life.** Food Chemistry, 100, 1160-1164, 2007.
- CHUNG, Y.C.; SU, Y.P.; CHEN, C.C.; JIA, G.; WANG, H.L.; WU, J.C.G.; LIN, J.G. **Relationship between antibacterial activity of chitosans and surface characteristics of cell wall.** Acta Pharmacologica Sinica, 25, 932–936, 2004.
- CRUZ-ROMERO , M.C.; MURPHY , T.; MORRIS, M. CUMMINS, E. KERRY, J.P. **Antimicrobial activity of chitosan, organic acids and nano-sized solubilisates for potential use in smart antimicrobially-active packaging for potential food applications.** Food Control, 34, 393-397, 2013.
- DEVLIEGHERE, F.; VERMEULEN, A.; DEBEVERE, J. **Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables.** Food Microbiology, 21, 703-714, 2004.
- DIAS, K.B.; SILVA, D.P.; FERREIRA, L.A.; FIDELIS, R.R.; COSTA, J.L.; LOPES DA SILVA A.L.; SCHEIDT, G.N. **Chitin and chitosan: Characteristics, uses and production current perspectives.** Journal of Biotechnology and Biodiversity, 4, 184-191, 2013.
- FDA (U.S. Food and Drug Administration) (2010). **Bacteriological analytical manual online.** Available from: <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm> Acesso em:30.08.15.
- FERNANDES, J.C; TAVARIA, F.K.; SOARES, J.C.; RAMOS, O.S.; MONTEIRO, M.J.; PINTADO, M.E.; MALCATA, F.X. **Antimicrobial effects of chitosans and chitooligosaccharides, upon**

***Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, in food model systems.** Food Microbiology, 25, 922–928, 2008.

GOY, R.C.; BRITTO, D.; ASSIS, O.B.G. **A review of the antimicrobial activity of chitosan.** Polímeros: Ciéncia e Tecnologia, 9, 3, 241-247, 2009.

ING, L.Y.; ZIN, M.N.; SARWAR, A.; KATAS, H. **Antifungal activity of chitosan nanoparticles and correlation with their physical properties.** International Journal of Biomaterials, 632698, 1–9, 2012.

JIANGLIAN, D.; SHAOYING, Z. **Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation: a review.** Journal Food Technology, 4, 227, 2013.

KIM, L.H.; OH, Y.A.; LEE, H.; SONG, K.B.; MIN, S.C. **Grape berry coatings of lemongrass oil-incorporating nanoemulsion.** Food Science and Technology, 58, 1-10, 2014.

KONG, M.; CHEN, X.G.; XING, K.; PARK, H.J. **Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of art review.** International Journal of Food Microbiology, 144, 51-63, 2010.

LEE, S.M.; SONG, L.C.; LEE, B.S. **Antibacterial activity of silver nanoparticles prepared by a chemical reduction method.** J. Chem. Eng., 27, 688-692, 2010.

LOPEZ-VALASCO, G.; TYDINGS, H.A.; BPYER, R.R.; FALKINHAM, J.O.; PONDER, M.A. **Characterization of interactions between *Escherichia coli* O157:H7 with epiphytic bacteria in vitro and on spinach leaf surfaces.** Int. J. Food Microbiol., 153, 351–357, 2012.

MA, C.; LI, J.; ZHANG, Q. **Behavior of *Salmonella* spp. On fresh-cut tropical fruits.** Food Microbiology, 1-9, 2016.

MADUREIRA, A.R.; PEREIRA, A.; CASTRO, P.M.; PINTADO, M. **Production of antimicrobial nanoparticles against food pathogens.** Journal of Food Engineering, 167, 210-216, 2015.

MOHAMMADI, A.; HASHEMI, M.; HOSSEINI, S.M. **Nanoencapsulation of *Zataria multiflora* essential oil preparation and characterization with enhanced antifungal activity for controlling *Botrytis cinerea*, the causal agent of gray mould disease.** Innovative Food Science and Emerging Technologies, 28, 73-80, 2015.

NOWSHEHRI, J.A.; BHAT, Z.A.; Shah, M.Y. **Blessings in disguise: bio-functional benefits of grape seedextracts.** Food Research International, 77, 333-348, 2015.

PALOMINO, J. C.; MARTIN, A.; CAMACHO, M.; GUERRA, H.; SWINGS, J.; PORTAELS, F. **Resazurin microtiter assay plate: simple and inexpensive method for detection of drug resistance in *Mycobacterium tuberculosis*.** Antimicrob. Agents. Chemother, 46, 2720–2722, 2002.

PINTO, R.; LINCHTER, A.; DANSHIN, A.; SELA, S. **The effect of an ethanol dip of table grapes on populations of *Escherichia coli*.** Postharvest Biology and Technology, 39, 308-313, 2006.

PRASHANTH, H. K. V.; THARANATHAN, R. N. **Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential-an overview.** Trends in Food Science and Technology, 18, 117-131, 2006.

QI, L.F.; XU, Z.R.; JIANG, X.; HU, C.H.; ZOU, X.F. **Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles.** Carbohydrate Research, 339, 2693–2700, 2004.

RAMENAZI, Z.; ZAREI, M.; RAMINNEJAD, N. **Comparing the effectiveness of chitosan and nanochitosan coatings on the quality of refrigerated silver carp fillets.** Food Control, 51, 43–48, 2015.

SERRANO, M.; MARTINEZ-ROMERO, D.; GUILLÉN, F.; CASTILLO, S.; VALERO, D. **Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging.** Postharvest Biology and Technology, 39, 61-68, 2006.

SHI, Z.; NEOH, K.G.; KANG, E.T.; WANG, W. **Antibacterial and mechanical properties of bone cement impregnated with chitosan nanoparticles.** Biomaterials, 27, 2440-2449, 2006.

SHIGEMASA, Y.; MINAMI, S. **Application of chitin and chitosan for biomaterials.** Biotechnol Gen Eng Rev, 17, 413-420, 1996.

SIM, H.L.; HONG, Y.K.; YOON, W.B.; YUK, H.G. **Behavior of *Salmonella* spp. and natural microbiota on fresh-cut dragon fruits at different storage temperatures.** Int. J. Food Microbiol., 160, 239–244, 2013.

THEOFEL, C.G.; HARRIS, L.J. **Impact of preinoculation culture conditions on the behavior of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated onto romaine lettuce (*Lactuca sativa*) plants and cut leaf surfaces.** J. Food Prot., 72, 1553–1559, 2009.

VANDAMM, J.P. ; LI, D.; HARRIS, L.J.; SCHAFFNER, D.W.; DANYLUK, M.D. **Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* on fresh-cut celery.** Food Microbiology, 34, 151–157, 2013.

VASCONCELOS DE OLIVEIRA, C.E.; MAGNANI, M.; VERÍSSIMO DE SALES, C.; PONTES, A.L.S.; CAMPOS-TAKAKI, G.M.; STAMFORD, T.C.M.; LEITE DE SOUZA, E. **Effects of chitosan from *Cunninghamella elegans* on virulence of postharvest pathogenic fungi in table grapes (*Vitis labrusca* L.).** International Journal of Food Microbiology, 171, 54-61, 2014.

ZHONG, Z.M.; XING, R.G.; LIU, S.; WANG, L.; CAI, S.B. LI, P.C. **Synthesis of acyl thiourea derivatives of chitosan and their antimicrobial activities in vitro.** Carbohydrate Research, 343, 566–570, 2008.

MICROENCAPSULAÇÃO POR LIOFILIZAÇÃO DE CAROTENOIDES PRODUZIDOS POR *Phaffia rhodozyma* UTILIZANDO GOMA XANTANA COMO AGENTE ENCAPSULANTE

Michelle Barboza Nogueira

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de
Química e Alimentos.
Rio Grande, RS.

Janaina Fernandes de Medeiros Burkert

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de
Química e Alimentos.
Rio Grande, RS.

cultivos microbianos; microcápsulas.

MICROENCAPSULATION BY LYOPHILIZATION OF CAROTENOIDS PRODUCED BY *Phaffia rhodozyma* WITH XANTAN GUM AS THE ENCAPSULATING AGENT

ABSTRACT: Carotenoids are pigments that have instability to light, high temperature and presence of oxygen , microencapsulation is an alternative to increase its stability and allow its application in food. This study aimed to produce carotenoids by *Phaffia rhodozyma* crops, and promote their Microencapsulation by lyophilization technique using xanthan gum as wall material. There was a process of high yield ($> 94\%$) and encapsulation efficiency ($> 88\%$) for the proportions studied , occurring only the formation of a matrix containing pigments dispersed without separation of the particles. Encapsulation of the compounds of interest was not confirmed by differential scanning calorimetry, but the xanthan gum is not a material suitable for obtaining microparticles by lyophilization technique.

KEYWORDS: bioproducts; pigments; microbial cultures; microcapsules.

RESUMO: Carotenoides são pigmentos que apresentam instabilidade à luz, temperatura elevada e presença de oxigênio, sendo a microencapsulação uma alternativa para aumentar sua estabilidade e possibilitar sua aplicação em alimentos. Este estudo objetivou produzir carotenoides através de cultivos de *Phaffia rhodozyma*, e promover sua microencapsulação pela técnica de liofilização utilizando goma xantana como material de parede. Observou-se um elevado rendimento de processo ($>94\%$) e eficiência de encapsulação ($>88\%$) para as proporções estudadas, ocorrendo a formação de uma única matriz contendo os pigmentos dispersos, sem a separação das partículas. A encapsulação dos compostos de interesse foi confirmada por calorimetria diferencial de varredura, porém a goma xantana não é um material indicado para obter micropartículas pela técnica de liofização.

PALAVRAS-CHAVE: bioproductos; pigmentos;

1 | INTRODUÇÃO

Os carotenoides são hidrocarbonetos lipossolúveis pertencentes ao grupo dos terpenos sintetizados pela rota metabólica dos isoprenoides, contendo 40 carbonos unidos por unidades opostas no centro da molécula, com ligações duplas conjugadas que permitem a absorção de luz na região do visível, conferindo colorações que variam do amarelo ao vermelho (VALDUGA, et al., 2009a; MATA-GÓMES et al., 2014).

Estes pigmentos são amplamente utilizados para a aplicação em alimentos, porém, em escala industrial, a maior parte de sua produção ocorre através de processos químicos que propiciam a síntese os compostos (VALDUGA, et al., 2009b), haja vista que algumas fontes naturais dependem de sazonalidade, custos elevados ou grande espaço físico para sua obtenção. Apesar disso, a busca dos consumidores por produtos que contenham menor quantidade de aditivos químicos desperta o interesse por fontes naturais de carotenoides, como é o caso da bioprodução destes compostos por cultivos microbianos (VALDUGA et al., 2009a; VALDUGA et al., 2009b).

A levedura *Phaffia rhodozyma* é um micro-organismo carotenogênico que oferece vantagens frente a outras fontes microbianas e naturais, visto que existe a disponibilidade de cultivo ao longo do ano, permite a utilização de fontes simples de carbono e nitrogênio em seus meios de cultivo, acarretando em baixo custo de produção (VALDUGA et al, 2009b; CIPOLATTI et al, 2015), além de ser classificada como GRAS (Generally Recognized as Safe) (MICHELON et al, 2012).

O grande empasse relacionado à aplicação de carotenoides em alimentos, envolve a dificuldade da manutenção de suas características em função de sua baixa estabilidade a fatores intrínsecos de alguns produtos, bem como condições de processamento e estocagem, sendo sensíveis à luz, altas temperaturas e suscetíveis à oxidação (BAGETTI, 2009). Tecnologias como a microencapsulação visam proteger esses compostos dentro de partículas micrométricas, e representam uma alternativa para aumentar sua estabilidade, ampliando as possibilidades de aplicação em alimentos (FAVARO-TRINTADE, et al., 2008).

Diante disso, este estudo objetiva promover a encapsulação de carotenoides produzidos pela levedura *P. rhodozyma*, pelo método de liofilização utilizando goma xantana como agente encapsulante, visando sua aplicação em alimentos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Micro-organismo e preparo do inoculo

A levedura *Phaffia rhodozyma* NRRL-Y 17268, proveniente do Laboratório de Pesquisa da Região Norte (Peoria, USA) e certificada como GRAS (Generally

Recognized as Safe) foi utilizada neste estudo. O micro-organismo foi mantido em ágar inclinado em meio extrato de malte e levedura (YM) com (g.L^{-1}): 3 de extrato de levedura, 3 de extrato de malte, 5 de peptona, 10 de glicose, adicionados de 0,2 g.L^{-1} de KNO_3 a 4°C (PARAJÓ, SANTOS & VÁZQUEZ, 1998).

Para a reativação, a partir das culturas estoques foram realizados repiques para tubos de ensaio com o mesmo meio e incubados por 48h a 25°C. Após foi realizada uma ressuspensão celular em 1 mL de água peptonada (0,1%) e adicionada em 9 mL de meio YM, sendo incubados nas mesmas condições descritas anteriormente.

2.2 Produção dos carotenoides

O inoculo utilizado na produção dos pigmentos foi realizado em erlenmeyers de 500 mL contendo 90 mL do caldo YM, e adicionado de 10 mL do cultivo oriundo da reativação, sendo incubado a 25°C, 150 rpm por 48 h ou tempo necessário para atingir $1 \times 10^8 \text{ cél.mL}^{-1}$, contadas através de câmara de Neubauer (RIOS et al., 2015).

A bioprodução de carotenoides foi realizada em erlenmeyers de 500 mL com 153 mL do meio de produção YM a pH inicial de 6,0, acrescidos de 10% de inóculo (10^8 cél.mL^{-1}), sendo as condições operacionais do processo 25°C, 180 rpm por 168 h (RIOS et al., 2015). As biomassas obtidas foram secas em estufa a 35°C por 24 h, após, foram maceradas em gral e pistilo e os tamanhos das partículas foram padronizados através de peneira de Tyler 115, onde cada tamanho de fração passante corresponde a $> 125 \mu\text{m}$ (CIPOLATTI, 2012).

2.3 Extração e recuperação dos carotenoides

A ruptura celular foi realizada pelo método de ondas ultrassônicas, utilizando 0,1 g de biomassa seca (48h a 35°C), adicionando-se 6 mL de acetona para facilitar a extração dos carotenoides, através da aplicação de 4 ciclos ultrassônicos de 40 kHz por 10 min, sendo a água do banho trocada a cada ciclo, segundo o método adaptado de Medeiros e colaboradores (2008).

Cada amostra foi centrifugada a 1745xg por 10 min, o solvente foi separado e o procedimento de ruptura foi repetido até o branqueamento total da célula. Nas fases solventes, obtidas da centrifugação, foram adicionados 10 mL de solução de NaCl 20% (p/v) e 10 mL de éter de petróleo. Após agitação e separação de fases o excesso de água foi retirado com sulfato de sódio (Na_2SO_4), dando origem aos extratos carotenogênicos (BONFIM, 1999).

Para a obtenção do volume total dos extratos carotenogênicos a serem encapsulados foram realizadas 5 extrações para cada tratamento.

2.4 Microencapsulação dos carotenoides e caracterização das microcápsulas

A microencapsulação dos carotenoides foi realizada pelo método de liofilização, utilizando goma xantana como material de revestimento, segundo Pralhad &

Rajendrakumar (2004) e Laine et al. (2008). Para a elaboração das partículas foi realizada a rotaevaporação do solvente dos extratos carotenogênicos a 35°C, seguida da dissolução em solução aquosa contendo o material de parede, nas proporções 1:1 e 1:2 (carotenoides:material de parede) em relação ao teor de sólidos. A mistura foi agitada por 3 h, sendo posteriormente submetida ao congelamento a -80°C, seguido pelo processo de liofilização.

A verificação da formação das microcápsulas, bem como a análise morfológica e o tamanho das partículas formadas foram observados através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) de acordo com Castro (2002).

A eficiência de encapsulação dos carotenoides foi realizada segundo o método espectrofotométrico descrito por Sutter, et al. (2007), baseado na estimativa dos carotenoides totais presentes dentro e fora das partículas.

Para realizar a quantificação dos carotenoides presentes na superfície das partículas, 0,1 g de amostra e 5 mL de hexano foram misturados e levados a um agitador vortex por 10 s, seguidos de centrifugação a 3420xg por 10 min, recolhendo o sobrenadante. Para a quantificação do total de carotenoides presentes dentro e fora das micropartículas, foi realizada a dispersão das micropartículas em 5 mL de hexano, agitou-se vigorosamente para a remoção do total de carotenoides, filtrou-se com algodão para um balão de 10 mL e lavou-se o resíduo com hexano. Ambas as frações recolhidas foram avaliadas espectrofotometricamente em 470 nm quanto ao teor total de carotenoides.

Os resultados foram expressos em percentual de carotenoides encapsulados através da equação 1.

$$\%EE = \frac{\text{Total de Carotenoides} - \text{Carotenoides da Superfície}}{\text{Total de Carotenoides}} \times 100 \quad (1)$$

O rendimento do processo de encapsulação foi calculado com base na massa dos sólidos iniciais e finais, seguido de sua conversão em percentual. A confirmação da encapsulação foi realizada através da análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC) de acordo com Rutz (2013) utilizando uma taxa de 10°C min⁻¹ entre 25 e 280°C, com fluxo de nitrogênio de 40 mL min⁻¹.

Os experimentos foram realizados em triplicata e os resultados avaliados estatisticamente através da análise de variância, e quando detectadas diferenças ao nível de significância 5% ($p<0,05$), foram seguidos por teste T.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados do rendimento da microencapsulação a partir do processo de liofilização utilizando goma xantana como agente encapsulante.

Observa-se que as perdas dos compostos de interesse decorrentes do processo de encapsulação são muito pequenas, haja vista que o rendimento do processo, baseado na massa de sólidos para ambas as proporções testadas, foram superiores a 94%. Valores elevados também foram obtidos quando relacionados à eficiência de encapsulação, podendo-se inferir que o material de parede apresenta grande capacidade de aprisionamento dos compostos de interesse, uma vez que em torno de 90% dos carotenoides submetidos ao processo encontraram-se na parte interna das microcápsulas formadas.

Não foi verificada diferença significativa ($p>0,05$) entre as proporções testadas do agente encapsulante, sugerindo que, visando minimizar custos, não existe a necessidade de adicionar uma proporção superior de material de cobertura em relação aos pigmentos a serem aprisionados.

Visualmente, para ambas as condições testadas, a goma xantana propiciou a preservação da coloração alaranjada intensa dos carotenoides.

Agente encapsulante	Rendimento de obtenção das microcápsulas (%)	Eficiência de Encapsulação (%)
Goma Xantana (1:1)	96,22	88,89 ± 2,13 a
Goma Xantana (1:2)	94,86	91,67 ± 0,85 a

Tabela 1- Eficiência da encapsulação pelo método de liofilização.

*Letras minúsculas diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo Teste de T ($p<0,05$).

Através das micrografias eletrônicas de varredura (MEV) na Figura 1 pode ser observado que o agente encapsulante, independente da proporção em que foi testado, aprisionou os carotenoides formando uma única matriz. Em função de tal característica, não foi possível calcular os tamanhos médios de partículas obtidos. Segundo Rutz (2013) as características do material de revestimento utilizado, bem como as condições de processos, são determinantes nas características das partículas obtidas.

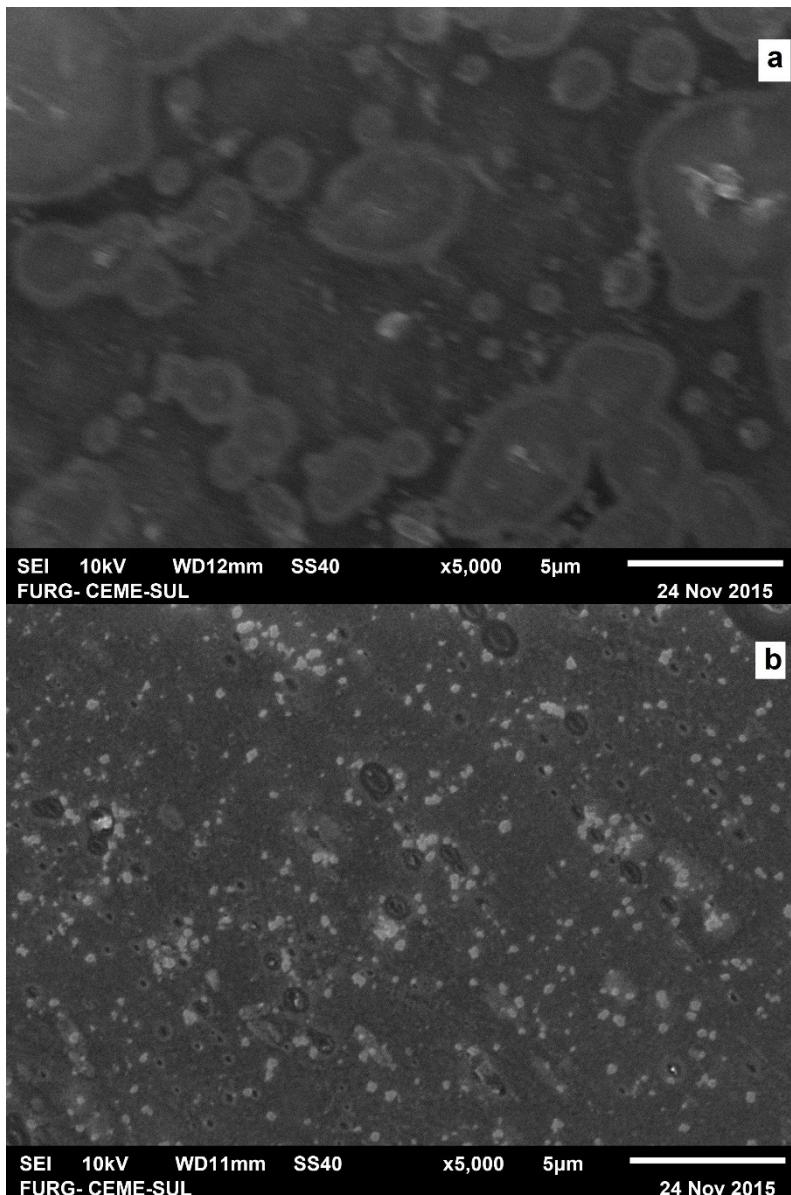


Figura 1- Micrografias de MEV das microcápsulas de carotenoides utilizando proteína de soja, em diferentes proporções, como agente encapsulante: a (x 5000)- goma xantana 1:1; b (x 5000)- goma xantana 1:2.

As características obtidas neste estudo também foram observadas por Sousdaleff e colaboradores (2013), Zuanon, Malacrida e Telis (2013) e Rutz e colaboradores (2016) em suas pesquisas, ao utilizarem o método de liofilização para o encapsulamento de diferentes compostos, dependendo do material de parede utilizado, indicando que, embora o método de liofilização seja comumente utilizado para a obtenção de microcápsulas, nem sempre mostra-se adequado uma vez que objetive a formação de micropartículas esféricas bem definidas e separadas.

Os eventos endotérmicos e exotérmicos apresentados nos termogramas de DSC (Figura 2) encontram-se representados através de curvas para baixo e de curvas para cima, respectivamente.

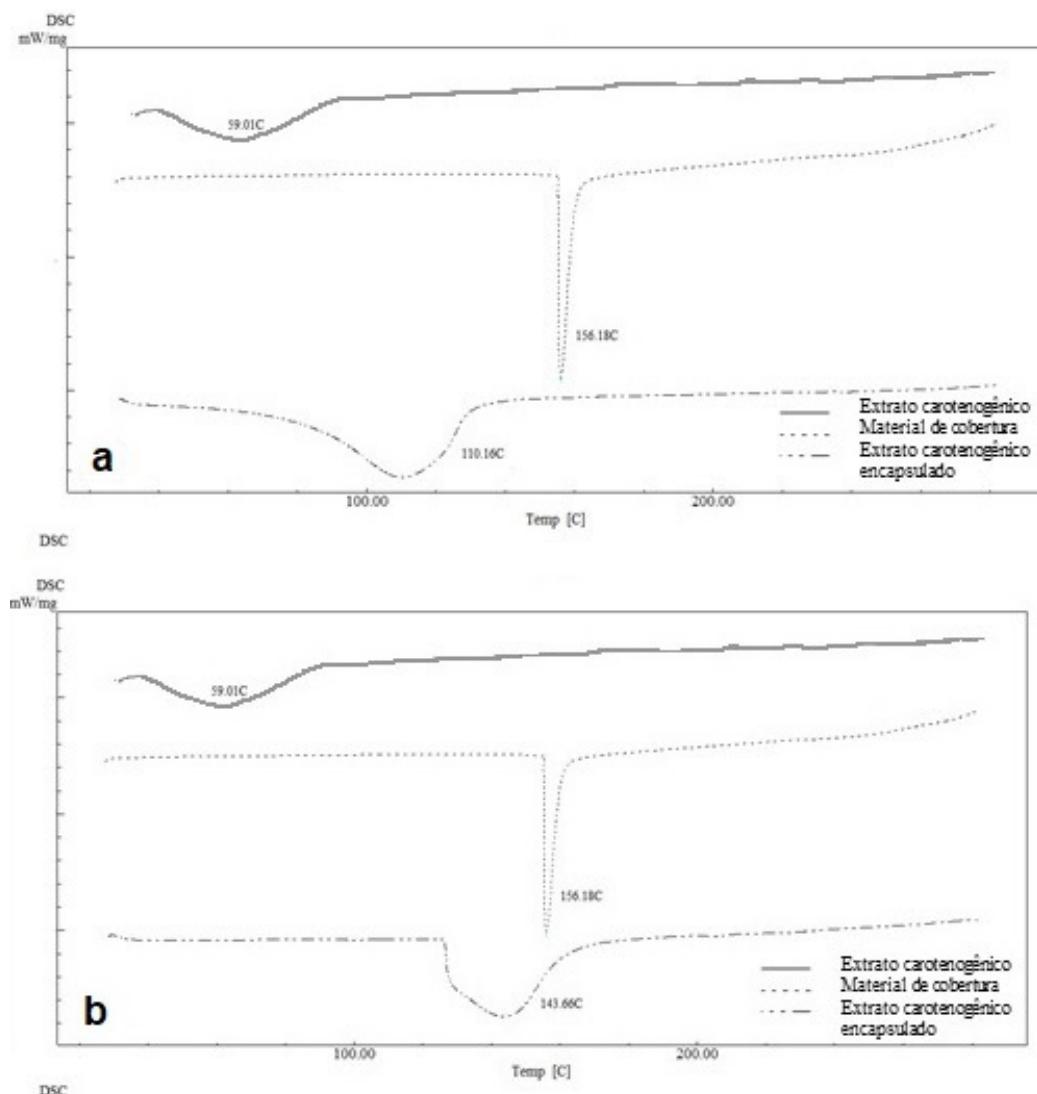


Figura 2- Termogramas de DSC das microcápsulas de carotenoides utilizando proteína de soja como material de cobertura em diferentes proporções: a- goma xantana 1:1, b- goma xantana 1:2.

O extrato carotenogênico livre é caracterizado pela apresentação um evento endotérmico ao atingir 59°C, enquanto que a goma xantana apresenta um único evento endotérmico a 156°C. Após o processo de encapsulamento dos compostos de interesse nota-se um único evento endotérmico, sendo em torno de 110°C para a proporção 1:1 e de 146°C para a proporção 1:2, assemelhando-se ao comportamento do material de parede.

Além disso, os termogramas demonstram a ausência de evento endotérmico a temperaturas próximas de 59° C, característico do extrato carotenogênico livre, sugerindo que os compostos de interesse foram protegidos, e consequentemente, a afirmado a ocorrência da encapsulação.

4 | CONCLUSÃO

Promoveu-se o aprisionamento dos carotenoides produzidos pela levedura *P. rhodozyma* utilizando goma xantana como agente encapsulante pela técnica de

liofilização, obtendo-se elevado rendimento de processo e eficiência de encapsulação. Desta maneira, grande parte dos carotenoides microbianos foram encapsulados, proporcionando o aumento de sua estabilidade e, consequentemente, ampliando as possibilidades de sua aplicação em alimentos. Apesar disso, foi observada a formação de uma única matriz contendo os compostos de interesse dispersos em seu interior, indicando que apesar de os carotenoides estarem protegidos, a goma xantana não é um material de cobertura indicado para obter partículas em escala micrométrica, bem definidas e separadas pelo método de liofilização.

5 | AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

- Bagetti, M. (2009). **Caracterização físico-química e capacidade antioxidante de pitanga (*Eugenia uniflora L.*)** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Bonfim, T. M. B (1999). **Produção de astaxantina pela levedura *Phaffia rhodozyma* (*Xanthophyllomyces dendrorhous*) a partir de meios de cultura de baixo custo** (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Castro, L. A. S. (2002) **Processamento de amostras para microscopia eletrônica de varredura.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 37p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 93).
- Cipollati, E. P (2012). **Obtenção de carotenoides microbianos com atividade antioxidante a partir de coprodutos agroindustriais** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- Cipolatti, E. ; Bulsing, B. ; Sá, C. S. ; Burkert, C. A. V. ; Furlong, E. B. ; Burkert, J. F. M. (2015). Carotenoids from *Phaffia rhodozyma*: Antioxidant activity and stability of extracts. **African Journal of Biotechnology**, 14, 1982-1988.
- Favarro-Trindade, C. S.; Pinho. S. C.; Rocha, G. A. (2008). Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technololy**, 11(2), 103-112.
- Laine, P., Kylli, P., Heinonen, M., Jouppila, K. (2008). Storage stability of microencapsulated cloudberry (*Rubus chamaemorus*) phenolics. **Journal Agricultural Food Chemistry**, 56, 11251-11261.
- Mata-Gómez, L. C.; Montañez, J. C.; Méndez-Zavala, A.; Aguilar, C. N.(2014). Biotechnological production of carotenoids by yeasts: an overview. **Microbial Cell Factories**, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Mexico.
- Medeiros, F. O.; Alves, F. G.; Lisboa, C. R.; Martins, D. S.; Burkert, C. A. V.; Kalil, S. J. (2008). Ondas ultrassônicas e pérolas de vidro: um novo método de extração de b-galactosidase para uso em laboratório. **Química Nova**, 31(2), 336-339.
- Michelon, M.; Borba, T. M.; Rafael, R. S.; Burkert, C. A. V.; Burkert, J. F. M. (2012). Extraction of Carotenoids from *Phaffia rhodozyma*: A Comparison between Different Techniques of Cell Disruption. **Food Science Biotechnology**, 21(1), 1-8.

Parajó, J. C.; Santos, V.; Vázquez, M. (1998). Optimization of carotenoid production by *Phaffia rhodozyma* cells grown on xylose. **Process Biochemistry**, 33(2), 181-187.

Pralhad, T. Rajendrakumar, K. (2004). Study of freeze-dried quercetin–cyclodextrin binary systems by DSC, FT-IR, X-ray diffraction and SEM analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, 34, 333-339.

Rios, D. A. S.; Borba, T. M.; Kalil, S. J.; Burkert, J. F. M. (2015). Parboiling wastewater in the maximization of carotenoids bioproduction by *Phaffia rhodozyma*. **Ciência e Agrotécnica**, 39(4), 401-410.

RUTZ, J. K. (2013). **Caracterização e microencapsulação de suco de pitanga roxa** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Rutz, J. K.; Borges, C. D.; Zambiasi, R.C.; Rosa, C. G.; Silva, M. M. (2016). Elaboration of microparticles of carotenoids from natural and synthetic sources for applications in food. **Food Chemistry**, v. 202, p. 324-333, 2016.

Sousdaleff, M., Baesso, M. L., Medina Neto, A., Nogueira, A. C., Marcolino, V. A., Matioli, G. (2013). Microencapsulation by freeze-drying of potassium norbixinate and curcumin with maltodextrin: Stability, solubility, and food application. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 61, 955–965.

Sutter, S. C.; Buera, M. P.; Elizalde, B. E. (2007). β -carotene encapsulation in a mannitol matrix as affected by divalent cations and phosphate anion. **International Journal of Pharmaceutics**, 332, 45-54.

Valduga E.; Tatsch, P. O.; Tiggemann, L.; Treichel, H.; Tonazzo, G.; Zeni, J.; Luccio, M.; Fúrido Júnior, A. (2009a). Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais. **Química Nova**, 32(9), 2429-2436.

Valduga, E.; Valério, A.; Tatsch, P.O.; Treichel, H.; Furigo Jr, A.; Luccio, M. D. (2009b). Optimization of the production of total carotenoids by *Sporidiobolus salmonicolor* (CBS 2636) using response surface technique. **Food Bioprocess Technology**, 2, 415-421.

Zuanon, L. A. C., Malacrida, C. R., Telis, V. R. N. (2013). Production of turmeric oleoresin microcapsules by complex coacervation with gelatin-gum arabic. **Journal of Food Process Engineering**, 36, 364–373.

OBTENÇÃO DE SORO DE LEITE EM PÓ PELO PROCESSO FOAM-MAT DRYING

Robson Rogério Pessoa Coelho

Escola Agrícola de Jundiaí - Universidade Federal
do Rio Grande do Norte
Macaíba-RN

Ana Paula Costa Câmara

Escola Agrícola de Jundiaí - Universidade Federal
do Rio Grande do Norte
Macaíba-RN

Joana D'arc Paz de Matos

Escola Agrícola de Jundiaí - Universidade Federal
do Rio Grande do Norte
Macaíba-RN

Sâmara Monique da Silva Oliveira

Cooperativa de Laticínios de Natal – Natal-RN

Tiago José da Silva Coelho

Escola Agrícola de Jundiaí - Universidade Federal
do Rio Grande do Norte
Macaíba-RN

Solange de Sousa

Departamento de Gestão e Tecnologia
Agroindustrial-CCHSA-UFPB
Bananeiras-PB

produção de bebidas lácteas. Sua utilização na forma de pó possui várias aplicações, devido a suas características nutricionais e tecnológicas, que vão do seu uso como ingrediente alimentício à produção de medicamentos. Um dos métodos de secagem mais prático e barato é o foam-mat. Esse método utiliza agentes emulsificantes com vantagens de ser mais simples e mais rápido, além de possibilitar o uso de temperaturas mais baixas durante a secagem, preservando melhor o sabor e o valor nutricional. Neste sentido, este trabalho apresenta os resultados da produção e da caracterização nutricional do soro de leite em pó obtido pelo processo foam-mat drying. Foram preparadas três formulações: soro líquido (constante) e a utilização de 3 diferentes quantidades de emulsificante-estabilizante (0,5;1,0 e 1,5%); batidos por 30 minutos; distribuídos em bandejas e submetidos a secagem a 60°C. Realizou-se a caracterização física e físico-química do soro líquido e em pó. Os resultados encontrados mostram que o incremento de agentes espumantes ocorre aumento de rendimento final, umidade e minerais totais, mas com diminuição gradual de lactose. A formulação 0,5% é a que apresenta os melhores resultados com a menor quantidade de agentes espumantes. De uma forma geral, o soro de leite apresentou resultados satisfatórios com processo de secagem por espuma.

PALAVRAS-CHAVE: queijo; espuma; secagem.

RESUMO: O soro de leite representa de 80 a 90% do volume total do leite utilizado durante a produção de queijos e contém, aproximadamente, 55% dos nutrientes do leite: proteínas solúveis, lactose, vitaminas, minerais e uma quantidade mínima de gordura. O soro pode ser utilizado na sua forma original para

ABSTRACT: Whey accounts for 80-90% of the total milk volume used during cheese production and contains approximately 55% of milk nutrients: soluble proteins, lactose, vitamins, minerals and a minimum amount of fat. Can be used in its original form for producing dairy drinks. Its use in the form of powder has several applications, due to its nutritional and technological characteristics, ranging from its use as a food ingredient to the production of medicines. One of drying methods more practical and cheaper is the foam-mat. This method uses emulsifying agents with advantages of being simpler and faster, besides allowing the use of lower temperatures during drying, better preserving the taste and the nutritional value. Thus, this paper presents the results whey powder by foam-mat. Three formulations were prepared: liquid (constant) serum and the use of 3 different amounts of emulsifier-stabilizer (0.5, 1.0 and 1.5%); beaten for 30 minutes; distributed in trays and subjected to drying at 60°C. The physical and physicochemical characterization of liquid and powdered whey. The results show that the increase of foaming agents is an increase in final yield, moisture and total minerals, but with gradual reduction of lactose. The formulation is 0.5% which gives the best results with the least amount of foaming agents. In general, the whey satisfactory results with foam on drying process.

KEYWORDS: cheese; foam; drying.

1 | INTRODUÇÃO

Os alimentos contêm proteínas solúveis e monoglicerídeos, que produzem espumas quando submetidos à agitação, entretanto, as espumas são pouco estáveis, sendo necessária a adição de espumantes e estabilizantes para manter a estabilidade pela redução da tensão superficial (BREDA et al., 2013; ALVES et al., 2014).

A secagem pelo método em foam-mat é considerada um processo simples e de baixo custo, que apresenta a particularidade de utilizar agentes que tem a função de facilitar e manter a estabilidade da espuma durante o processo. Tem como vantagens o processamento em baixas temperaturas, menor tempo de desidratação devido à maior área de contato exposta ao ar, remoção mais rápida da água presente no produto e obtenção de um produto poroso facilmente reidratável (DANTAS, 2010).

O soro de queijo é um líquido opaco, amarelo esverdeado e que contém, aproximadamente, 55% dos sólidos existentes no leite integral, representando em torno de 80 a 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijo (ANDRADE; MARTINS, 2002).

O soro em pó é a forma mais popular do produto para o uso em alimentos. É obtido removendo-se 95% da umidade, mantendo os outros constituintes nas mesmas proporções do soro original. Isto faz com que os custos para transporte e armazenamento sejam reduzidos com maior qualidade (BALDASSO, 2008).

O soro em pó possui diversas aplicações, englobando as indústrias de lácteos, carnes, misturas secas (para condimentar), panificação, chocolates, aperitivos e

bebidas, entre outras (ANDRADE; MARTINS, 2002). O soro em pó não higroscópico é um excelente veículo não aglutinante de fácil dispersão. Muito usado nas misturas secas, para produtos de panificação, salgadinhos, sorvetes e sobremesas lácteas (BALDASSO, 2008).

Segundo o exposto, este estudo teve como objetivo produzir soro de leite em pó através do método de desidratação “foam-mat drying”.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta das amostras

As amostras de soro de leite pasteurizado foram coletadas na Unidade de Processamento de Laticínios da Escola Agrícola de Jundiaí – EAJ/UFRN, provenientes do processamento do queijo coalho, através de precipitação ácida. As mesmas foram armazenadas em recipientes fechados e mantidas sob refrigeração (~10°C).

2.2 Obtenção do de leite em pó

Para obtenção do soro em pó, foram utilizadas três formulações da mistura de soro de leite, mistura de emulsificantes (monoglicerídeo destilado, ester de poliglycerol e estearato de potássio) e estabilizante, tendo como constante o soro (1 L), conforme a Tabela 1.

Formulação (%)	Emulsificante (g)	Estabilizante (g)	Soro (L)
0,5	5	5	1
1,0	10	10	1
1,5	15	15	1

Tabela 1 - Formulações testadas no processamento de soro de leite em pó.

Em todas as formulações os constituintes (soro de leite, emulsificante e estabilizante) foram misturados em batedeira planetária (Marca Arno, modelo BPA) por 30 minutos, sendo que, a cada 10 minutos aumentou-se a velocidade da batedeira em 1 ponto da sua escala. Com isso obteve-se uma espuma estável, que foi distribuída uniformemente em bandejas de aço inox e levadas ao secador com circulação de ar a temperatura aproximada de 60°C até a obtenção do pó (12 – 24 horas), que depois de removido com auxílio de espátulas, foi devidamente embalado em embalagens de polipropileno e conservado a temperatura ambiente.

2.3 Análises físicas do soro desidratado pelo método foam-mat drying

- Peso de pó (pesagem direta em balança com precisão de 0,1g);
- Rendimento médio do pó.

2.4 Análises físico-químicas do soro líquido e desidratado

- Umidade (secagem direta em estufa a 105°C);
- Cinzas (resíduo por incineração);
- Proteínas (método de Kjeldahl modificado);
- Lipídios (extração direta em Soxhlet);
- Lactose (determinação de glicídios redutores) e;
- Acidez titulável.

As análises seguiram as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008).

Os resultados foram obtidos em triplicata, e as médias dos parâmetros físicos e físico-químicos, analisados os com o auxílio do software Microsoft Office Excel (2015)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, observa-se um rendimento médio de 3,81%. Os rendimentos podem observados de acordo com a formulação na Tabela 2.

Formulação (%)	EM (g)	EP (g)	Peso final (g)	Rendimento (%)
0,5	5	5	38	3,6
1,0	10	10	40	3,8
1,5	15	15	41	3,9

Tabela 2 – Peso médio e rendimento do soro de leite em pó, obtido pelo processo foam-mat drying em três formulações.

EM = emulsificante; EP = espessante

Entre os rendimentos destacou-se a formulação 1,5%, por obter o maior peso final. Pode-se observar que o rendimento aumentou com o acréscimo dos agentes espumantes (emulsificante e espessante). Apesar do baixo rendimento, o soro em pó permite armazenamento e conservação por mais tempo, uma vez que, durante o processo de secagem uma grande parte da água é removida.

Valduga et al. (2006), em experimento com soro de leite em pó obtido pelo processo spray dryer, obteve rendimento em torno de 2,6%, valores que corroboram os resultados encontrados no presente trabalho.

De acordo com a Tabela 3, pode-se dizer que o teor de lactose é maior no soro em pó do que no soro líquido, perceptível no resultado encontrado no soro em pó a 0,5%, onde é 10 vezes superior ao encontrado no soro líquido. Característica também percebida por Valduga et al. (2006), que determinaram 48,8% de lactose no soro desidratado pelo método spray dryer e 2,06% no soro *in natura*.

No entanto, o resultado é decrescente nas formulações em virtude da adição dos agentes espumantes (emulsificante e estabilizante). Segundo Almeida et al. (2013), o soro fresco liberado do coágulo contém cerca de 4,3% de lactose, afirmado no soro líquido deste experimento.

Parâmetros (g/100 g)		Formulações		
	Soro líquido	0,5%	1,0%	1,5%
Umidade	93,5	4,5	4,5	6,0
Cinzas	0,5	5,5	6,3	7,1
Acidez	0,01	0,2	0,2	0,1
Lactose	5,1	54,5	35,1	30,2
Lipídeos	0,2	1,7	2,4	1,4
Proteína		8,7	10,1	8,4

Tabela 3 – Médias umidade, cinzas, lipídeos, lactose, acidez titulável, Lactose e proteína do soro líquido e soro em pó nas formulações 0,5%, 1,0% e 1,5% de agentes espumantes (emulsificante e estabilizante).

Baldasso (2008) conseguiu obter soro de leite em pó com 3,5 a 8% de umidade por atomização spray dryer, assim como, Paula (2015) que atingiu 5,0% por spray dryer e 4,5 por liofilização, sendo que, estes valores estão em concordância com o presente trabalho, mostrando que o método foam-mat é eficiente para obtenção do soro em pó.

A umidade presente no soro líquido também é similar ao resultado (95,9%) apresentado por Valduga et al. (2006).

Ainda na Tabela 3, pode-se observar que os valores de cinzas também aumentaram proporcional ao aumento dos agentes espumantes. O soro líquido apresentou resultado equivalente (0,5 a 0,8%) ao encontrado por Baldasso (2008) no soro doce.

A acidez das formulações manteve-se constante para as formulações 0,5 e 1,0%. No experimento conduzido por Valduga et al. (2006), a acidez ([°]Dornic) do soro líquido experimentou uma maior variação que nas amostras utilizadas neste trabalho.

Ao analisar os lipídios, notaram-se valores aproximados nas formulações 0,5 e 1,5% e maior em 1,0%. Essa diferença de valores pode ser consequência da qualidade do leite utilizado, como também pelo método utilizado na fabricação dos queijos, que pode resultar em soros com maior ou menor concentração de nutrientes. Tal comportamento pode ser evidenciado pelos valores encontrados por Silva e Bolini (2006), que obtiveram 1,5% de lipídeos no soro ácido em pó desidratado por liofilização.

A determinação de proteína das formulações obteve resultados próximo aos citados por Silva e Bolini (2006), que determinaram 8,3% e Baldasso (2008), que

conseguiu determinar 10% de proteína no soro em pó. Os autores citados, usaram o método spray dryer e a liofilização para desidratar o soro de leite, o que ratifica que o resultado obtido pelo uso do foam-mat drying no soro de leite é semelhante aos referidos métodos.

4 | CONCLUSÕES

Dentre as formulações do soro de leite em pó testadas nesse trabalho, a formulação 0,5% é a que apresentou os melhores resultados, com a menor quantidade de agentes espumantes. No entanto, é a formulação que obteve maiores resultados para o conteúdo de lactose, sendo assim, não indicada para o consumo por pessoas que tenham intolerância a lactose.

Observou-se que à medida que se incrementa os agentes espumantes, ocorrem aumento dos parâmetros de rendimento final, umidade e minerais totais.

Este estudo mostrou que é possível a fabricação do soro de leite em pó pelo método foam-mat drying, em condições de processamento mais práticas e acessíveis, obtendo um produto que pode ser aplicado nas indústrias alimentícias.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. C. et al. (2013). **Proteína do soro do leite: composição e suas propriedades funcionais.** *Enciclopédia Biosfera*, 9, 1840-1854.
- ALVES, M. P. et al. (2014). **Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos.** *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 69 (3), 212-226.
- ANDRADE, R.L.P.; MARTINS, J.F.P. (2002). **Influência da adição da fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22 (3), 249-253.
- BALDASSO, C. (2008). **Concentração, purificação e o fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BREDA, C. A. et al. (2013). **Efeito da desidratação foam mat na retenção da vitamina C da polpa de cajamanga.** *Alimentos e Nutrição*, 24 (2), 189-193.
- DANTAS, S. C. M. (2010). **Desidratação de polpas de frutas pelo método foam-mat** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** (1^a ed. Digital, 4. ed.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analiseddealimentosial_2008.pdf.
- PAULA, R.R. (2015). **Estudo da cinética e influência dos métodos de secagem sobre as propriedades físico-químicas de soro de leite** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo.

SILVA, K.; BOLINI, H.M.A. (2006). **Avaliação sensorial de sorvete formulado com produto de soro ácido de leite bovino.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26 (1), 116-122.

VALDUGA, E. et al. (2006). **Aplicação do soro de leite em pó na panificação.** *Alimentos e Nutrição*, 17(4), 393-400.

OBTENÇÃO DE UM ISOLADO PROTÉICO EXTRAIDO DE SUBPRODUTOS DE PESCADA AMARELA (*Cynoscion acoupa*)

Márlia Barbosa Pires

Escola Superior da Amazônia (ESAMAZ), Curso de Nutrição.
Belém- Pa.

Fernanda de Sousa Magno

Escola Superior da Amazônia (ESAMAZ), Curso de Nutrição.
Belém- Pa.

José Leandro Leal de Araújo

Escola Superior da Amazônia (ESAMAZ), Curso de Nutrição.
Belém- Pa.

RESUMO: A pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*) é uma espécie da família Sciaenidae que ocorre em águas tropicais e subtropicais da costa atlântica da América do Sul, entre elas a bacia amazônica. A carne de peixe apresenta a mesma proporção de proteínas que as demais, porém de qualidade superior devido ao menor teor de tecido conjuntivo. As indústrias de beneficiamento de pescado geram diariamente quantidades significativas de resíduos sólidos orgânicos, este material muitas vezes não é aproveitado. O isolamento de proteína é basicamente um processo de extração o qual visa obter-se um produto mais concentrado e são obtidos de diversos alimentos, como soja, feijão, leite, frango e pescados. A obtenção de isolados protéicos de pescado é um método

alternativo para melhorar o aproveitamento dos resíduos agroindustriais para fins de aplicação industriais, incluindo suplementos proteicos, realçadores de sabores, estabilizadores dentre outros. Este trabalho teve como objetivo obter e caracterizar isolado proteico extraído de subprodutos de pescada amarela. Durante esta pesquisa avaliou-se a composição centesimal e as propriedades tecnológicas como: Capacidade de absorção de água (CAA), Capacidade de absorção de óleo (CAO), poder de inchamento (PI), índice de solubilidade (IS), índice de emulsificação (IE) e formação de espuma (IFE). Após a análise da composição físico-química do isolado da pescada amarela, obteve-se resultados para 100g, Carboidrato 7,07%, Proteína 72,24%, Lipídeos 0,22%, Valor energético 319,22 kcal. Quanto a análise das propriedades tecnológicas o isolado protéico apresentou também baixa solubilidade em pH ácido, porém apresentou alta porcentagem de capacidade emulsificante. As % CAA e % CAO foram inferiores aos de outras origens proteicas, o que pode interferir nos processos emulsificantes. Logo, fica inviável sua aplicação na produção de produtos de confeitoraria, pastelaria e massas em geral. De acordo com os resultados obtidos após a avaliação da composição físico-química, é possível e viável a obtenção de isolado proteico a partir dos subprodutos de pescada amarela com

propriedades tecnológicas de interesse.

PALAVRAS-CHAVE: Isolado Proteico, Pescada Amarela, Resíduos

ABSTRACT: Yellow hake (*Cynoscion acoupa*) is a species of the Sciaenidae family that occurs in tropical and subtropical waters of the Atlantic coast of South America, among them the Amazon basin. Fish meat presents the same proportion of proteins as the others, but of superior quality due to the lower content of connective tissue. The fish processing industries generate significant quantities of organic solid waste daily, this material is often not used. Isolation of protein is basically an extraction process which aims to obtain a more concentrated product and are obtained from various foods, such as soy, beans, milk, chicken and fish. Obtaining fish protein isolates is an alternative method to improve the utilization of agroindustrial residues for industrial application purposes, including protein supplements, flavor enhancers, stabilizers, among others. This work aimed to obtain and characterize protein isolate extracted from yellow hake by - products. During this research, the centesimal composition and the technological properties were evaluated as: Water absorption capacity (WAC), oil absorption capacity (OAC), swelling power (SP), solubility index (SI), emulsification index (EI) and foaming (FI). After analyzing the physical-chemical composition of the yellow hake isolate, results were obtained for 100g, Carbohydrate 7.07%, Protein 72.24%, Lipids 0.22%, and Energy value 319.22 kcal. As for the analysis of the technological properties, the protein isolate also presented low solubility in acid pH, but presented a high percentage of emulsifying capacity. The% CAA and% CAO were lower than those of other protein sources, which may interfere with the emulsifying processes. Therefore, its application in the production of confectionery, pastry and pasta in general is unfeasible. According to the results obtained after the physical-chemical composition evaluation, it is possible and feasible to obtain protein isolate from the by-products of yellow hake with technological properties of interest.

KEYWORDS: Protein Isolate, Yellow Hake, Residues

1 | INTRODUÇÃO

Existem algumas categorias de produtos que tem a finalidade de suplementar a dieta com nutrientes ou outras substâncias em situações específicas, como os suplementos vitamínicos e ou minerais (Portaria n.32/1998). Estes produtos podem ter diversas finalidades, desde auxiliar nas demandas nutricionais de atletas para permitir que estes cumpram com a rotina de treinamentos e melhorar o seu desempenho ou auxiliar na redução da absorção de colesterol em alguns indivíduos (ANVISA, 2010). Os suplementos devem ser utilizados quando as necessidades de nutrientes não estão sendo alcançadas pela alimentação, como é o caso de atletas profissionais, que são submetidos ao estresse do exercício, aumentando muito o seu metabolismo, bem como suas necessidades nutricionais (WAGNER, 2011).

Um maior interesse foi dado ao peixe após a expansão da nutrição como área

de conhecimento, que apresentou as vantagens do peixe como alimento, devido ao seu valor nutritivo, principalmente em relação aos teores de Vitamina A e D, e da qualidade dos lipídeos. (INGREDIENTS, 2009). A carne de peixe apresenta a mesma proporção de proteínas que as de carnes bovinas, suínas e de aves, porém a qualidade é superior devido ao menor teor de tecido conjuntivo constituído de proteínas de baixa qualidade do que as outras carnes. A proteína é extremamente rica em metionina e lisina, considerada aminoácidos essências, não sendo sintetizado pelo organismo humano e cuja ingestão é fundamental (MENEZES, 2006)

O isolamento de proteína é basicamente, um processo de extração o qual visa obter-se um produto livre de interferentes e, portanto, mais concentrado, o qual, por isso tem outras propriedades e características de conservação e uso (MARTINS, 2009). Os isolados proteicos são obtidos de diversos alimentos, tais como soja, feijão, leite, frango, pescado e outros. Não existe um método único ou um conjunto de métodos aplicáveis ao isolamento de todas as proteínas indistintamente. Porém, para qualquer proteína, é possível, geralmente, escolher-se uma sequência de etapas de separação que irão resultar em um grau elevado de purificação e um alto rendimento (SANTOS, 2006).

A obtenção de isolados proteicos de pescado é um método alternativo para diversificar e melhorar o aproveitamento de espécies de baixo valor comercial assim como dos resíduos, ou seja, dando uso mais nobre à grande quantidade de resíduos gerados pela indústria pesqueira e contribuirá para a aplicação de uma fonte proteica de alto valor em diversos produtos alimentícios, e em produtos para fins industriais, incluindo substitutos do leite, suplementos proteicos, realçadores de sabores, estabilizadores de bebidas, dentre outros (MARTINS et al., 2009).

Dado o exposto, verifica-se que estado do Pará é rico em subprodutos de alta qualidade, necessitando-se de estudos sobre a utilização e complementação deste na alimentação humana. Grande quantidade de resíduo de pescado, é descartada diariamente em áreas adjacentes às instalações industriais e nos pontos de venda. Porém estes podem ser aproveitados, pois são potenciais fontes não convencionais de proteína para alimentação humana. (COSTA et al., 2007). O presente estudo analisa possibilidade de obter-se um isolado protéico extraído de subprodutos da pescada amarela, além de analisar as características nutricionais e as qualidades tecnológicas do isolado protéico.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Para obtenção do IP (isolado proteico) utilizaram-se resíduos da filetagem de peixes da espécie pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), doadas por comerciantes

do Mercado de peixe do Ver-O-Peso no município de Belém-Pará. Os resíduos foram obtidos sob condições higiênicas satisfatórias. Método de extração foi obtido segundo Vidal et al., 2011, presente na Figura 1.

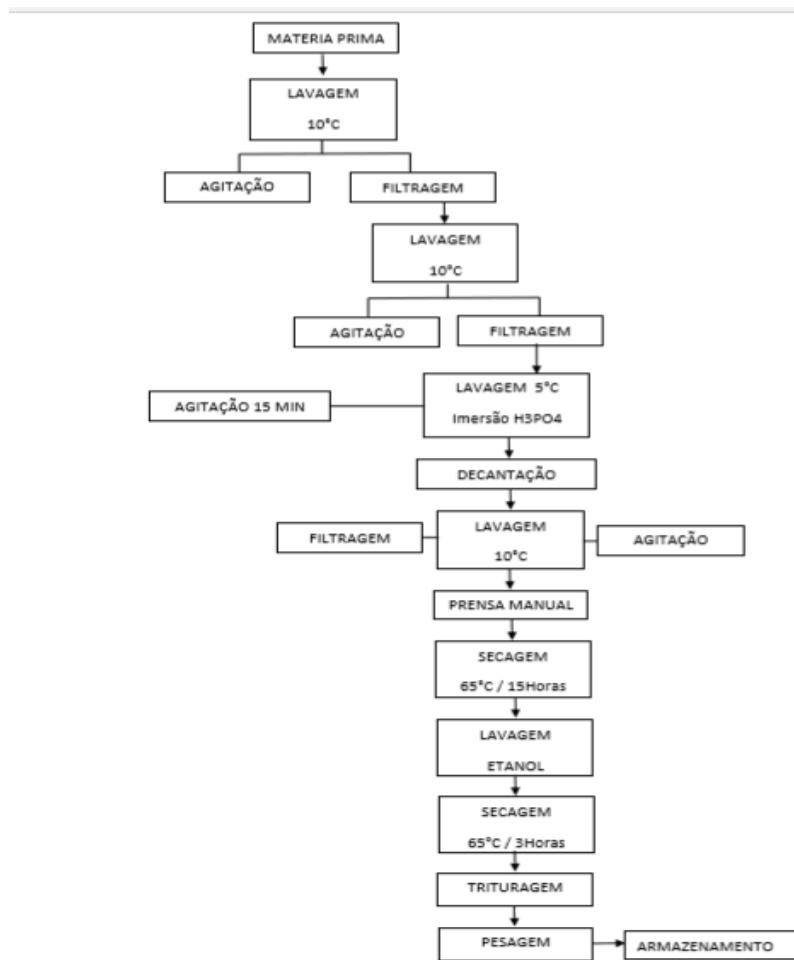


Figura 1. Fluxograma do processo para obtenção de isolado proteico de pescado.

As amostras de peixe foram evisceradas no local da coleta e em seguida foram armazenados, em caixa térmica, com gelo em escama, para então serem transportadas, onde foram selecionadas as partes para uso. A carne extraída dos resíduos fora submetida a dois ciclos de lavagens com água a aproximadamente 10°C, sob agitação e filtragem em tecido de poliéster branco, entre os ciclos de lavagem. Retirando a gordura sobrenadante e filtrando o material para retirada do excesso de água, usando-se um tecido de microfibra de poliéster.

O terceiro ciclo de lavagem foi realizado através de imersão em solução de H₃PO₄ (0,05%) na temperatura de 5°C, sob agitação durante 15 minutos em agitador mecânico modelo 715, da marca FISATOM a 500 RPM, para auxiliar na desodorização da carne e para alcançar o ponto isoelétrico da proteína miofibrilar (pH ± 5), conforme Figura 2. Em seguida, deixou-se a carne decantar e se retirou a gordura sobrenadante, com posterior filtragem em tecido de microfibra de poliéster.



Figura 2. Sistema de agitação

O quarto ciclo de lavagem foi realizado seguindo o mesmo procedimento descrito para o primeiro e segundo ciclos de lavagem. Em todos os ciclos de lavagem, a proporção de líquido e carne fora de 3:1. A carne lavada foi prensada manualmente e disposta em finas camadas em bandejas cobertas com papel alumínio e submetidas à secagem em estufa da marca DeLeo, com circulação forçada de ar a 65 °C por 15 horas. O material seco foi submetido à lavagem com etanol, retirou-se o excesso do álcool através de filtragem e de secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 3 horas. Em seguida, triturou-se o material em processador doméstico e armazenou-se.

2.2 Composição fisico- química

As análises de umidade, proteína, cinzas, gordura e carboidratos, foram realizadas de acordo com a metodologia da AOAC (2012). A atividade de água (Aw) será determinada utilizando-se o equipamento termo higrômetro digital.

2.3 Propriedades funcionais

Foram determinadas: capacidade de absorção de óleo, segundo o método de Lin et al. (1974); capacidade de absorção de água segundo Sosulski, (1962); propriedade emulsificante e espumante segundo o método de Dench et al. (1981), índice de solubilização e poder de inchamento segundo Leachet al. (1959).

2.4 Análise estatística

Para análise estatística se usou software Excel® para tabulação dos dados e análise de média e desvio padrão.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentada a média dos resultados da composição centesimal obtida das amostras de subproduto da pescada amarela.

DETERMINAÇÕES	ISOLADO PROTEICO
Umidade(g/100g)	18,33±0,43
Lipídeos(g/100g)	0,22±0,32
Proteínas(g/100g)	72,24±0,03
Cinzas(g/100g)	2,14±0,35
Carboidrato (g/100g)	7,07±0,45
Valor energético (Kcal)	319,22±0,56
aw	0,46± 0,00
pH	4,75± 0,10

TABELA 1: Composição centesimal do isolado proteico de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*).

Valores médios de três repetições com seus desvios padrões.

Segundo a Resolução CNNPA Nº 12 da ANVISA (BRASIL, 1978), a umidade é um parâmetro importante a ser avaliado, pois indica se a secagem foi adequada. Valores de umidade fora das recomendações técnicas resulta em grandes perdas na estabilidade química, na qualidade geral dos alimentos e na deterioração microbiológica. A composição centesimal apresentou o teor de umidade da amostra analisada de 18,33±0,43, apesar de não haver um nível regulamentado para umidade em suplementos proteicos. Outros estudos apresentaram o monitoramento da qualidade de suplementos proteicos. Oliveira et al. (2012), estimaram teores de umidade entre 3,99 % e 6,70 %, com média de 5,27 %, quando analisaram cinco

suplementos proteicos do mercado de Natal - RN, empregando de secagem em estufa a 105 °C. Estes resultados diferenciam com os aqui reportados.

A capacidade de incorporação de umidade em alimentos em pó, é chamada de higroscopidade, o qual está diretamente ligada à sua estabilidade física, química e microbiológica (OLIVEIRA et al., 2012). Neste sentido, quanto menor o grau higroscópico, menor será o teor de umidade e consequentemente maior a estabilidade do alimento.

O teor lipídico dos alimentos atua como transportador de nutrientes e vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) (PINHEIRO et al., 2005). Desta forma torna-se importante a presença deste nutriente em quantidade suficiente para desenvolver suas funções fisiológicas. No presente estudo, o percentual lipídico é 0,22%, valor próximo ao encontrado por Oliveira et al., (2012) em cinco diferentes amostras de suplementos de proteínas do soro do leite, que encontrou valores entre 2,81% e 0,00%.

Informações fornecidas pela American Dietetic Association, Dietitians of Canada (ADADC, 2007), informa que a proteína é um dos suplementos alimentares mais populares dentre atletas e praticantes de atividades físicas. O teor de proteína presente na amostra analisada foi de 72,24%, superior ao valor mínimo da proteína de alto valor biológico que deve conter em um suplemento proteico, correspondente a 65% segundo a portaria Nº222 da ANVISA.

O teor de cinzas é uma medida de qualidade em um alimento e implica no seu valor nutricional, mas também pode indicar adulterações com a possível adição de compostos inorgânicos (ZAMBIAZI, 2010; ARAÚJO et al, 2006). Os resultados das cinzas foram elevados, pois segundo Contreras-Guzmán (1994), peixes de água doce apresentam variações na fração de cinzas que vão de 0,99% a 3,39 %. Considerados valores de cinzas (minerais) em alimentos são esperados, pois, de acordo com Mahan (1998), estes representam um importante parâmetro para a nutrição humana e exercem importantes funções em vários processos metabólicos.

Os carboidratos representam uma das maiores fontes energéticas nos alimentos, contribuindo normalmente com a maioria das calorias ingeridas durante o dia. Neste estudo, o valor obtido por diferença entre os principais macronutrientes foi de 7,07/100g e está de acordo com os 20 % estabelecidos pela ANVISA.

O IP apresenta um elevado valor energético com 319,22kcal. Ao ser comparado a uma dieta padrão de 2000kcal. Representou um percentual de aproximadamente 20% dos requerimentos energéticos diários. Segundo a ANVISA o produto pronto para consumo deve conter, no mínimo, 50% do valor energético total proveniente das proteínas.

Alimentos com baixo teor de umidade possuem menor atividade de água e são menos propensos à decomposição. Valores de umidade superiores aos encontrados neste estudo foram observados por Oliveira e colaboradores (2012) em cinco diferentes amostras de suplemento de proteínas do soro do leite bovino (Whey Protein) cujo valores encontrados variaram de 3,99% a 6,70%. O pH está

diretamente ligado a solubilização da proteína, a variação de pH é um método de solubilização. O resultado obtido do pH foram de $4,75 \pm 0,10$ as condições ótimas de processamento para se obter a máxima solubilidade é ter o pH próximo a 7.

Propriedades tecnológicas	ISOLADO PROTEICO
CAA	$60,32 \pm 0,4$
CAO	$23,87 \pm 0,2$
PI	$6,4 \pm 0,7$
IS	$56,45 \pm 0,3$
IE	$9,32 \pm 0,4$
IFE	$0,34 \pm 0,1$

TABELA 2: Propriedades tecnológicas do isolado proteico de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*).

CAA- Capacidade de Absorção de Água; CAO- Capacidade de Absorção de Óleo; P.I- Poder de Inchamento; I.S- Índice de Solubilidade; IE-Emulsificação; IFE- Espuma.

A CAA é a quantidade de água que permanece no alimento proteico após a exposição a um excesso de água e a aplicação de uma força centrífuga ou pressão (SGARBIERI, 1996). A capacidade de absorção de água do isolado proteico de pescada amarela (IPPA) foi 60,32, considerado elevado comparado aos valores encontrados por La Rocha (2014) quando analisou o isolado protéico de Bijupirá (*Rachycentron canadum*). Foram observadas menores retenções de água pelas proteínas em valores de pH extremos (3,0 e 11,0), com 21,9 e 19,1 mL.g⁻¹, respectivamente. No presente estudo, o fator pH, teve influência na capacidade das proteínas se ligarem às moléculas de água, pois o valor de pH 4,75 esta afastado do pH isoelétrico do IPPA onde há predominância de cargas de mesmo sinal provocando repulsão e afastamento entre as moléculas, deixando maior espaço para ser preenchido pelas moléculas de água, consequentemente aumentando a CAA.

A capacidade de absorção de óleo (CAO) é de grande importância na formulação de alimentos, sendo capaz de influenciar a ordem de adição de ingredientes secos na mistura, além de ser utilizada para determinar o tempo de mistura usando uma distribuição uniforme do óleo ou de gorduras nas misturas secas (FERREIRA et al, 2013).

Segundo Gabiatti Junior (2015) comparado ao isolado protéico de subprodutos de aves, o valor de CAO observado no presente estudo está superior, onde o resultado obtido foi $23,7 \pm 0,2$ e o comparado acima respectivamente foi $4,2 \pm 0,5$. A CAO obtida demonstrou que o isolado tem uma maior capacidade de absorver óleos, facilitando os processos emulsificantes.

O poder de inchamento é definido como o peso do sedimento inchado (g), segundo analise o resultado foi $6,4 \pm 0,7$. Para Silva et al. (2006) o valor encontrado foi de 15,9 g/g. Esta diferença pode ser relacionada com o baixo teor de lipídeos

encontrado no isolado proteico de pescada amarela.

O índice de solubilidade das proteínas pode ser observada a partir da quantidade de nitrogênio proteico que é solubilizado ou do índice de dispersabilidade. O índice de solubilização do isolado proteico encontrado foi de 56,45%, sendo inferior aos 80% considerados como ótimo para solubilização. Sendo assim esse marcador pode ser considerado como prejudicial para a integridade do produto.

A capacidade de emulsificação é uma propriedade interfacial das propriedades funcionais das proteínas sendo definida como a capacidade das moléculas de se unirem e formarem uma mistura de dois líquidos imiscíveis, um deles disperso no outro sob a forma de glóbulos (SGARBIERI, 1996; GLÓRIA; REGITANO-D'ARCE, 2000; RAMOS; BORA, 2004). As características mais importantes das proteínas relacionadas com a capacidade de formar emulsões são: Solubilidade, Flexibilidade, conformacional e Hidrofobilidade. Os resultados obtidos pela análise sobre a capacidade de emulsificação foram superiores comparado ao isolado proteico de Pinhão-Manso observado por Cesario (2012) que foi de 0,13. Isso pode ser justificado pelo pH.

Formação de espuma pode ser definida como um sistema de duas fases, ar e agua, constituídas por câmaras de ar separadas por uma camada fina e continua. Sua função é diminuir a tensão interfacial. Após a determinação da capacidade de formação de espuma notou-se que o isolado não apresentou tal propriedade (0,34), não havendo formação de espuma não se calcula a estabilidade de espuma. Com base nestes resultados podemos afirmar que o isolado proteico de pescada amarela não deve ser utilizado como ingrediente em formulações que necessitem de aeração, pois a capacidade de formação de espuma e sua estabilidade são importantes em produtos de forno, merengues e coberturas de bolos, por ajudarem na incorporação de ar.

4 | CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos após a avaliação da composição físico-química, é possível e viável a obtenção de isolado proteico a partir dos subprodutos de pescada amarela. O método utilizado para a extração do isolado no trabalho mostrou alguns resultados satisfatório. Segundo a RDC nº 18 de 27/04/2010 o teor de proteico da amostra está dentro do padrão para ser considerada uma proteína de alto valor biológico. A análise do presente trabalho mostrou 72,24%, onde o valor mínimo é de 65% de proteínas. Os valores de carboidrato e o lipídeo também estão dentro do padrão referente a mesma resolução. O material analisado no trabalho poderá ser utilizado para produção de suplemento alimentar proteico, e está dentro do padrão exigido pela resolução da Anvisa. Para melhor eficácia, o produto precisará passar por algumas modificações como a quantidade da kcal, que se mostrou estar

inferior ao recomendado.

O IFE apresentou também baixa solubilidade em pH ácido, porém apresentou alta porcentagem de capacidade emulsificante. O IFE de pescada amarela não apresentou boa capacidade de formação de espuma. Sendo assim, fica inviável sua aplicação na produção de produtos de confeitoria, pastelaria e massas em geral, com base nos resultados das propriedades funcionais de solubilidade, absorção de água e óleo, comparáveis às de produtos proteicos de outras origens, soluções para isso seriam atenuar a variação de pH (tamponar) e estudar o ponto isoelétrico para elevar a solubilidade.

REFERÊNCIAS

ANVISA. **O QUE É E PARA QUE SERVE O SUPLEMENTO ALIMENTAR?** 2010. Disponível em: <[O que é e para que serve o suplemento alimentar?](#)>. Acesso em: 01 set. 2018

AOAC; Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, (2002). 17th ed. Washington

BIDUSKI, Bárbara. **Modificação ácida e oxidação de amido de sorgo e sua aplicação em filmes biodegradáveis.** 2015. Disponível em: <http://dctauppel.com.br/ppgcta/manager/uploads/documentos/dissertacoes/dissertacao_biduski,_barbara.pdf>. Acesso em: 31 abr. 2019.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 18, DE 27 DE ABRIL DE 2010.** 2010. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_18_2010_COMP.pdf/1f6e1baf-fd83-4408-8e97-07578fe3db18>. Acesso em: 06 abr. 2019.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA.. **RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 243, DE 26 DE JULHO DE 2018.** Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/KujrwOTZC2Mb/content/id/34379969/do1-2018-07-27-resolucao-ddiretoria-colegiada-rdc-n-243-de-26-de-julho-de-2018-34379917>. Acesso em: 29 abr. 2019.

CADETE, L. C. S. et al. **EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PROTEÍNAS MIOFIBRILARES DE RESÍDUOS DE FILETAGEM DA INDÚSTRIA DE PESCA DO PARÁ.** 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/975.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

CARVALHO, Ana Vânia et al. **Caracterização de concentrado e isolado proteico extraído de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*, Schum).** 2008. Disponível em: <<http://bj.ital.sp.gov.br/artigos/html/busca/PDF/v12n1346a.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2019.

CHANG, Leomar Hackbart da Silva Gabriela Wakayama Nomiyama Ingrid Paula de Souza Yoon Kil; COSTA, Paula Fernanda Pinto da; CHANG, Gabriela Wakayama Nomiyama Ingrid Paula de Souza Yoon Kil. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO- QUÍMICA E TECNOLÓGICA DA FARINHA DE SOJA INTEGRAL FERMENTADA COM ASPERGILLUS ORYZAE.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjft/v15n4/aop_bjft_2611.pdf>. Acesso em: 05 de maio 2019

COLEGIADA, Órgão: Ministério da Saúde/agência Nacional de Vigilância

DENCH, J.E.; Rivas, R.N.; Caygill, J.C., (1981). **SELECTED FUNCTIONAL PROPERTIES OF SESAME** (*Sesamum indicum* L.) flour and two protein isolates. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 32, n. 6, p. 557-564. Disponível em: <<http://www.eaic.uem.br/eaic2015/anais/artigos/643.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2018.

GABIATTI JUNIOR, Claudio. **PRODUÇÃO DE ISOLADO PROTEICO PROVENIENTE DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE AVES EM DIFERENTES ESCALAS.** 2015. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/6315/claudio%20gabiatti%20junior%20produo%20de%20isolados%20proteicos%20utilizando%20subprodutos%20da%20industria%20de%20frango%20em%20diferentes%20escalas.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

GLÓRIA, Mariana M. da; REGITANOD³⁹; ARCE, Marisa A.b. **CONCENTRADO E ISOLADO PROTÉICO DE TORTA DE CASTANHA DO PARÁ: OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FUNCIONAL1.** Disponível em:<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/veiculos_de_comunicacao/CTA/VOL20N2/CTA20N2_15.PDF>; Acesso em: 13 maio 2019.

INGREDIENTS, Revista Food. **PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS DO PEIXE.** 2009. Disponível em: <FI, Revista. FOOD INGREDIENTS BRAZIL. 2009. Acesso em: 06 set. 2018.>. Acesso em: 06 set. 2018.

LAROCHA, Sabrina Bacelo de. **NANOFIBRAS DE ISOLADO PROTEICO DE BIJUPIRÁ (Rachycentron canadum): DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA.** 2014. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/6362/sabrina%20de%20la%20rocha%20-%20nanofibras%20de%20isolado%20proteico%20de%20bijupir%20rachycentron%20canadum.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

LEACH, H. W.; Mccowen, L. D.; Schoch, T. J. (1959). **STRUCTURE OF THE STARCH GRANULE. I. SWELLING AND SOLUBILITY PATTERNS OF VARIOUS STARCHES.** CEREAL CHEMISTRY, v. 36, n. 6, p. 534-544.

LIN, M.J.Y.; Humbert, E.S.; Sosulski, F.W., (1974). **Certain functional properties of sunflower meal products.** Food Science and Technology, v. 39, n. 2, p. 368-370.

LOUREIRO, Ligiane Marques. **ELABORAÇÃO DE BASES ALIMENTÍCIAS PROTÉICAS UTILIZANDO FARINHA DE BANANA VERDE.** 2019. Disponível em: <http://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2010/LIGIANE_LOUREIRO.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2019.

MENEZES, Maria Emilia da Silva. **A composição química da carne do pescado, particularmente dos peixes, aproximasse bastante das de aves, bovinos e suínos. Seu principal componente é a agua, cuja proporção na parte comestível pode varias.** 2006. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1084/1/MariaEmiliadaSilvaMenezes.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

OLIVEIRA, Gustavo Fonseca. **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE ISOLADO PROTÉICO DE SOJA MODIFICADO COM HEXAMETAFOSFATO DE SODIO.** Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2875/texto%20completo.pdf?sequence=1>>.

PIRES, Márlia Barbosa. **OBTENÇÃO DE FARINHAS DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) PARA APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.** 2013. Disponível em: <[file:///C:/Users/Rodrigo/Downloads/M%C3%A1rlia%20Pires%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Rodrigo/Downloads/M%C3%A1rlia%20Pires%20(1).pdf)>. Acesso em: 01 abr. 2019.

ROSA⁴, F. C. Corrêa¹ ; L. P. Santos² ; F. E. R. Silva³ ; I. C. C. Barbosa^{4*} ; R. M. S. Santa. **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE FILÉS DE PEIXE COMERCIALIZADOS EM BELÉM DO PARÁ, BRASIL.** Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/3263>>.

SANTOS, Orquídea Vasconcelos dos. **DESENVOLVIMENTO DE BARRAS DE ALTO TEOR PROTÉICO A PARTIR DA CASTANHA-DO-BRASIL.** 2008. Disponível em: <<http://ppgcta.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2008/Orqu%C3%ADdea%20dos%20Santos.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2019.

SANTOS, Ronaldo Follmann. **PROPRIEDADE PROTÉICA E CALÓRICA DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES A BASE DE WHEY PROTEIN.** 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6936/1/FB_GQTA_2014_18.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2019.

SANTOS, S. D. Obtenção e avaliação de hidrolisado enzimático obtido a partir de pescado de baixo valor comercial. Dissertação, Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 110p. Rio Grande, 2006.

SILVA, Leomar Hackbart da et al. **Caracterização físico-química e tecnológica da farinha de soja integral fermentada com *Aspergillus oryzae***. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/bjft/v15n4/aop_bjft_2611.pdf. Acesso em: 01 mar. 2019.

SILVA, Lizandra Vasconcellos; SOUZA, Scheilla Vitorino Carvalho de. **Qualidade de suplementos proteicos: avaliação da composição e rotulagem**. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/10/rial75_completa/artigos-separados/1703.pdf. Acesso em: 18 abr. 2019

SILVA, Lizandra Vasconcellos; SOUZA, Scheilla Vitorino Carvalho de. **Qualidade de suplementos proteicos: avaliação da composição e rotulagem Quality of protein supplements: evaluation of composition and labeling**. 2016. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/10/rial75_completa/artigos-separados/1703.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2019.

SOSULSKI, F.N., (1962). **The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. Cereal Chemistry**. v. 39, n. 4, p. 344-350.

SOUZA, H.A.L.; BENTES, A.S.; SIMÕES, M.G.; FONTELLES, M.J.P. (2008). **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E NUTRICIONAL DE TRÊS ESPÉCIES DE PEIXES AMAZÔNICOS**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. v.04, n. 02: p.141-152.

TRAMUJAS, Janaína Melati. **UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES LIGANTES NO DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAL SALGADA ADICIONADA DE CHIA (*Salvia hispânica L.*)**. 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1655/1/LD_PPGTAL_M_Tramujas%20Jana%C3%ADna%20Melati_2015.pdf>. Acesso em: 9 set. 2018

VITORINO, Kelly Cristina et al. **INCLUSÃO DE CONCENTRADO PROTÉICO DE DIFERENTES ESPÉCIES EM BARRA DE CEREAIS AROMATIZADAS**. 2015.

OTIMIZAÇÃO DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E CINÉTICA DE SECAGEM DE CUBIU (*Solanum sessiliflorum Dunal*) PARA OBTEÇÃO DE CHIPS

Luciana Alves da Silva Tavone

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
Pós-graduação em Ciência de Alimentos.

Maringá-PR, Brasil

Suelen Siqueira dos Santos

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
Pós-graduação em Ciência de Alimentos.

Maringá – Paraná.

Aroldo Arévalo Pinedo

Universidade Federal do Tocantins, Departamento
de Engenharia de Alimentos.

Palmas – Tocantins.

Carlos Alberto Baca Maldonado

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade intercultura indígena -FAIND
Dourados – Mato Grosso do Sul.

William Renzo Cortez-Vega

Universidade Federal da Grande Dourados,
Departamento de Engenharia de Alimentos.

Dourados – Mato Grosso do Sul.

Sandriane Pizato

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
– Departamento de Tecnologia.

Umuarama – Paraná.

Rosalinda Arévalo Pinedo

Universidade Federal da Grande Dourados,
Departamento de Engenharia de Alimentos.

Dourados – Mato Grosso do Sul.

Dunal) é uma fruta originária da Amazônia, também conhecida como maná, topiro, tomate de índio, maná-cubiu, topiro (ou tupiro), cocona, Oricono Apple e Peach Tomato. É uma fruta utilizada para diversos fins, tanto consumo *in natura*, como suco, doces, geleias, temperos para carnes, utiliza-se também como medicamento. Tem sabor e aroma característicos e agradáveis, porém há poucos estudos sobre essa cultura, o que dificulta muito o cultivo para os agricultores que se interessam pela mesma. O objetivo do presente estudo foi realizar a desidratação osmótica da fruta de cubiu e posteriormente a secagem das amostras para obtenção de chips. Os frutos de cubiu foram obtidos da fazenda experimental da UFGD e foram avaliadas as características físicas (diâmetro transversal, longitudinal, massa e atividade de água), bem como os sólidos solúveis totais (°Brix) do fruto *in natura*, e após desidratação osmótica a 50 e 60°Brix com cinética de secagem a diferentes temperaturas (50 e 70°C) até peso aproximadamente constante. A amostra seca em temperatura de secagem de 70°C submetida solução açucarada de 60°brix foi a que apresentou melhor combinação para a desidratação osmótica seguida de secagem para a elaboração de chips de cubiu. O processamento para elaboração do chips de cubiu, além de ser uma alternativa para reduzir a deterioração, aumenta a vida útil da fruta, é

RESUMO: O Cubiu (*Solanum sessiliflorum*

uma alternativa para difusão do fruto para outras regiões do país.

PALAVRAS-CHAVE: Frutos amazônicos. Frutos exóticos. Modelagem matemática. Tecnologia de alimentos.

OPTIMIZATION OF CUBIU OSMOTIC AND KINETIC DRYING DEHYDRATION

(*Solanum sessiliflorum* Dunal) FOR THE OBTAINMENT OF CHIPS

ABSTRACT: Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) is a native fruit from the Amazon, also known as manna, topiro, indium tomato, maná-cubiu, topiro (or tupiro), cocona, Oricono Apple and Peach Tomato. It is a fruit used for various purposes, both in natura consumption, as juice, jams, jellies, seasonings for meats, it is also used as medicine. It has a characteristic and pleasant flavor and aroma, but there are few studies about this crop, which makes it very difficult for farmers to take an interest in it. The objective of the present study was to perform the osmotic dehydration of the fruit of cubiu and later the drying of the samples to obtain chips. The fruits of cubiu were obtained from the experimental farm of the UFGD and the physical characteristics (transverse diameter, longitudinal, mass and water activity), as well as the total soluble solids (° Brix) of the fruit in natura, and after osmotic dehydration were evaluated 50 and 60 ° Brix with drying kinetics at different temperatures (50 and 70 ° C) to approximately constant weight. The dried sample at a drying temperature of 70 ° C submitted a sugar solution of 60 ° brix was the one that presented the best combination for the osmotic dehydration followed by drying for the elaboration of cubiu chips. The processing to elaborate cubiu chips, besides being an alternative to reduce the deterioration, increases the useful life of the fruit, is an alternative for diffusion of the fruit to other regions of the country.

KEYWORDS: Amazonian fruits. Exotic fruits. Mathematical modeling. Food Technology.

1 | INTRODUÇÃO

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) pertence à família Solanaceae, também pode ser conhecido como maná-cubiu, topiro, cocona, tomate de índio, oricono apple ou peach. É caracterizado por ser uma baga, com peso variando de 20 a 490 g com sementes numerosas, amarelas medindo entre 3,2 a 4 mm de comprimento, está distribuído na Amazônia brasileira, peruana e colombiana, equatoriana, venezuelana e nos Andes do Equador e Colômbia (Lopes & Pereira, 2005; Silva-Filho et al., 2010).

As plantas produzem frutos comestíveis com conteúdo considerável de nutrientes, pode ser consumido *in natura*, nas formas de sucos, doces e geleia. Na região nordeste, o fruto também é utilizado para a produção de sucos e tem sido alvo do interesse de pesquisadores em várias instituições (Lopes & Pereira, 2005). Os frutos são ricos em ferro, niacina (vitamina B5), ácido cítrico e pectina. Por essa razão, são utilizados como alimento e medicamento (Silva-Filho, Anunciação-Filho, Noda, & Reis, 1997).

Por se tratar de um fruto exótico, nutritivo, de sabor e aroma agradáveis, boa aparência e cultivo relativamente fácil, com seu sabor típico, ácido, considerável teor de pectina e boas características nutricionais, pode ser promissor para a região que o produz. Porém, por conta da falta de estudos sobre a espécie do fruto, este não tem uma considerável difusão, e como consequência baixa demanda no mercado interno (Silva Filho, Yuyama, Aguiar, Oliveira, & Martins, 2005).

A desidratação osmótica é um método utilizado em muitos alimentos com a finalidade de remover parcialmente a água, com a imersão de alimentos em soluções hipertônicas, gerando dois fluxos uma migração de solutos da solução para o produto e uma retirada de água do produto para a solução (Tonon, Baroni, & Hubinger, 2006) da composição da solução (0% NaCl/65% sacarose \u2013 10% NaCl/55% sacarose. A desidratação osmótica pode ser uma alternativa na conservação de alimentos, sendo considerada adequada para a obtenção de produtos com umidade intermediária e boas características sensoriais, além de minimizar as alterações na cor, textura e perdas de nutrientes (Vega-Gálvez et al., 2007).

Uma das técnicas de processamento de alimentos mais antigas é a de secagem, onde produtos vegetais inteiros ou em partes (sementes ou cascas) recebem o tratamento com finalidade de reduzir o teor de umidade para retardar as reações bioquímicas e microbiológicas que acarretam a deterioração do alimento ((Akpinar, 2006; Henríquez, Córdova, Almonacid, & Saavedra, 2014).

Sendo a secagem empregando ar quente a mais utilizada atualmente na área de alimentícia, pois é um processo de baixo investimento, porém, temperaturas elevadas podem afetar as características sensoriais, nutricionais e funcionais dos produtos (Onwude, Hashim e Chen, 2016; Nascimento, do et al., 2016).

Desta forma, cinéticas de secagem em camada fina vêm sendo aplicadas em material vegetal, tais como peras (Silva et al., 2014), maçãs (Vega-Gonçalvezet al., 2012; Kaleta e Górnicki, 2010), maracujá (Nascimento, do et al., 2016), folhas de alecrim (Mghazliet al., 2017), tomates (Azeezet al., 2017; Workneh e Oke, 2013), abacate (Avhad e Marchetti, 2016), frutos do espinheiro (Aral e Bese, 2016), sementes de uva (Roberts, Kidd e Padilla-zakour, 2008), pois através dos dados coletados é possível conhecer os mecanismos de transferência de calor e massa, como a energia de ativação e difusão efetiva, além de aperfeiçoar procedimentos e melhorar a qualidade dos produtos (BOTELHO et al., 2016; Chen et al., 2015).

Midilli, Kucuk, & Yapar (2002) os modelos matemáticos teóricos e semi-impíricos são utilizados para estimar o tempo ideal e obter curvas de secagem, descrevendo as características físicas do material analisado. Os modelos habitualmente utilizados para frutas e hortaliças são Newton, Midilli, Page, Valcan, Logaritmica, Henderson-Pabis.

Este trabalho teve como objetivo omitizar a combinação da desidratação osmótica combinada com secagem para obtenção de chips de Cubiu.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O cubiu foi adquirido da fazenda experimental da UFGD, Dourados/MS. Os demais reagentes utilizados foram de grau analítico.

2.1 Secagem da amostra

Os chips de cubiu foram obtidos utilizando a desidratação osmótica combinada com a secagem, estudos da cinética de secagem foram adotados a fim de otimizar ambos os processos.

Inicialmente, os frutos foram higienizados, sanitizados, descascados e cortados em fatias de 20mm de espessura, posteriormente foram imersos em soluções de sacarose a 50 e 60°Brix mantendo a proporção 1:10 fruta: solução, por 24 horas a temperatura de 25°C (Agudelo, Igual, & Martínez-Navarrete, 2015).

Foram realizadas análises de pH, acidez total titulável expressa em percentual de ácido cítrico e umidade (AOAC, 1990). A atividade de água (Aw) foi medida utilizando o aparelho Aqua-lab (modelo CX-2). O índice de refração (°Brix) foi determinado em refratômetro digital.

O cubiu apresentou teor de umidade inicial de 92,62% em base seca (b. s.), a cinética de secagem foi realizada utilizando um secador com quatro bandejas, em sistema de precisão do fluxo de ar a 1m/s e a temperatura do ar de secagem fixada. A cinética foi obtida através de pesagem periódica em uma balança eletrônica semianalítica com resolução de 0,001g. As temperaturas de secagem utilizadas foram 50 e 70°C em condições controladas, até peso aproximadamente constante.

A razão de umidade das amostras em todas as temperaturas foi determinada através da Eq. 1.

$$MR = \frac{(Mx - Mxo)}{(Mxi - Mxo)} \quad (1)$$

Sendo: MR a razão de teor de água (valor adimensional), Mx é o teor de água do produto representado em base seca (b.s); Mxo o teor de água de equilíbrio do produto (b.s.) e Mxi o teor de água inicial do produto (b.s.).

Foram ajustados aos dados de razão de umidade das amostras de cubiu, utilizando nove modelos matemáticos, Tabela 1.

Nome do modelo	Mathematical expression	Reference
Aproximação da difusão	$RX = a * \exp(-k * t) + (1 - a) \exp(-k * b * t)$	(Doymaz and Ismail, 2011)
Dois Termos Henderson e Padis	$RX = a * \exp(-k_0 * t) + b * \exp(-k_1 * t)$ $RX = a * \exp(-k * t)$	(Jangam et al., 2008)

Logaritmico	$RX = a * \exp(-k * t) + c$	(Arslan and Ozcan, 2010)
Midilli	$RX = a * \exp(-k * t^n) + b * t$	(Kingsly et al., 2007)
Newton	$RX = \exp(-k * t)$	(Figiel, 2010)
Page	$RX = \exp(-k * t^n)$	(Midilli et al., 2002)
Valcam	$RX = a + b * t + c * t^{1.5} + d * t^2$	(Madamba et al., 1996)
Verma	$RX = a * \exp(-k * t) + (1 - a) \exp(-k_1 * t)$	(Yaldız et al., 2001)

Tabela 1. Modelos matemáticos ajustados as curvas de secagem de cubiu

RX: razão de umidade do produto (adimensional)

t: tempo de secagem (h);

k, k₀, k₁:constantes de secagem (h⁻¹);

a, b, c, n: coeficientes dos modelos.

Para os ajustes dos modelos matemáticos, utilizou a análise de regressão não linear pelo Método Gauss-Newton, empregando o coeficiente de determinação (R^2), teste de Qui-quadrado (X^2) e raiz quadrada do erro (RMSE). A literatura descreve que para o parâmetro R^2 os valores devem ser os mais próximo de 1 e enquanto que para X^2 e RMSE os valores devem ser o mais próximos de zero para que a qualidade do ajuste para o modelo seja aceitável (Aral e Bese, 2016; Chen et al., 2015).

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (MRi - MRpre) * \sum_{i=1}^n (MRi - MRobs)}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (MRi - MRpre)^2] * [\sum_{i=1}^n (MRi - MRobs)^2]}} \quad (2)$$

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(MRobs - MRest)^2}{GLR} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n (MRobs - MRest)^2}{GLR} \right)} \quad (4)$$

Sendo: MRobs o valor observado experimentalmente; MRest o valor calculado pelo modelo e GLR o grau de liberdade do modelo (observações menos o número de parâmetros do modelo).

2.2 Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata para cada tratamento, e os dados foram submetidos à análises de variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para determinar diferenças significativas. Os dados experimentais provenientes da cinética de secagem de cascas de cubiu foram analisados e submetidos à análise de regressão não linear, através do método de Gauss-Newton. Foi empregando o software Statistica 8.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Planejamento experimental

Analizando os parâmetros de umidade, aw e acidez observou-se que, em geral, a temperatura de 70°C e a solução açucarada de 60°brix foi a melhor combinação para a desidratação osmótica seguida de secagem para a elaboração de chips de cubiu, como mostra a Figura 1.

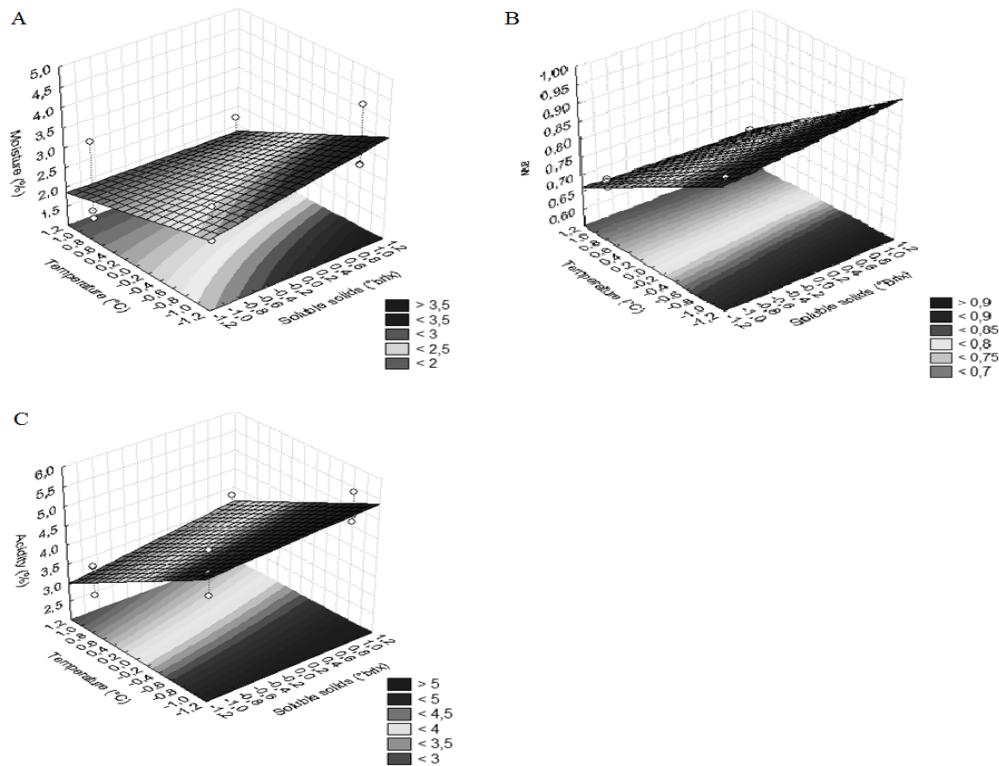


Figura 1. Gráficos de superfície de resposta. A: umidade ($Y= 0,17X_1 - 0,56 X_2 - 0,14$); B: aw ($Y= 0,01X_1 - 0,11 - 0,01$) e C: acidez ($Y= 0,19X_1 - 0,81X_2 + 0,07$).

Para a análise de umidade duas combinações de temperatura e sólidos mativeram a umidade das amostras menor que 2%, a temperatura de desidratação de 70°C com a solução açucarada a 50°brix, e a temperatura de 70°C com a solução de 60°brix, Figura 1-A. Outro estudo encontrou 6,9% de umidade em chips de manga, utilizando desidratação osmótica a 65°brix e secagem a 50°C (Zou, Teng, Huang, Dai, & Wei, 2013).

Para Aw, Figura 1-B, observou que a combinação temperatura 70°C e 60°brix foi eficiente para reduzir ao máximo a atividade de água, onde os valores permaneceram menores que 0,7. Alimentos com aw entre 0,6 e 0,85 são considerados alimentos de umidade intermediária, onde a maioria das bactérias não são capazes de se desenvolver, sendo susceptíveis apenas a contaminação por bolores e leveduras (Gava & Silva, Carlos Alberto Bento da; Frias, 2009; Jay, 2005).

Em relação à acidez (Figura 1-C), a maior temperatura de secagem (70°C)

acarretou na maior redução da acidez do produto, mantendo a acidez menor que 3,5% tanto com desidratação a 50 e 60°brix. O aumento do teor de sólidos solúveis ajuda a aumentar o a docura da fruta, bem como reduz o excesso de acidez do produto (Agudelo et al., 2015).

Os modelos matemáticos foram empregados a fim de delinear a taxa de secagem dos chips de cocona, tendo em vista, à obtenção de informações sobre a cinética de secagem e propriedades termodinâmicas dos chips.

Para analisar qual dos modelos matemáticos obteve o melhor ajuste aos dados da cinética, realizou-se uma verificação por meio de regressão não linear, donde os valores foram submetidos aos cálculos de coeficiente de determinação (R^2), teste de Qui-quadrado (χ^2) e raiz quadrada do erro (RMSE), apresentado na Tabela X.

A Tabela 4 indica todos os valores encontrados para cada modelo, sendo que, todos os modelos apresentaram valores superiores a 0,99 para R^2 , superiores a 0,0002 para χ^2 e 0,01 para RMSE. Com referência aos critérios de comparação os modelos que apresentaram os melhores ajustes nas temperaturas de secagem foram os modelos de Middilli, seguido de Valcan e Logaritmico, sendo que os chips com tratamento de 60 Brix alcançaram a melhor modelagem matemática.

Todos os valores do coeficiente R^2 ficaram bem próximos do valor absoluto, esse fenômeno pode ser descrito pela precisão na linearização do teor de umidade (Roberts, Kidd e Padilla-zakour, 2008). Em estudos de secagem de alimentos, foram encontrados resultados semelhantes em fatias de tomate, morango, groselha, espinheiro e maçã (Aral e Bese, 2016; Azeez et al., 2017; Junqueira, Luiz e Corr, 2017; Kaleta e Górnicki, 2010; Méndez-Lagunas et al., 2017).

Os modelos de Midilli e Valcam são modelos que apresentam quatro coeficientes enquanto que o modelo de Logaritmico apresenta apenas três coeficientes (a, c, k). Sendo assim, o modelo Logaritmico foi escolhido como o melhor modelo para representar o fenômeno de secagem das cascas de *M. cubiu*, tendo em vista a sua simplicidade perante aos demais.

Name of Model	°Brix	Drying air temperature					
		50°C			70°C		
		RMSE	χ^2	R^2	RMSE	χ^2	R^2
Diffusion Approach	50	0,0214	0,0005	0,9987	0,0296	0,0009	0,9972
	60	0,0145	0,0002	0,9993	0,0385	0,0015	0,9945
Henderson and Pabis	50	0,0479	0,0023	0,9926	0,0281	0,0008	0,9972
	60	0,0257	0,0007	0,9977	0,0439	0,0019	0,9921
Logaritimic	50	0,0215	0,0005	0,9987	0,0223	0,0005	0,9984
	60	0,0143	0,0002	0,9994	0,0445	0,0020	0,9926
Midilli et.al.	50	0,0226	0,0006	0,9987	0,0169	0,0003	0,9992
	60	0,0145	0,0002	0,9994	0,0232	0,0005	0,9982
Newton	50	0,0508	0,0026	0,9910	0,0273	0,0007	0,9971
	60	0,0269	0,0007	0,9972	0,0506	0,0026	0,9886

Page	50	0,0331	0,0011	0,9965	0,0285	0,0008	0,9971
	60	0,0205	0,0004	0,9985	0,0414	0,0017	0,9930
Two Term	50	0,0529	0,0028	0,9926	0,0311	0,0010	0,9972
	60	0,0285	0,0008	0,9977	0,0486	0,0024	0,9921
Valcan	50	0,0212	0,0004	0,9988	0,0179	0,0003	0,9991
	60	0,0158	0,0002	0,9992	0,0252	0,0006	0,9979
Wang and Singh	50	0,0200	0,0004	0,9987	0,0509	0,0026	0,9908
	60	0,0286	0,0008	0,9972	0,0821	0,0067	0,9722

Tabela 4. Coeficientes de determinação (R^2 , decimal), teste de Qui-quadrado (X^2 , decimal) e raiz quadrada do erro médio (RMSE, decimal) para os dez modelos matemáticos utilizados para descrever o processo de secagem de chips de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) a 50 e 70°C

4 | CONCLUSÃO

A elaboração de chips de cubiu mostrou-se eficiente para uma melhor aceitação do produto, já que se trata de uma fruta muito ácida e consumida regionalmente. O processamento, além de ser uma alternativa para reduzir a deterioração, aumenta a vida útil da fruta, e a difusão desse produto para outras regiões onde ele não é muito consumido.

REFERÊNCIAS

- Agudelo, C., Igual, M., & Martínez-Navarrete, N. (2015). Optical and mechanical properties of cocona chips as affected by the drying process. *Food and Bioproducts Processing*, 95, 192–199.
- Akpınar, E. K. (2006). Mathematical modelling of thin layer drying process under open sun of some aromatic plants, 77, 864–870. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.08.014>
- AOAC. (1990). *Aoac: Official Methods of Analysis* (Vol. 1).
- ARAL, S.; BE?E, A. V. Convective drying of hawthorn fruit (*Crataegus* spp.): Effect of experimental parameters on drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity. *Food Chemistry*, v. 210, p. 577–584, nov. 2016.
- AZEEZ, L. *et al.* Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences Bioactive compounds ' contents , drying kinetics and mathematical modelling of tomato slices influenced by drying temperatures and time. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 2017.
- Gava, A. J. ;, & Silva, Carlos Alberto Bento da; Frias, J. R. G. (2009). *Tecnologia de alimentos, princípios e aplicações*. São Paulo: Nobel.
- Henríquez, C., Córdova, A., Almonacid, S., & Saavedra, J. (2014). Kinetic modeling of phenolic compound degradation during drum-drying of apple peel by-products. *Journal of Food Engineering*, 143, 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.06.037>
- Jay, J. M. (2005). *Microbiologia de alimentos* (6th ed.). Porto Alegre: Artmed.
- JUNQUEIRA, D. J.; LUIZ, J.; CORR, G. LWT - Food Science and Technology Convective drying of cape gooseberry fruits : Effect of pretreatments on kinetics and quality parameters Jo a. v. 82, p. 404–410, 2017.

KALETA, A.; GÓRNICKI, K. Evaluation of drying models of apple (var. McIntosh) dried in a convective dryer. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 45, n. 5, p. 891–898, 24 mar. 2010.

KINGSLY, R. P. et al. Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behaviour of peach slice. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 42, n. 1, p. 65–69, 1 jan. 2007.

Lopes, J. C., & Pereira, M. D. (2005). Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(2), 146–150. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000200021>

ÉNDEZ-LAGUNAS, L. et al. Convective drying kinetics of strawberry (*Fragaria ananassa*): Effects on antioxidant activity, anthocyanins and total phenolic content. *Food Chemistry*, v. 230, p. 174–181, 2017.

MADAMBA, P. S.; DRISCOLL, R. H.; BUCKLE, K. A. The thin-layer drying characteristics of garlic slices. *Journal of Food Engineering*, v. 29, n. 1, p. 75–97, jul. 1996.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. A NEW MODEL FOR SINGLE-LAYER DRYING. *Drying Technology*, v. 20, n. 7, p. 1503–1513, 23 jul. 2002.

Silva-Filho, D. F. da;; Anunciação- Filho, C. J. da;; Noda, H., & Reis, O. V. dos; (1997). Seleção de caracteres correlacionados em cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) empregando a análise de trilha. *Acta Amazonica*, 27(4), 229–240.

Silva-Filho, D. F. da;; Machado, M. F., Noda, H., Yuyama, L. K. O., Aguiar, J. P. L., & Souza, V. G. (2010). *Cubiu (Solanum sessiliflorum Dunal): Aspectos agronômicos e nutricionais*. (P. Fronteira, Ed.). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Silva Filho, D. F. da, Yuyama, L. K. O., Aguiar, J. P. L., Oliveira, M. C., & Martins, L. H. P. (2005). Caracterização e avaliação do potencial agronômico e nutricional de etnovariedades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia. *Acta Amazonica*, 35(4), 399–405. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000400003>

Tonon, R. V., Baroni, A. F., & Hubinger, M. D. (2006). Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. *Ciência E Tecnologia de Alimentos, Campinas*, 26(3), 715–723.

Vega-Gálvez, A., Palacios, M., Boglio, F., Pássaro, C., Jeréz, C., & Lemus-Mondaca, R. (2007). Deshidratación osmótica de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia. *Ciência E Tecnologia de Alimentos*, 27(3), 470–477. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000300008>

Zou, K., Teng, J., Huang, L., Dai, X., & Wei, B. (2013). Effect of osmotic pretreatment on quality of mango chips by explosion puffing drying. *LWT - Food Science and Technology*, 51, 253–259.

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CERVEJAS TIPO WITBIER A PARTIR DE MALTE DE TRIGO E TRIGO NÃO MALTADO

Adriana Crispim de Freitas

Universidade Federal do Maranhão –
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA

Francielle Sousa Oliveira

Universidade Federal do Maranhão –
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA

Paulo Roberto Barros Gomes

Instituto Federal de Educação de Ciências
Tecnologia do Pará, Abaetetuba, Pará

Virlane Kelly Lima Hunaldo

Universidade Federal do Maranhão –
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA

Maria Alves Fontenele

Universidade Federal do Maranhão –
Departamento de Engenharia de Alimentos
Imperatriz – MA

este utilizado trigo maltado e não-maltado e sensorialmente avaliado por provadores não treinados. Foram determinados os parâmetros físico-químicos para cerveja. As cervejas elaboradas apresentaram os principais parâmetros como extrato real, teor alcoólico e sólidos solúveis semelhantes as cervejas comerciais. E sensorialmente bem aceitas e com potencial para comercialização.

PALAVRAS-CHAVE: Cerveja artesanal, provadores não treinados, aceitação sensorial.

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF WITBIER TYPE BEERS FROM WHEAT MALT AND UNMALTHED WHEAT

ABSTRACT: Beers can be grouped by color, ingredients and adjuncts used, production methods, origin of style, alcohol content, among other characteristics such as the fermentation process itself. The aim of the present study was to produce two special Witbier beers from malt and unmalted wheat and to evaluate sensory acceptance with untrained tasters. The evaluated raw material was wheat, which was used malted and non-malted wheat and sensorially evaluated by untrained tasters. The physicochemical parameters for beer were determined. The elaborated beers presented the main parameters as real extract, alcohol

RESUMO: As cervejas podem ser agrupadas por cor, ingredientes e adjuntos utilizados, métodos de produção, origem do estilo, teor alcoólico, dentre outras características como o próprio processo fermentativo. O presente estudo teve por objetivo produzir duas cervejas especiais do tipo Witbier a partir de malte de trigo e trigo não-maltado e avaliar a aceitação sensorial com provadores não treinados. A matéria-prima avaliada foi o trigo, sendo

content and soluble solids similar to commercial beers. And sensorially well accepted and with potential for commercialization.

KEYWORDS: Craft beer. untrained takers. sensory acceptance.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo o Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), cerveja é uma “bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo” (Brasil, 2009). De acordo com esta legislação, parte do malte de cevada pode ser substituída por adjuntos cervejeiros, sendo considerados adjuntos a cevada cervejeira e outros cereais como arroz, milho, centeio e trigo que usados em associação ao malte de cevada servem como fonte secundária de açúcar.

São inúmeros os critérios que podem nortear uma classificação de cervejas. Se levarmos em consideração o processo fermentativo existem três tipos de cerveja no mercado, as “*Ales*”, “*Lagers*”, e as “*Lambics*”. Enquanto as *Lagers* são as mais consumidas no mundo e as *Lambics* as menos degustadas, as *Ales* oferecem diversas possibilidades e por vezes são consideradas “diferenciadas”. A cerveja tipo *Ale* o processo fermentativo ocorre em baixa temperatura (MAGRI, 2016).

A “*Witbier*” está no grupo de cerveja ‘*Ale*’ com a presença do trigo, ervas e especiarias na formulação. Os componentes utilizados na sua formulação permitem uma variação especial de sabores destas cervejas. Estas diferem das cervejas de trigo alemãs que usam trigo maltado e nenhum adjunto. São cervejas muito claras, mas turvas por não serem filtradas, possuem sabor e aroma agradavelmente cítricos e secos (Morado, 2009).

São cervejas que possuem boa aceitação no Brasil, são cervejas claras a dourada-escuras, de coloração convidativa, encorpada, levemente turbida devido à ausência de filtração, refrescante e de espuma cremosa. Pobres em lúpulos, para valorizar as características do sabor do trigo e sua maturação é rápida (BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM, 2015).

Cervejas elaboradas com trigo maltado e não-maltado possuem características sensoriais distintas e peculiares, certas propriedades sensoriais de uma cerveja, tais como corpo, aroma, sabor e cor podem ser identificadas e quantificadas através de análises sensoriais e físico-químicas. Deste modo, o este trabalho teve por objetivo produzir duas cervejas especiais do tipo *Witbier* a partir de malte de trigo e trigo não-maltado, realizar a caracterização físico-química destas, além de avaliar sensorialmente com provadores não treinados.

2 | MATERIAIS E MÉTODO

A produção das cervejas, a caracterização físico-química e sensorial foram realizadas nos laboratórios do curso de engenharia de alimentos do Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão. Os maltes, trigo, levedura, lúpulo e aveia foram adquiridas em uma loja virtual específica para cervejaria, e a água e as especiarias no comércio local da cidade de Imperatriz, Maranhão.

Os grãos passaram pelo processo de moagem em moinho de rolos. A mostura iniciou-se adicionando os grãos moídos em água previamente aquecida. Em seguida realizou-se o controle do binômio tempo/temperatura do processo de infusão possibilitando a conversão do amido em açúcares fermentáveis, as escalas de temperaturas e a respectivas ações foram descritas na Tabela 1.

Temperatura (°C)	Tempo (min)	Ação
52	20	Reposo proteico (apenas na formulação com trigo não maltado)
66	90	Sacarificação β -amilase e α -amilase
76	15	Inativação das enzimas

Tabela 1: Escalas de temperaturas e ação esperada das enzimas nas formulações.

O repouso proteico foi realizado apenas na formulação que possuía trigo não maltado em sua composição, pois estes grãos não passam por malteação. Portanto foi necessário realizar este procedimento para que ocorresse a conversão do amido proveniente do malte em açúcares menores.

O controle da temperatura foi essencial para a atuação das enzimas no processo. Visto que cada uma possui uma faixa ótima de atuação, utilizou-se a média do somatório entre elas para que ambas atuassem em conjunto. Percorrido o tempo da sacarificação, elevou-se a temperatura da mostura para realizar a inativação das enzimas (mash out) α -amilase e desnaturação da β -amilase, não ultrapassando 80°C para não iniciar a extração dos taninos presentes nas cascas dos grãos.

Na etapa seguinte foi realizada a caracterização pela recirculação e clarificação do mosto. A camada filtrante natural que foi formada por grãos e cascas se encarregou de separar e clarificar o mosto, que em seguida foi encaminhado à fervura onde a esterilização e concentração com o objetivo de elevar a densidade o líquido. Após 60 minutos de fervura iniciou-se a adição do lúpulo e das especiarias (semente de coentro e casca de laranja).

Para realizar a inoculação com levedura *Saccharomyces cerevisiae* a temperatura do mosto foi reduzida a 20 °C. Foi preparado 100 ml de inoculo seguindo as instruções do fabricante, depois de inoculado, iniciou-se o processo de fermentação que percorreu um período de 9 dias. Durante o processo fermentativo

acompanhou-se a densidade da cerveja para detectar o fim da fermentação.

Ao constatar a estabilização da densidade da cerveja, reduziu-se a temperatura desta para 0 °C e assim permaneceu por 8 dias para que ocorresse a perfeita decantação da levedura no fermentador e consequente maturação, onde os sabores amadurecem e a levedura age reabsorvendo compostos tornando-a mais límpida.

Vencida esta etapa, a próxima etapa foi o preparo do *priming*, responsável pela fermentação nas garrafas e consequente formação de CO₂. O *priming* foi realizado com base no volume final de cada cerveja, sendo 5g de açúcar e 5 ml de água para cada litro, acrescidos em seguida de 4 gotas de limão, essa mistura foi aquecida até levantar fervura e posta pra resfriar, então adicionada as cervejas. Em seguida foi realizado o envase e posterior carbonatação das cervejas.

Em seguida foram determinados os parâmetros analíticos físico-químicos acidez (m/V), pH, extrato real (% m/v) e teor de sólidos solúveis (°Brix) metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008), além de teor alcoólico segundo metodologia do manual Técnico Dragon Macro Bier (2009) e cor (SRM) pelo software *Beersmith*. Todos os métodos realizados seguiram recomendações prescritas pela legislação brasileira vigente para bebidas alcoólicas fermentadas (BRASIL, 2009), que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de cervejas.

As cervejas formuladas foram analisadas sensorialmente quanto aos atributos cor, aroma, sabor, corpo, sabor residual amargo e impressão global, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, de acordo com a metodologia proposta pelo Instituto Adolf Lutz (2008), onde 9 representava “gostei muitíssimo” e 1 “desgostei muitíssimo”.

A preferência em relação ao produto foi manifestada através de ordenação-preferência. Nesse teste as amostras foram apresentadas para que fosse ordenada de acordo com a preferência do julgador.

A intenção de compra foi avaliada através de uma escala estruturada de cinco pontos, na qual 5 representava “certamente compraria” e 1 “certamente não compraria”, além de avaliar a preferência de cada provador em relação as amostras apresentadas. Todos os testes foram aplicados de acordo metodologia proposta pelo Instituto Adolf Lutz (2008)

Os testes sensoriais foram realizados com 70 provadores não treinados e selecionados de forma aleatória. Cada provador recebeu 2 duas amostras codificadas com aproximadamente 30 ml de cerveja servidas em taças de vidro e um copo com aproximadamente 200 ml de água, em uma sessão em cabines individuais iluminadas com lâmpadas fluorescentes, servidas de forma monádica sob condições controladas.

As amostras foram apresentadas aos provadores, à temperatura de 5 °C ±1°C. Os provadores foram orientados a observar as características globais e ao preenchimento da ficha de resposta incluindo o Termo de Consentimento Livre

Esclarecido.

Os dados obtidos na análise sensorial por meio da escala hedônica foram analisados por meio do teste não paramétrico de Friedman a 5% de significância utilizando o método Simes-Hochberg.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas das cervejas elaboradas com trigo não maltado (I) e maltado (II) foram expressos na Tabela 2.

ANÁLISE/AMOSTRA	Tratamentos	
	I	II
Ph	4,48 ± 0,01	4,32 ± 0,01
Acidez %(m/v)	2,29 ± 0,0	2,40 ± 0,0
Extrato Real %(m/V)	6,34 ± 0,05	10,06 ± 2,83
Teor Alcoólico (% v/v)	4,1 ± 0,0	4,7 ± 0,0
Cor (CRM)	3,6	3,6
Sólidos Solúveis (°Brix)	7 ± 0,0	8,5 ± 0,0

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos das cervejas elaboradas.

As duas cervejas obtiveram valores de pH semelhantes, sendo $4,48 \pm 0,01$ e $4,32 \pm 0,01$ para as cervejas não maltada (I) e maltada (II), respectivamente (Tabela 2). O pH das cervejas tipo Ale em alta fermentação pode variar entre 3 e 6, essa diferença de pH do produto final são consequências de fatores como pH da água empregada no processo de produção, tipo de lúpulo e de levedura, além de condições tempo e temperatura utilizados na mostura (KEMPKA, TTHOMÉ, CONTO, 2017).

Valores semelhantes foram encontrados por Goiana et al. (2016), variando de $4,15 \pm 0,01$ a $4,49 \pm 0,01$ para pH, essa faixa se deve ao malte de cevada clássica utilizado em suas formulações possuir pH entre 4 a 5. A cerveja é um produto suavemente ácido. Todas as amostras analisadas apresentaram um pH menor que 4,5, fundamental fator importante, uma vez que essas condições tornam o meio desfavorável para o crescimento da maioria dos microrganismos patogênicos. O pH das cervejas analisadas se enquadram nas condições padrões aceitáveis para este tipo de bebida (Hoffmann, 2001), assim contribuindo para a qualidade do produto.

Os valores de acidez das cervejas elaboradas foram $2,29 \pm 0,0$ e $2,40 \pm 0,0$ %(m/v) para cerveja I e II, respectivamente (Tabela 2). Para Rosa e Afonso (2015) a acidez de uma cerveja resulta da qualidade das matérias-primas empregadas e da atividade biológica da levedura. Uma acidez elevada pode indicar contaminação bacteriana, podendo provir do mosto, da cerveja ou um fraco desempenho da

levedura.

Para Pinto et al. (2015) uma cerveja de boa qualidade deve possuir extrato real acima de 3%, logo os valores obtidos para extrato real demonstraram-se dentro do esperado, maior para a cerveja II do que para I, sendo de $10,06 \pm 2,83$ e $6,34 \pm 0,05$ % simultaneamente, estes valores corroboram com os dados obtidos para sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) expressos na Tabela 2. Este parâmetro representa todos os sólidos solúveis presentes na cerveja, e tem relação direta com o corpo da bebida pois indica a quantidade de açúcares resultantes após a fermentação, então quanto maior o valor do extrato real, mais encorpada será a cerveja.

Ao observar a concentração de sólidos solúveis notou-se que houve diferença significativa entre as cervejas. A cerveja I obteve um teor de sólidos solúveis menor que a cerveja II, sendo 7 e 8,5 $^{\circ}$ Brix, respectivamente. I, isso se deve a maior presença de açúcares fermentáveis na cerveja II. Os grãos utilizados na formulação passaram por malteação, já a cerveja I teve em sua composição grãos não malteados e tornou-se necessário submetê-los a um repouso proteico para que houvesse a conversão do amido proveniente do malte em açúcares menores. No entanto, pode-se observar que esta etapa apresentou baixa eficiência, já que a quantidade de açúcares presentes na cerveja II foi maior.

Resultado semelhante foi encontrado por Trindade (2016), que em sua pesquisa analisou quatro formulações de cervejas *Pilsen* distintas, uma formulação padrão e três com concentrações diferentes de polpa de amora como adjunto de malte. O autor observou que as formulações com maior quantidade de adjunto possuíam menor teor de açúcar devido ao excesso de água presente na polpa. A cerveja com 30% de polpa obteve $^{\circ}$ Brix 7,5 enquanto que a formulação que não teve polpa em sua composição alcançou um teor de sólidos solúveis maior, em torno de 10 $^{\circ}$ Brix, esses valores sugerem que ao utilizar grãos malteados a presença de açúcares fermentáveis se torna mais expressiva, facilitando a fermentação, como encontrado neste estudo para a formulação com malte de trigo que alcançou 8,5 $^{\circ}$ Brix.

Segundo a Instrução Normativa nº 54, de 5 de novembro de 2001 que adota o Regulamento Técnico MERCOSUL de Produtos de Cervejaria, a cerveja deve apresentar cor determinantes da sua classificação, que varia de 2 e 4 SRM de acordo com BJCP (2015) para cervejas do tipo Witbier. Comparando o valor obtido com a tabela de cores pode-se observar que as cervejas se enquadram na classificação de cervejas claras de cor amarelo, como pede o estilo.

Os resultados encontrados neste trabalho quanto ao teor alcoólico (4,1 e 4,7 %v/v para as cervejas I e II, respectivamente) ficando dentro do valor padrão para o estilo segundo o BJCP (2015).

Quanto ao perfil dos provadores que realizaram aos testes sensoriais, 28,57% dos provadores não treinados informaram consumir de cervejas comerciais duas a três vezes na semana, enquanto que 11,43% demonstraram nunca consumir qualquer tipo cerveja. Dentre estes, 70% informaram consumir cerveja artesanal e

demonstraram afinidade com o tipo de bebida analisada.

Na Tabela 3 apresenta os dados obtidos para análise os atributos sensoriais avaliados representados em médias e desvios-padrões.

Parâmetros	Tratamentos	
	I	II
Cor	7,54 ± 1,46 ^a	7,56 ± 1,64 ^a
Corpo	7,11 ± 1,66 ^a	7,26 ± 1,52 ^a
Sabor residual amargo	6,91 ± 1,90 ^a	6,70 ± 1,86 ^a
Sabor	6,81 ± 1,81 ^a	7,19 ± 1,68 ^a
Aroma	7,09 ± 1,63 ^a	7,29 ± 1,56 ^a
Impressão global	7,26 ± 1,52 ^a	7,29 ± 1,64 ^a

Tabela 3. Valores médios com respectivos desvios-padrões para os atributos referentes a análise sensorial.

Médias seguidas por letras diferentes nas mesmas linhas diferem entre si pelo teste de Friedman($p<0,05$), pelo método de Simes-Hochberg. I - controle (trigo não maltado); II - com substituição do trigo não maltado por malte de trigo.

De acordo com os dados da Tabela 3, não houve diferença significativa ($p>0,05$) para aceitação em nenhum dos atributos avaliados. Isso demonstra que os provadores não observaram diferença nas cervejas elaboradas quanto a substituição de trigo por trigo malteado, estando todos os atributos na região de aceitação compreendida entre “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo”.

O resultado obtido para o atributo cor são semelhantes aos encontrados por Pinto et al. (2015) que desenvolveu três formulações de cerveja artesanal com acerola e abacaxi, para este atributo suas médias para as três formulações permaneceram dentro da faixa de aceitação.

Campos et al. (2016) obteve resultado semelhante ao avaliar sensorialmente a cor de uma cerveja Pilsen artesanal em seu estudo, do qual obteve média de $7 \pm 0,28$ localizando-se dentro da zona de aceitação.

Pinto et al. (2015) avaliou o atributo corpo em suas cervejas e a adição de frutas em diversas percentagens garantiu médias na faixa de aceitação do produto, resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho, onde obteve-se médias que se enquadram na região onde os produtos são aceitos pelos provadores.

Avaliou-se também a aceitação do atributo sabor residual amargo para ambas formulações, obtendo $6,91 \pm 1,90$ e $6,70 \pm 1,86$ para A I e A II respectivamente, demonstrando que os produtos foram bem aceitos. As cervejas produzidas são caracterizadas por serem pouco amargas, o que é um fator importante para a aceitação do consumidor brasileiro.

No entanto, Rio (2013) obteve um resultado diferente ao avaliar aceitação do atributo amargor de três formulações de cervejas, sendo uma comercial e duas acrescidas de gengibre e hortelã, no qual obteve médias na região de indiferença

parra amostra comercial e rejeição para suas formulações artesanais. Ela observou que as notas baixas refletem a preferência cultural do Brasil pela cerveja do tipo Lager, por serem mais leves e menos amargas que as cervejas do tipo Ale, foco de seu estudo, que possuem aroma e sabor mais complexos. Essa afirmação não se aplica as cervejas do presente estudo que são do tipo Ale, isso se deve ao fato das *Witbiers* serem caracterizadas por ser um estilo de cervejas leves e com sabor de lúpulo (amargor) moderado para não se sobrepor as outras características dessa classificação (BJCP, 2015).

O atributo sabor com de médias $6,81 \pm 1,81$ (I) e $7,19 \pm 1,68$ (II), valores que classificam o atributo na região de aceitação. Azevedo et al. (2016) ao elaborar cervejas artesanais tipo *Blonde Ale* com duas concentrações de fermento obtiveram valores dos quais ambas se encontraram na zona de aceitação, revelando que os provadores gostaram das duas formulações de cerveja artesanal. Resultado este que se assemelha ao exposto neste trabalho que obteve para o mesmo atributo médias na região de aceitação compreendidas entre “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo”.

Já a preferência entre as cervejas foi avaliada de acordo com a percentagem obtida nos testes. A formulação I elaborada com trigo não maltado teve 47,14% de preferência, resultado inferior ao obtido para a formulação II que teve em sua composição malte de trigo, no qual alcançou-se 52,86% da preferência dos provadores. Figueiredo e Carvalho (2014) ao comparar uma cerveja comercial do tipo Ale com uma formulação experimental acrescida de farinha de banana verde verificou que a amostra comercial obteve uma preferência bem maior em relação a outra formulação elaborada.

A intenção de compra está expressa na Figura 1, onde analisou-se a frequência em relação a compra para as formulações.

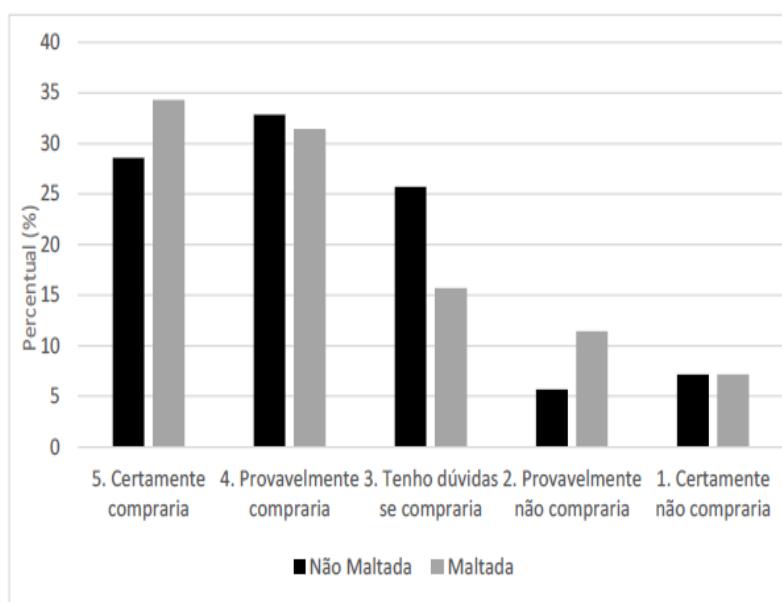


Figura 1. Frequência dos valores para intenção de compra das duas formulações de cerveja.

Quando avaliada a intenção de compra as duas formulações obtiveram notas compreendidas entre 4 e 5 que se refere a “certamente compraria” e “provavelmente compraria”, demonstrando um resultado muito satisfatório. Ao serem questionados quanto a intenção de compra caso os produtos estivessem disponíveis para venda em supermercados, 32,86% dos participantes afirmaram que provavelmente comprariam a formulação I e 31,43% a II, e ainda 28,57% asseguraram que certamente comprariam a cerveja I e 34,29% a cerveja II, totalizando uma aceitação significativa para a formulação experimental.

As duas cervejas elaboradas apresentaram um percentual de rejeição mínimo, sendo que 7,14% alegaram que certamente não comprariam nenhuma das duas formulações. Estes dados indicam que os produtos apresentados possuem grande potencial para o mercado consumidor.

4 | CONCLUSÃO

As cervejas elaboradas foram classificadas como estilo *Belgian Ale* e apresentaram qualidade físico-química satisfatória segundo a Instrução Normativa nº 54 de 5 de novembro de 2001. Foram sensorialmente bem aceita pelos provadores, porém a formulação com o trigo maltada recebeu melhores notas para todos os atributos sensoriais.

REFERÊNCIAS

- Azevedo, V. V. S.; Ramos, A. K.S.; Hunaldo, V.K.L; Freitas, A. C.; Seccadio, L.L.; Santos, L. H. **PRODUÇÃO E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE CERVEJA ARTESANAL**. In XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (CBCTA). Gramado, Rio Grande do Sul, 2016.
- BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM (BJCP). (2015). **Style guidelines for beer, mead and cider**. 2015 edition. Disponível em: <https://www.bjcp.org/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2001). Instrução Normativa n. 54, de 5 de novembro de 2001. Estabelece a identidade e qualidade dos produtos de cervejaria destinados ao consumo humano. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Campos, K.C.G.; Silva, T. S. F.; Martinelli, R. C.; Costa, D. L. M. G.; Cavenaghi, D. F. L. C.; Barros, W. M. **Elaboração e teste de aceitação sensorial popular de cerveja pilsen artesanal**. In XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (CBCTA). Gramado, Rio Grande do Sul, 2016.

Figueiredo, A. M.; Carvalho, L. L. **Produção e avaliação sensorial de cerveja utilizando farinha de banana verde como adjunto de malte**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Alfenas – Minas Gerais, 2014.

HOFFMANN, F. L. **Higiene: Fatores limitantes à proliferação de micro-organismos em alimentos**. Brasil alimentos, Signus Editora Ltda, São Paulo, 2001.

KEMPKA, A. P.; THOMÉ, B. C.; CONTO, R. M. Produção de cerveja artesanal tipo ale utilizando mel de diferentes floradas como adjunto. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 8, n. 1, p. 105-125, 2017.

MAGRI, D. **Conheça os tipos de cerveja ale**. Em 20 de dezembro de 2016. Disponível em: <http://chefcomcerveja.com.br/conheca-os-tipos-de-cerveja-ale/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2017.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. Editora Larousse do Brasil. São Paulo, 56p. 2009.

Pinto, L. I. F.; Zambelli, R. A.; Junior, E. C. S.; Pontes, D. S. F. Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril). **Revista Verde**, 10 (4), 67 – 71, 2015.

Rosa, N. A.; Afonso, J. C. A química da cerveja. **Química Nova**, 37(2), 98-105p. 2015.

Trindade, S. C. **Incorporação de amora na elaboração de cerveja artesanal**. Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2016.

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE DOCE DE LEITE UTILIZANDO LACTOSSORO NO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE - CAMPUS BOM JESUS DO ITABAPOANA-RJ

José Carlos Lazarine de Aquino

Instituto Federal Fluminense - Campus Bom Jesus do Itabapoana – Rio de Janeiro (Técnico em Agropecuária).

Jorge Ubirajara Dias Boechat

Instituto Federal Fluminense - Campus Bom Jesus do Itabapoana – Rio de Janeiro (Professor Associado)

Cassiano Oliveira da Silva

Instituto Federal Fluminense - Campus Bom Jesus do Itabapoana – Rio de Janeiro (Engenheiro de Alimentos)

Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) - Departamento de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Tecnologia - Seropédica - Rio de Janeiro (Professora Doutora)

Wesley Barcellos da Silva

Instituto Federal Fluminense - Campus Bom Jesus do Itabapoana – Rio de Janeiro (Graduando do curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - IFF)

RESUMO: O lactossoro, uma vez no ambiente, pode causar danos significativos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi oferecer uma prática pedagógica aos educandos dos cursos Técnicos e de nível superior do IFF – Campus Bom Jesus, utilizando-se o lactossoro na produção de doce de leite pastoso visando uma conscientização ambiental dentro do

processo ensino-aprendizagem. Nas análises físico-químicas houve diminuição dos teores de umidade, proteínas e lipídios na medida em que as concentrações do lactossoro foram maiores. Entretanto, foi observado um aumento dos valores de carboidratos em formulações com maior teor de lactossoro e, nos resultados para cinzas e atividade de água, não foram detectadas diferenças significativas.

PALAVRAS-CHAVE: lactossoro; doce de leite; educação ambiental.

DULCE DE LECHE SUSTAINABLE PRODUCTION UTILIZING WHEY IN THE FLUMINENSE FEDERAL INSTITUTE - BOM JESUS DO ITABAPOANA CAMPUS-RJ

ABSTRACT: Once exposed to an environment, the whey can inflict significant damage. In this context, this academic work's objective was to offer a pedagogical lesson to the IFF – Bom Jesus Campus Technician and higher education course's students, utilizing whey in pasty dulce de leche production aiming at bringing environmental awareness to the teaching-learning process. In physicochemical analysis, there has been humidity, protein and lipid decrease as the whey concentrations got higher. There was an observed increase in carbohydrates values where the whey

concentration was higher, though, and, as for the results on ashes and water activities, there were no significant discrepancies detected.

KEYWORDS: whey; dulce de leche; environmental education.

1 | INTRODUÇÃO

O leite utilizado para a fabricação de queijos gera um co-produto de considerável valor nutricional, o lactossoro, que na maioria das vezes é descartado nos estabelecimentos de indústrias lácteas (FLORENCIO et al., 2013). Nos dias atuais, com o aumento da produção de queijos pelas indústrias de laticínios, torna-se necessário o melhor aproveitamento desse co-produto também conhecido como soro de queijo, soro de leite ou lactossoro. O soro de queijo é o líquido residual obtido a partir da coagulação do leite destinado a fabricação de queijos ou de caseína. Este apresenta coloração amarelo-esverdeada, de sabor ligeiramente ácido ou doce, e sua constituição depende da técnica de coagulação e fabricação do queijo (SIQUEIRA et al., 2013). Este resíduo é considerado o principal co-produto da indústria de laticínios e, em sua composição possui mais da metade dos nutrientes do leite, sendo reconhecido como um ingrediente de valor agregado em muitos produtos alimentícios, como foi verificado em pesquisas de suas propriedades funcionais e bioativas em produtos lácteos (VARGAS et al., 2014). Cada 1.000 litros de soro contêm 50 Kg em média de lactose, 8 kg de sais minerais, 8 kg de proteínas (albuminas e globulinas de grande valor nutricional), 4 kg de gordura, além de outros elementos em baixa concentração. Dentre as proteínas do soro do leite estão β -lactoglobulina, α -lactoalbumina, imunoglobulinas, albumina sérica bovina, lactoferrina e lactoperoxidase, bem como glicomacropeptídeo (BARBOSA, 2013). O lactossoro é pouco aproveitado e invariavelmente desperdiçado, gerando sérios problemas ambientais, pois de forma geral, seu descarte é realizado diretamente em rios ou em outros corpos hídricos. Este tipo de descarte é considerado uma solução ineficaz em função dos problemas decorrentes dessa eliminação, pois sob o ponto de vista biológico trata-se de um dos co-produtos mais poluentes para o ambiente (BARBOSA, 2013). Desta forma, uma das maneiras de uso do soro de queijo na indústria láctea seria o aproveitamento em substituição parcial do leite pelo soro, na fabricação de doce de leite pastoso. Sendo assim, a concentração de uma mistura de leite, soro de leite e açúcar possibilita a obtenção de um doce de leite semelhante ao tradicional e, além disso, essa alternativa leva a uma redução dos custos de produção desse doce, que por sua vez, é de fato, muito consumido no Brasil (PERRONE et al., 2006). Estudos da utilização do soro na formulação de alimentos. Conforme os objetivos cumpridos neste trabalho foram elaboradas diferentes formulações de doce de leite pastoso com substituições parciais de leite pelo lactossoro *in natura*; foram avaliadas as características físico-químicas dessas formulações, procurando oferecer ao consumidor um produto de boa qualidade.

Além disso, também pretendeu-se utilizar o tema “lactossoro” como um recurso ou alternativa na contribuição da redução do impacto ambiental, estimulando os educandos para uma prática sustentável e consciente através de sua participação ativa e responsável no meio em que vive, pelo acompanhamento durante a execução do presente trabalho.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Fabricação do queijo e obtenção do soro (lactossoro)

O queijo Minas frescal foi produzido no Laticínio do IFF – Campus Bom Jesus do Itabapoana-RJ utilizando-se leite pasteurizado e resfriado adicionado de ácido láctico (0,25ml por litro de leite), cloreto de cálcio (0,50ml por litro de leite) e coalho (0,7ml por litro de leite) para obter a coagulação do leite. A massa de coalhada produzida foi cortada e dessorada a partir de mexeduras intercaladas com repouso de cinco minutos cada etapa por três vezes para permitir a liberação do lactossoro para posterior filtração finalizando assim a obtenção desse co-produto (lactossoro). Após a salga a massa do queijo foi enformada para posterior viragem nas formas e destinadas à refrigeração e expedição para consumo.

Fabricação do doce de leite

O preparo do doce de leite foi realizado artesanalmente segundo metodologia descrita por HOSKEN (1969). Foram elaboradas quatro formulações de doce de leite pastoso com diferentes concentrações (em % v/v) de leite e de lactossoro, do seguinte modo: 100% de leite e 0% de soro de queijo (controle), 75% de leite e 25% de soro de queijo (F1); 50% de leite e 50% de soro de queijo (F2); 25% de leite e 75% de soro de queijo (F3). Todas as formulações elaboradas tiveram um volume final de dez litros de leite ou de lactossoro, conforme as proporções adequadas de cada formulação e, 1,8 Kg de açúcar para cada formulação de doce produzida.

Na preparação das formulações acima descritas, o leite e o soro foram misturados em um recipiente e precedida a correção de acidez titulável sendo ajustada para um máximo de 13° Dornic. Essa neutralização foi feita com a utilização de bicarbonato de sódio na proporção de 0,093g para cada grau Dornic que ultrapassou a 13°D por litro de leite ou soro de cada formulação. No início do aquecimento adicionou-se o açúcar mantendo-se mexedura constante enquanto o aquecimento progride com a concentração do doce até um ponto determinado para doce de leite pastoso, quando então foi resfriado, envasado e acondicionado.

Análises Físico – Químicas e Rendimento

O rendimento dos doces foi determinado utilizando-se a quantidade de ingredientes utilizadas na formulação do doce de leite e da quantidade de doce de leite final obtida em cada uma das formulações, conforme a equação abaixo:

$$R = \text{peso do doce de leite obtido} \times 100 \div (\text{peso de leite} + \text{soro} + \text{açúcar})$$

Quanto às análises físico-químicas foram determinados o teor de umidade por gravimetria, em estufa a 65°C até peso constante; o teor de lipídeos pelo método BLIGH-DYER (1959) e valores de proteínas (nitrogênio total) utilizando-se o método micro Kjeldahl (AOAC, 2000). O teor de carboidratos totais foi estimado por diferença e o valor calórico das amostras foi determinado segundo a RDC nº 360 da ANVISA (BRASIL, 2003). Também foi determinado o valor de atividade de água em termômetro da marca LabSwift-aw. As amostras de doce de leite foram analisadas em três repetições, utilizando-se duplicata em cada repetição. Os dados de composição físico-química foram submetidos à ANOVA, utilizando teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para análise estatística.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de rendimento dos doces de leites desenvolvidos no presente estudo estão registrados na Tabela 1. Observou-se um decréscimo no rendimento à medida que se aumentou o percentual de lactossoro substituído nas formulações estudadas.

Formulações % de Rendimento	0% Soro	25% Soro	50% Soro	75% Soro
	36	34	30,5	28

Tabela 1. Resultados de rendimentos dos doces de leite produzidos com diferentes percentuais de substituição do leite por lactossoro

Este fato mostrou uma tendência similar com os dados de umidade (Tabela 2), onde os doces de leite com maior percentual de lactossoro apresentaram menores teores de umidade, proteína e lipídeos, coincidindo com o rendimento obtido. Isto pode ser explicado devido menor concentração de sólidos do lactossoro em relação ao leite. Na Tabela 2 estão apresentados os resultados as análises físico-químicas das formulações de doces de leite estudados.

Composição *(g/100g)	Controle (0% Soro)	F1 (25% Soro)	F2 (50% Soro)	F3 (75% Soro)
Umidade*	19,33 ± 0,27 a	19,42 ± 1,45 a	10,00 ± 1,41 b	7,62 ± 0,87 b
Proteína*	7,08 ± 0,27 a	6,44 ± 0,54 a	5,33 ± 0,28 b	4,34 ± 0,30 c
Lipídeos*	6,26 ± 0,51 a	4,73 ± 0,52 b	3,43 ± 0,15 c	2,38 ± 0,50 c
Cinzas*	1,90 ± 0,02 a	1,83 ± 0,05 a	1,86 ± 0,01 a	1,84 ± 0,08 a
Carboidratos*	65,40 ± 0,76 c	67,56 ± 2,21 c	79,36 ± 1,50 b	83,79 ± 1,25 a
Atividade de água*	0,80 ± 0,00 a	0,81 ± 0,02 a	0,77 ± 0,02 a	0,80 ± 0,01 a

Tabela 2. Resultados das análises estatísticas das características físico-químicas conforme as formulações de soro empregadas.

* médias seguidas de uma mesma letra, em uma mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Controle = 0% de soro; F1 = 25% de soro; F2 = 50% de soro; F3 = 75% de soro*

De forma geral, a substituição do leite por soro de queijo afetou de forma significativa ($p \leq 0,05$) o teor de umidade, proteína, lipídeos e de carboidratos totais das amostras estudadas (Tabela 2). Verificou-se uma diminuição dos teores de umidade, proteínas e lipídeos à medida em que as concentrações de lactossoro foram aumentadas na formulação dos doces de leite estudados. Por outro lado, ocorreu um aumento do teor de carboidratos nas formulações com maior teor de lactossoro sugerindo maior presença de lactose no lactossoro no presente trabalho (Tabela 2). Os teores de cinzas e atividade de água das amostras não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre si, sugerindo que a adição de soro não afetou o teor de minerais e de água livre das amostras, respectivamente. MADRONA et al. (2009) avaliaram a composição centesimal de doce de leite formulados com 100% de leite e substituído por 25% e 50% de soro. Os autores reportaram comportamento similar ao do presente estudo, no qual o doce de leite formulado com maior concentração de soro (50% de substituição) apresentou maior teor de umidade em relação ao elaborado com 25% de soro e um menor teor de proteínas na formulação com 50% de soro de leite em relação à formulação com 100% de leite. Não houve diferença em relação ao teor de lipídeos.

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que, de forma geral, a adição do lactossoro *in natura* conforme as formulações de doce de leite estudadas neste trabalho, apesar de afetarem o rendimento e a composição centesimal das amostras analisadas, sugere viabilidade de aproveitamento desse co-produto. O doce de leite com maior percentual de soro em sua formulação apresentou, menor teor de seus componentes embora, seja um co-produto de alto valor nutricional, ainda pouco utilizado industrialmente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis.** 16 ed. Washington: AOAC, 2000.

BARBOSA, O.A. Proteínas do soro de queijo: hidrólise e formulação de suplemento alimentar para ratos Wistar. **Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição)** – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2013.

BLIGH, E.G.; DYER, D.J. **A rapid method of total lipid. Extraction and purification.** Can. J. Biochem. Physiol., v. 37, p. 911-7, 1959.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003.** Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D F, p. 33 – 4, 26 de dez. 2003. Seção 1.

FLORÊNCIO, I.M.; FLORENTINO, E.R.; SILVA, F.L.H.; MARTINS, R.S.; CAVALCANTI, M.T.; GOMES, J.P. **Produção de etanol a partir de lactosso industrial.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 10, p. 1088-92, 2013.

HOSKEN, F. S. **Doce de leite: durabilidade e cristalização.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 24, n.147, p. 10-17, 1969.

MADRONA, G. S.; ZOTARELLI, M. F.; BERGAMASCO, R.; BRANCO, I.G. **Estudo do efeito da adição do soro de queijo na qualidade sensorial do doce de leite pastoso.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 29, n. 4, p. 826-833, out-dez, 2009.

PERRONE, I. T; FERRUA, F. Q; ABREU, L. R. **Efeito da nucleação secundária sobre a cristalização do doce de leite.** Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes, v. 61, n. 349, p. 3–12, mar/abr, 2006.

SIQUEIRA, A.M.O.; MACHADO, E.C.L.; STAMFORD, T.L.M. **Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas.** Ciência Rural, v. 43, p. 1693-700, 2013.

VARGAS, D.P.; NORMBERG, J.L.; RITT, L.A.; SHEIBLER R.B.; RIZZO, F.A.; MILANI, M.P. **Potencialidades funcionais e nutracêuticas das proteínas do leite bovino.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 18, ed. Especial, p. 25-35, maio 2014.

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE ABACAXI PARA A PRODUÇÃO DE BISCOITO TIPO COOKIE INCORPORADO COM FARINHA DE COCO

Jéssica Barrionuevo Ressutte

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência de Alimentos

Maringá – Paraná

João Pedro de Sanches Pinheiro

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
de Engenharia de Alimentos

Maringá – Paraná

Jéssica Maria Ferreira de Almeida-Couto

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
de Engenharia Química

Maringá – Paraná

Caroline Zanon Belluco

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência de Alimentos

Maringá – Paraná

Marília Gimenez Nascimento

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
de Ciência de Alimentos

Maringá – Paraná

Iolanda Cristina Cereza Zago

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência de Alimentos

Maringá – Paraná

Joice Camila Martins da Costa

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
de Engenharia de Alimentos

Maringá – Paraná

Kamila de Cássia Spacki

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
de Engenharia de Alimentos

Maringá – Paraná

Mônica Regina da Silva Scapim

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
de Engenharia de Alimentos

Maringá – Paraná

RESUMO: O resíduo de abacaxi e de coco são subprodutos da indústria de alimentos com alto valor nutricional. Alternativas que possam agregar valor a esses resíduos ao empregá-los como matéria prima para elaboração de novos produtos são de grande valia. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de seis formulações de biscoito tipo cookie com diferentes concentrações de resíduo de abacaxi e farinha de coco. As formulações foram avaliadas em relação a aceitação sensorial e a formulação melhor aceita sensorialmente também foi avaliada em relação aos seus aspectos físico-químicos. A formulação com melhor aceitação sensorial foi processada com 15% de resíduo de abacaxi e 10% de farinha de coco. Para essa formulação foi encontrado um alto teor de fibras (15,56%), proteínas (8,01%) e valores de 2,31%, 5,68% e 20,95% para cinzas, umidade e lipídeos, respectivamente. Desse modo, conclui-se que a utilização do resíduo de abacaxi e da farinha de coco como matéria prima para a elaboração de biscoito tipo cookie é capaz de melhorar o

valor nutricional desse produto, além de minimizar o desperdício de alimentos e os gastos operacionais com o tratamento desses subprodutos industriais.

PALAVRAS-CHAVE: cookies, farinha de coco, casca de abacaxi, subproduto.

ABSTRACT: The pineapple and coconut residue are by-products of the food industry with high nutritional value. Alternatives that can add value to these residues by using them as raw material for the production of new products are very important. Therefore, the present work had the objective of producing six formulations of cookie with different concentrations of pineapple residue and coconut flour. The formulations were evaluated in relation to the sensory acceptance and the better sensorially accepted formulation was also evaluated in relation to their physicochemical aspects. The formulation with better sensory acceptance was processed with 15% of pineapple residue and 10% of coconut flour. The samples presented high fiber content (15.56%), proteins (8.01%) and values of 2.31%, 5.68% and 20.95% were found for ash, moisture and lipids, respectively. Thus, it is concluded that the use of pineapple residue and coconut flour as a raw material for the preparation of cookies is able to improve the nutritional value of this product, in addition to minimizing food waste and operating expenses with treatment of these industrial by-products.

KEYWORDS: cookies, coconut flour, pineapple bark, by-product.

1 | INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus L. Merril*), proveniente das regiões tropicais e subtropicais, é uma das principais frutas brasileiras e se encontra em todo mercado. Esta fruta também é amplamente cultivada no Havaí, Filipinas, Caribe, Malásia, Austrália, México e África do Sul (Santana-Neto et al., 2017). No Brasil os principais estados produtores são Paraíba, Minas Gerais e Bahia (IBGE, 2015).

O abacaxizeiro pertence à família *Bromeliaceae*, e compreende cerca de 46 gêneros e 1.700 espécies de plantas herbáceas, epíferas e terrestres. A variedade pérola constitui o mais cultivado no Brasil (Freimam e Sabaa-Srur, 1996). A planta possui um talo grosso e curto, onde ao redor crescem folhas compridas e estreitas, onde apenas 22,5% correspondem à polpa do fruto comestível. Entre os principais resíduos do abacaxi se encontram a casca, a coroa, as extremidades e o cilindro central (Sarzi; Durigan; Rossi Júnior, 2002; Nascente; Costa; Costa, 2005).

Não somente por suas características peculiares o abacaxi é apreciado por vários países, mas também por suas notáveis qualidades nutritivas (Piedade e Canniatti- Brazaca, 2003). A fruta do abacaxizeiro pode ser consumida na forma *in natura* ou na forma de doces, sorvetes, picolés, sucos caseiros e refrescos. Na indústria, uma grande variedade de produtos pode ser produzida, como geleia, licor, pedaços cristalizados, calda, xarope e suco engarrafado. Em regiões quentes, obtém-se o vinho. Seus subprodutos podem ser ainda utilizados para a produção de

álcool etílico, ácido cítrico, gomas e ração animal (Nascente; Costa; Costa, 2005).

Os resíduos do abacaxi são em geral descartados pela indústria, e podem ser considerados como fonte de substâncias nutritivas, tanto a casca como o cilindro central possuem elevados teores de fibra alimentar, que apresentam um importante papel no processo digestivo. As fibras insolúveis se relacionam a absorção de água, o que acelera o trânsito intestinal, já as fibras solúveis estão ligadas a absorção de glicose no intestino e a redução de colesterol no sangue (Botelho; Conceição; Carvalho, 2002).

Um estudo realizado mostrou que as cascas, talos, coroas e cilindros apresentam mais teores de lipídios, proteínas, vitamina C, potássio, fósforo, fibras e cálcio do que na polpa. Destacam-se os valores médios de 0,3% de lipídios, 1,08% de teor de proteínas e 2,06% de teor de fibras (Zanella, 2006). Ainda no caso apenas da casca do abacaxi, destacam-se 1,03% de cinzas, 0,55% de lipídeos, 1,45% de proteínas, 3,89% de fibras, além das 76,44mg e 285,97mg de Cálcio e Potássio, respectivamente, contidos em 100g de amostra de casca (Goldim et al., 2005).

Também um subproduto da indústria de alimentos, a farinha de coco é obtida através da extração e posterior moagem da casca e polpa do coco, a qual é rica em fibras. A fibra de coco é uma fibra *lignocelulósica* extraída do mesocarpo fibroso do fruto do coqueiro (*cocos nucifera*), cultivado extensivamente nos trópicos (Queiroz et al., 2017).

Os biscoitos tipo cookie tem alto consumo, boa aceitação no mercado e alta vida de prateleira, além de serem de fácil enriquecimento nutricional, afim de atingir várias faixas etárias, principalmente as crianças. Já que a baixa ingestão principalmente de fibras, vitaminas e minerais na população brasileira é um fator preocupante (Fasolin et al., 2007).

O desperdício e a fome são dois grandes problemas enfrentados pelo Brasil, cerca de trinta e nove mil toneladas de comida em condições de serem aproveitados são jogados no lixo todos os dias. Segundo Santana-Neto et al. (2017) os prejuízos decorrentes dos desperdícios de frutas e hortaliças no Brasil são em torno de 30 a 40% da produção, constituindo um paradoxo, já que o Brasil é um dos maiores exportadores de produtos agrícolas em escala mundial.

Os resíduos provenientes das partes não comestíveis de frutas e hortaliças também são caracterizados como poluentes, pois exigem um alto custo operacional para seu tratamento e as indústrias muitas vezes optam por um descarte incorreto, o que gera um problema ambiental (Santana-Neto et. al., 2017).

O aproveitamento integral dos alimentos minimiza gastos com a alimentação, melhora a dieta da população e gera lucros para a empresa, além de promover uma alimentação saudável e rica em nutrientes, através do aproveitamento de partes de alimentos que normalmente são desprezados (Gondim et al., 2005).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de seis diferentes formulações de biscoitos tipo cookie, avaliar a aceitação do produto a

partir da análise sensorial e aspectos físico-químicos do cookie melhor aceito.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparo das amostras

Amostras de abacaxi pérola foram adquiridas em comércio local na cidade de Maringá-PR, em seguida foram higienizadas com solução de hipoclorito de sódio 10 ppm por 10 minutos e processadas em despolpadora. A farinha de coco (da marca Copra Live) também foi adquirida em comércio local.

2.2 Elaboração dos cookies

Os biscoitos foram elaborados em um esquema fatorial 2² com duas repetições no ponto central. Desse modo foram elaboradas 6 formulações com base em testes preliminares (tabela 1). As quantidades de casca de abacaxi e água utilizadas para o processamento de suco da casca de abacaxi também foram determinadas a partir de testes preliminares. Assim, o suco foi formulado com 64% de casca de abacaxi e 36% de água. As formulações estão apresentadas na tabela 1 com os valores em base de 100% de farinha de trigo.

Ingredientes	Formulações (%)					
	1	2	3	4	5	6
Farinha de trigo	100	100	100	100	100	100
Açúcar	44,44	44,44	44,44	44,44	44,44	44,44
Bicarbonato de sódio	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Essência de abacaxi	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78
Ovo	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
Gordura vegetal	30,22	30,22	30,22	30,22	30,22	30,22
Sal	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Suco da casca de abacaxi	108,49	108,49	36,31	36,31	72,4	72,4
Farinha de coco	24,13	72,31	72,31	24,13	48,22	48,22

Tabela 1: Formulação do biscoito tipo cookie com adição de resíduo de abacaxi e farinha de coco

Os ingredientes utilizados foram medidos em balança semi-analítica e em seguida foram misturados a temperatura ambiente até que as características da massa do biscoito desejadas fossem atingidas, posteriormente moldou-se a massa em formato de circunferência com espessura média de 5 mm e os cookies foram levados ao forno, onde permaneceram por 15 min a temperatura média de 250°C. Após a fabricação, cada amostra foi separada, armazenada e identificada para a análise sensorial.

2.3 Teste de aceitação

A análise sensorial foi realizada na Universidade Estadual de Maringá (UEM), em cabines individuais em uma única seção. As 6 formulações do biscoito foram apresentadas de forma monódica e avaliadas quanto aos atributos sabor, cor, aroma e aparência em testes de consumidor, utilizando-se a escala hedônica estruturada de 9 pontos.

Foram servidas uma amostra de cada uma das 6 formulações do produto juntamente com um copo de água mineral. O teste contou com 120 provadores não treinados. O índice de aceitabilidade foi calculado de acordo com a equação 1 em que 9 representa a nota máxima.

$$Ia = \left(\frac{\text{média}}{9} \right) \times 100\% \quad (1)$$

2.4 Analise estatística

Os dados obtidos na análise sensorial foram submetidos a análise de variância ANOVA, utilizando o programa SISVAR 5.6. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.5 Composição centesimal

Foi determinada a composição centesimal da amostra de maior preferência, sendo realizadas análises de: umidade, cinzas, lipídio, proteína bruta, fibra bruta e carboidratos. As análises foram feitas em triplicata, segundo AOAC 17^a edição. A quantidade de carboidratos foi definida por diferença.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao índice de aceitabilidade obtidos da análise sensorial estão apresentados na tabela 2.

Formulação	Sabor (%)	Aroma (%)	Textura (%)	Aparência global (%)
1	52,50	64,16	36,85	47,31
2	70,83	71,20	62,31	71,94
3	73,05	73,61	62,96	73,33
4	80,92	73,97	81,85	79,25
5	66,57	66,94	60,36	64,25
6	65,18	68,11	54,25	61,85

Tabela 2: Índice de aceitabilidade obtidos na análise sensorial realizada com biscoito tipo cookie com adição de resíduo de abacaxi e farinha de coco

Para que um produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade (IA) mínimo de 70% (Teixeira; Meinert; Barbetta, 1987), o que é possível observar para as formulações 2, 3 e 4.

De acordo com os dados obtidos na análise sensorial, tem-se que a amostra 4 foi a que obteve a maior média de notas nos tributos sabor, textura e aparência global (Tabela 2).

No quesito textura, as amostras 1 e 6 obtiveram índices de aceitabilidade de 36,85% e 54,25%. Nessas amostras foram adicionadas maiores quantidades de suco, o que representa maior quantidade de água na massa, interferindo diretamente na textura do cookie que perdeu sua principal característica que é a crocância. A amostra 4 apresentou o melhor resultado para esse quesito, podendo ser explicado devido a valores intermediários de adição de suco e farinha de coco adicionadas a massa.

Em relação à aparência global, as amostras 1 e 6 apresentaram os piores índices de aceitabilidade, 47,31% e 61,85% respectivamente, o que pode ser justificado principalmente pela textura não apreciada.

Deste modo, a formulação escolhida para a análise centesimal foi a formulação 4, já que ela está presente entre as favoritas em todos os atributos, sendo então considerada a amostra favorita para as características sensoriais. Na intenção de compra, 55,08% das pessoas alegaram que certamente comprariam 34,74% que talvez comprassem/talvez não comprassem e 10,16% que não comprariam o produto (Figura 1).

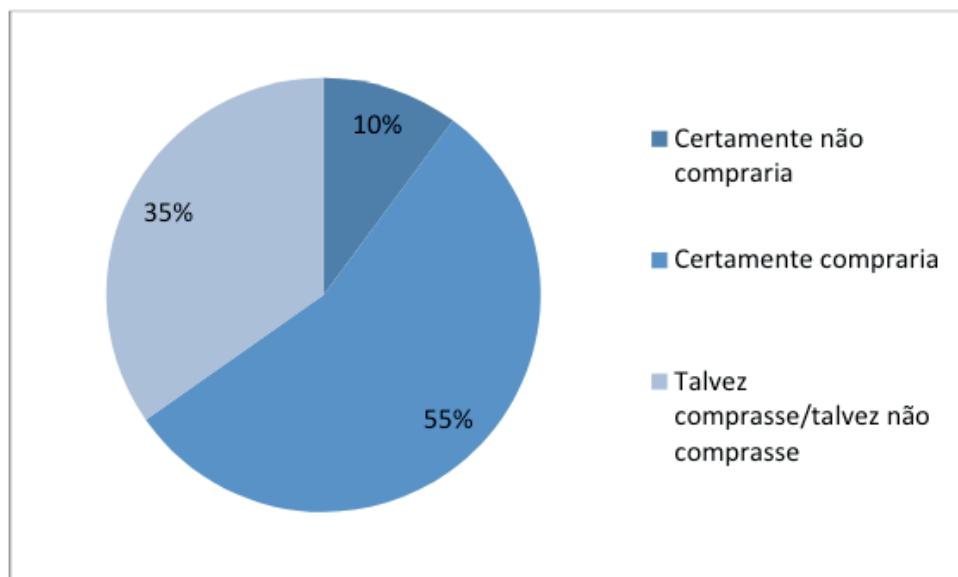


Figura 1: Intenção de compra da amostra mais aceita.

Com isso, a análise centesimal retornou os seguintes valores para a quantidade de umidade, cinzas, lipídios, proteína bruta e fibra bruta (Tabela 3).

Componentes avaliados (% em base seca)	Resultados (g/100g)
Umidade	5,68
Cinzas	2,31
Proteína bruta	8,01
Gorduras totais	20,95
Fibra bruta	15,56
Carboidratos	63,05

Tabela 3: Análise centesimal da formulação mais aceita

Como esperado, o biscoito tipo cookie apresenta um alto valor de fibras. Enquanto que neste estudo foram obtidos 15,56% de fibras, Clerici; Oliveira; Nabeshima (2013) encontraram 1,73% para a formulação controle e 3,07% para a formulação com substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. Para Ávila et al. (2010), que fizeram a análise de cookies com resíduo da extração da fécula de mangarito, os valores obtidos para fibras foram de 2,62%. Silva; Silvia; Chang (1998) encontraram teores de 4,1 a 6,5% de fibra alimentar total em biscoitos tipo cookie, elaborados com farinha mista de trigo e jatobá. Outro estudo, de Wang; Cabral; Fernandes (1997) encontraram valores de 6,7 a 11,79% de fibra alimentar bruta em biscoitos tipo cookie elaborados com de farinha de trigo e casca de soja. Todos os estudos supracitados relataram valores inferiores de fibra bruta ao encontrado no presente estudo.

A utilização da casca do abacaxi na formulação do suco, em concentração de 64%, e da farinha de coco, exerceram um importante fator a se considerar quanto ao alto teor de fibras obtido no produto final, pois. Segundo Correia, et al. (2007) os teores de umidade, lipídios, fibras e proteínas de pós-alimentícios obtidos de casca de abacaxi apresentaram maiores concentrações destes componentes. Deste modo, tem-se que o biscoito tipo cookie com adição de resíduo de abacaxi e farinha de coco é uma rica fonte de fibras.

O valor obtido para lipídios encontrado é atribuído a utilização da gordura vegetal e da farinha de coco, já que o suco da casca de abacaxi não é fonte importante de lipídios – as cascas, cilindros e coroas do abacaxi apresentam apenas 0,55% de lipídeos (Zanella, 2006). Segundo Souza et al. (2008), a adição de coco e seus subprodutos exerce uma influência significativa para o aumento de lipídios. Fasolin et al. (2007) desenvolveu biscoitos com farinha de banana e encontrou valores de lipídios que variaram entre 18 até 19%, valores próximos aos obtidos nesse estudo.

Ao elaborar biscoito tipo cookie com substituição da farinha de trigo pela farinha de berinjela, Perez e Germani (2007), concluíram que a quantidade de gordura adicionada para chegar a uma massa adequada dos biscoitos pode estar relacionada com um crescente aumento de fibra alimentar, decorrente da adição da farinha de coco, o que justifica o alto teor de lipídios no cookie apresentado.

O valor obtido para proteínas para a formulação 4 nesse trabalho foi significantemente maior do que o encontrado por Costa et al. (2012), tanto na formulação controle como nas formulações com 5% e 15% de adição de maracujá em pó. O alto teor de proteínas encontrado nesse trabalho pode ser atribuído a utilização da casca do abacaxi, que é fonte de lipídios, proteínas e fibras (Zanella, 2006). Clerici; Oliveira; Nabeshima (2013) encontraram valores de 9,46% e 10,88% para as formulações controle e com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de gergelim desengordurada, respectivamente. Para a comparação com o estudo de Clerici; Oliveira; Nabeshima (2013), a composição da farinha de gergelim pode ter sido o fator principal. Também se destaca o uso de maior quantidade de ovo nessa formulação, que apresenta alto teor de proteínas (15,6% para Clerici; Oliveira; Nabeshima (2013) contra 0,93% da formulação 4).

A umidade encontrada para esse estudo foi de 5,68%, enquanto que no estudo de Costa et al. (2008), os valores foram de 4,67% para a formulação controle, 5,31% para a formulação com 5% de maracujá em pó e 4,51% para a formulação com adição de 15% de maracujá em pó, valores próximos ao encontrado no presente trabalho.

De acordo com a CNNPA nº 12 de 1978, o teor de umidade dos biscoitos deve ser menor que 14%, o que pode ser observado no presente estudo, estando, deste modo, dentro dos padrões estabelecidos. O teor de umidade em biscoitos tipo cookie feitos com farinha de trigo segundo a literatura é de 4,85%, o aumento da umidade comparado a esses biscoitos também se deve a maior concentração de água adicionada a massa. Segundo Jay (2000), percentuais menores de umidade em produtos alimentícios aumentam o tempo de comercialização devido à baixa atividade de água desses alimentos, produtos que apresentam alta atividade de água favorecem o crescimento de microrganismos e consequente deterioração desses produtos.

Em relação ao resíduo mineral fixo (cinzas), o biscoito apresentou maior valor comparado ao biscoito tipo cookie elaborado a partir da farinha de trigo, que apresenta 1,13% desse componente.

Para outros carboidratos (desconsiderando as fibras), encontrou-se 63,05% do total da amostra de formulação 4. O alto valor se explica pela alta quantidade de farinha de trigo ainda presente na formulação (41%).

4 | CONCLUSÃO

A adição de resíduo de abacaxi e farinha de coco em biscoito tipo cookie é uma alternativa sustentável capaz de diminuir o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desses subprodutos alimentícios. Os resultados mostraram que o produto apresenta um alto teor de fibras e proteínas, podendo ser considerado

um alimento funcional. O teste sensorial se mostrou favorável, sendo, portanto, um produto com potencial de mercado.

REFERÊNCIAS

AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th edition. Association of Official Analysis Chemists International, 2000.

ÁVILA, R. et al. **Avaliação da composição centesimal e utilização na elaboração de biscoitos tipo cookie do resíduo da extração da fécula do mangarito.** Revista Agroecológica, v. 1, n. 1, p. 21-32, 2010.

BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, C. V. **Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi ‘smooth cayenne’.** Revista Ciência e Agrotecnologia, v. 26, n. 2, p. 362-367, 2002.

CLERICI, M. T. P. S.; OLIVEIRA, M. E.; NABESHIMA, E. H. **Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 16, n. 2, p. 139-146, 2013.

CNNPA nº 12, de 1978. **Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**, 1978.

CORREIA J. M. et al. **Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi.** Revista Ciência Agronômica, v. 38, n. 2, p. 228-232, 2007.

COSTA, J. N. et al. **Composição centesimal e avaliação sensorial de biscoitos tipo cookies acrescido de pó de açaí orgânico.** Revista Alimentos e Nutrição, v. 23, n. 2, p. 217-221, 2012.

FASOLIN, L. H. et al. **Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.

FREIMAN, L. O; SABAA-SRUR, A. U. O. **O aproveitamento dos resíduos da agroindústria do abacaxi (*Ananas comosus* L MERRIL) para a produção de Bromelina.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 6, n. 3, p. 246-249, 1996.

GONDIM, J. A. et al. **Composição centesimal de minerais em cascas de frutas.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal**, 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&zt&o=11&i=P>>. Acesso em: 03 de julho de 2019.

JAY, J. M. **Modern Food Microbiology**. 6^a ed. Acribia, New York, p.33-50, 2000.

NASCENTE, A. S.; COSTA, R. S. C.; COSTA, J. N. M. Embrapa Rondônia. **Cultivo do abacaxi em Rondônia**, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiro/autores.htm>. Acesso em: 03 de julho de 2019.

PEREZ, M. P.; GERMANI R. **Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, n. 1, p. 186-192, 2007.

PIEDADE, J.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. **Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro**

(caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sanguíneo em ratos. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 23, n. 2, p. 149-156, 2003.

QUEIROZ, A. M. et al. Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. Brazilian Journal of Food Technology, v. 20, e2016097, 2017.

Santana-Neto, D. C. et al. Avaliação do processo de enriquecimento proteico de resíduo de abacaxi. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 12, n.1, p. 95-99, 2017.

SARZI, B.; DURIGAN, J. F.; ROSSI JUNIOR, O. D. Temperatura e tipo de preparo na conservação de produto minimamente processado de abacaxi ‘Pérola’. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 24, n. 2, p. 376-380, 2002.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P.; CHANG, Y. K. Utilização da farinha de jatobá (*hymenaea stigonocarpa* mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 18, n. 1, p. 25-34, 1998.

SOUZA, J. M. L. et al. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca oriundas do município de Cruzeiro do Sul – Acre. Revista Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharia, v. 14, n. 1, p. 43-49, 2008.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: Editora UFSC, p. 180, 1987.

WANG, S. H.; CABRAL, L. C.; FERNANDES, S. M. Características tecnológicas e sensoriais de biscoitos com alto teor de casca de soja cozidos em micro-ondas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 32, n. 7, p. 739-745, 1997.

ZANELLA, J. O valor do alimento que é jogado fora. Jornal Unesp, n. 213, 2006.

STUDY OF CELL VIABILITY AND PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PROBIOTIC JUICE FROM CASHEW AND TANGERINE

Maria Thereza Carlos Fernandes

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

Fernanda Silva Farinazzo

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

Carolina Saori Ishii Mauro

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

Juliana Morilha Basso

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

Leticia Juliani Valente

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

Adriana Aparecida Bosso Tomal

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

Alessandra Bosso

Universidade Pitágoras Unopar, Programa
de Pós-graduação - Mestrado em Ciência e
Tecnologia de Leite e Derivados
Londrina – Paraná

Camilla de Andrade Pacheco

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Agronomia

Londrina – Paraná

Sandra Garcia

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Londrina – Paraná

ABSTRACT: Fruit juices are considered healthy foods, consumed worldwide and promising non-dairy means for the production of functional foods containing probiotics. Fruits such as cashew and tangerine have excellent nutritional, functional properties and are widely produced in Brazil. This study verified the stability during 21 days of storage at 4 °C of cashew juices (CS) and tangerine (TS) added by *L. plantarum* BG112, for which pH, °Brix, color, cell viability and phenolic compounds were analyzed. A few variations occurred at pH: SC of 4.0 ± 0.06 to 3.96 ± 0.00 and TS of 3.69 ± 0.00 to 3.53 ± 0.10 and initial brix of 1.83 ± 0.05 (CS) and 6.00 ± 0.14 (TS). Changes in color during storage indicate its degradation, and the L* parameter of both samples showed a greater tendency for white color at the end of 21 days .The viability of *L. plantarum* reduced 53% in the SC sample and did not fall in the TS sample during the analyzed period. In the analysis of phenolics CS presented 122.79 ± 0.14 to 109.22 ± 0.40 and from 35.56 ± 0.20 to 29.02 ± 0.02 for TS.

KEYWORDS: Functional food; *Lactobacillus*

1 | INTRODUCTION

Functional foods provide several benefits to consumer health, beyond the basic nutrients needed for good nutrition. In this sense, the functional foods market has shown strong growth in recent years, reflecting the concern and the interest of consumers to eat foods that promote health benefits (MARTINS et al., 2013; MOUSAVID et al., 2011). Food as essential maintenance and life factor presents increasingly intense concepts about the relation of functional foods to the intestinal microbiota, making food containing probiotic instruments from various studies (UYEDA et al., 2016).

Probiotics provide various beneficial effects to the consumer such as cholesterol reduction, reduction of lactose intolerance, regulation of the intestinal flora, improvement of the immune system, inhibition of pathogens, better absorption of minerals and production of vitamins. To get these benefits, probiotics should be consumed daily and associated with healthy eating habits (COELHO, 2009; OLIVEIRA et al., 2002).

The main commercially available probiotic microorganisms belong to the genera *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*. *Lactobacillus plantarum* is often associated with plant fermentation, although it can be found in several environmental niches (COSTA et al., 2014).

Lactobacillus plantarum, is considered a probiotic microorganism, certified by the FDA as GRAS (substance or food generally considered safe). It is characterized by being facultative, mesophilic and heterofermentative anaerobic. With a better development in pH between 4 and 9, it is isolated in different ecological niches, highlighting products of plant origin (BRINGEL et al., 2005) in which it has good adaptation.

Studies have attributed to *L. plantarum* skills to colonize the gut of humans, modulate the immune system, reduce the risk of cardiovascular disease, alleviate intestinal problems among others (WANG et al., 2009).

Most research involving probiotics is for dairy products such as fermented milk and yoghurt (SAAD, 2006). However, the consumption of fermented dairy products is inadequate for people lactose intolerant or allergic to milk proteins, and the steady increase in the number of vegetarian and vegan consumers increases the need for vegetable-based probiotic products (BANSAL et al., 2016; RANADHEERA et al., 2017; WHITE; HEKMAT, 2018).

Thus, the development of non-dairy probiotic products, mainly using fruit juices as a medium, is in growing demand. Among the characteristics for the use of fruit stand out the profiles of taste that are attractive for all age groups, in addition to the connotation of healthy and refreshing foods (SHEEHAN, et al., 2007; LUCKOW;

DELAHUNTY, 2004).

Health promotion attributed to fruits and vegetables is related to high levels of beneficial substances, such as antioxidants, vitamins, fibers and minerals, which together with the benefits of probiotics can bring additional contributions to consumer health (VASUDHA; MISHRA, 2013; COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010). In addition, taking advantage of surplus fruit production can lead to product diversification, reduce post-harvest losses and possible economic losses in the off-season (MAIA et al., 2009).

Among the possibilities of fruit that can be used in the preparation of probiotic juices is cashew. This pseudofruit is worldwide known and popular, being consumed as juice ready to drink and concentrated (ZEPKA et al., 2009). The cashew has a high content of ascorbic acid, minerals, organic acids, phenolic compounds and carbohydrates besides several antioxidant compounds such as carotenoids, flavonoids, tannins among others (ASSUNÇÃO; MERCADANTE, 2003). Despite all the benefits of its consumption, the cashew peduncle has annual losses of around one million tons in the State of Ceará, being of extreme economic importance the development of products using this fruit (SANCHO et al., 2007).

Another fruit widely produced in Brazil, tangerine (*Citrus reticulata*) is a citrus fruit, being an excellent source of antioxidant substances, such as ascorbic acid, phenolic compounds and carotenoids that can present beneficial health effects due to its nutritional properties. Still stand out for the pleasant taste and paladar, becoming quite appreciated by the consumer. For these characteristics, the developments of new products can also be interesting (CASER; AMARO, 2006).

2 | MATERIAL AND METHODS

2.1 Materials

Lactobacillus plantarum strain BG112 (Sacco-Cadorago, Italy) in the lyophilized form used in this study. The cashew and tangerine pulps were purchased from Polpa Norte in the city of Londrina.

2.2 Preparation of probiotic cultures before inoculation

1% (w / v) of lyophilized *L. plantarum* BG112 culture was added in Man, Rogosa and Sharpe culture broth (MRS) and incubated at 37 °C for 24 hours, according to Sheehan et al. (2007). Cells were separated by centrifugation at 10.000 rpm for 10 minutes at 4 °C, the supernatant was discarded in the biomass washed with 0.9% sterile saline. The biomass of *L. plantarum* BG112 obtained was resuspended in 10 mL of cashew juice or tangerine at a concentration of 10 log CFU/mL.

2.3 Juice preparation

The tangerine and cashew pulps were beaten with potable water in the ratio of 1 to 2 (m / v), then pasteurized for 1 minute at 90 °C. The biomass of cells obtained according to item 2.3 it was added in 300 mL (qsp) in tangerine (ST) and cashew juice (SC).

2.4 Analysis

2.4.1 Cell viability

Viabilitys of *L. plantarum* in the samples were determined by the plate count method, where after decimal dilutions in peptone water 0,1% w/v, 1.0 mL of each dilution was poured in MRS medium (Man, Rogosa and Sharpe) and incubated at 37 °C, for 48 h, under anaerobiosis in the sample with 0, 7, 15 and 21 days in storage at 4 °C.

2.4.2 Physicochemical evaluations

The pH was determined using a digital potentiometer (KASVI®, Brazil). The level of total soluble solids (TSS), as °Brix, was assessed using a digital refractometer (PAL-BX/RI, ATAGO, JAPAN), according to AOAC method No. 932.12 (AOAC, 2012). For the control of the parameter was used colorimeter (Chroma Meter CR-400 Sensing, Konica Minolta, Japan) operating in the CIELab system, pre-calibrated on white surface.

2.4.3 Determination of total phenolic compounds

For the determination of total phenolic compounds, the methodology described by Benzie and Strain (1999) was used, with 0.5 mL of Folin-Ciocalteau reagent 0.9 N, 0.5 mL of 7.5% sodium carbonate and 0.5 mL of the samples, and incubated for 1 hour at room temperature, protected from light. After this period, a UV-visible spectrophotometer (760 nm) was read using the Folin-Ciocalteau solution and sodium carbonate as blank. Quantification was done by the standard curve of gallic acid (4.00 to 16.00 mM) and the results expressed in mg equivalents of gallic acid/100 mL (EAG).

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Cell viability

During the 21-day storage period, it was possible to observe a drop of

approximately 53% in the number of viable *L. plantarum* BG112 cells in cashew juice, while the tangerine juice kept the resistance in the microorganism in the same period. As shown in table 1.

Samples	Days			
	0	7	15	21
Cashew	8.44 ± 0.15 ^a	5.30 ± 0.10 ^b	4.55 ± 0.03 ^c	4.50 ± 0.05 ^c
Tangerine	8.23 ± 0.01 ^b	8.26 ± 0.05 ^b	9.19 ± 0.15 ^a	8.26 ± 0.07 ^b

Table 1: Cell viability (log CFU/mL) in cashew and tangerine Juice during storage in 4 °C

*Averages with different letters in the lines differ significantly ($p > 0.05$)

This result can be related to the fact that the peduncle of the cashew presents great content of phenolic compounds; (LAVINAS et al., 2006; PEREIRA; MACIEL; RODRIGUES., 2011), which may interfere with probiotic survival, as observed by Nualkaekul and Charalampopoulos (2011). The researchers observed that cell survival in cranberry and pomegranate declined very rapidly, while in the case of lemon juice, cell concentration reduced approximately 1.1 log after 6 weeks of storage. Even the lemon juice exhibiting lower pH, such as mandarin in our study, the survival of the cells in the other juices were much lower; this can be justified by the presence of phenolic compounds with potential antimicrobial action (NUALKAEKUL; CHARALAMPOPOULOS, 2011).

3.2 Color

The color results are shown in the table 2. For the parameter L* (0 = Black and 100 = White) indicating the brightness the CS sample showed an increase during the storage period, indicating a sample closer to white (HUNTERLAB, 2019). For the parameter a* (red and green coordinates) the negative value (from -3.07 ± 0.07 to -4.03 ± 0.05) indicates the predominance of the green coloration.

Parameter b* (blue and yellow coordinates): the images are positive, indicating a tendency to yellow coloration. During the storage period it was possible to observe a reduction in the values of this parameter which indicates lower intensity in the yellow color.

The decrease of this pigment is one of the main causes of lower useful life and consumer dissatisfaction (PEREIRA; MACIEL; RODRIGUES, 2011). Zepka et al. (2009) points out in their studies that thermal treatments such as pasteurization (60° to 90°) can cause degradation of the main carotenoids of cashew juice, reducing the yellow coloration.

Samples		Days			
		0	7	15	21
Cashew	L*	40.81 ± 0.17 ^c	43.48 ± 0.60 ^c	41.86 ± 0.86 ^b	52.12 ± 0.38 ^a
	a*	-3.07 ± 0.07 ^b	-2.90 ± 0.16 ^b	-2.41 ± 0.16 ^a	-4.03 ± 0.05 ^c
	b*	9.46 ± 0.15 ^b	9.02 ± 0.10 ^c	10.59 ± 0.19 ^a	6.01 ± 0.23 ^d
Tangerine	L*	33.83 ± 0.09 ^a	33.36 ± 0.06 ^a	34.56 ± 0.44 ^a	42.59 ± 1.00 ^b
	a*	-2.48 ± 0.06 ^a	-1.30 ± 0.05 ^b	-1.00 ± 0.02 ^b	-1.15 ± 0.28 ^b
	b*	20.26 ± 0.08 ^a	19.40 ± 0.42 ^a	20.04 ± 0.66 ^{ab}	18.10 ± 0.98 ^b

Table 2: Colors in cashew and tangerine Juice during storage in 4 °C

*Averages with different letters in the lines differ significantly ($p > 0.05$)

In the TS sample, there was also an increase in luminosity during storage, which may indicate the degradation of the typical juice coloration, as evidenced by the alterations in the other parameters. The reduction of b* during the 21 days indicates that the product has lost its yellowish tint. According to Cortés; Esteve; Frígola (2008) color variations during storage are higher in pasteurized juice such as orange when compared to *in natura*, or those submitted to other conservation treatments.

3.3 pH and total soluble solids

During the storage period there were no large variations of pH in both samples. The pH of the tangerine ranged from 3.69 to 3.58 values close to that found by Dutra et al. (2010) under similar pasteurising conditions. Cashew juice remained at pH 4.00, slightly higher than that found by Sancho et al. (2007), which obtained values of 3.73 for cashew juice with high pulp content. The pH results are shown in the figure 1.

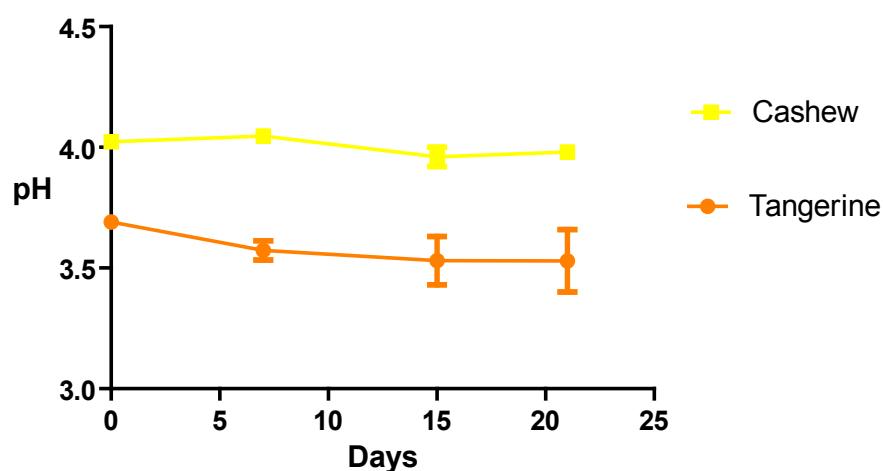


Figure 1: pH of cashew and tangerine juice

Total soluble solids indicate the quantity of substances that are present, being constituted mostly by sugars (CHAVES et al., 2004). The results of this study can be found in the table above (table 3). For the ST sample the result was 6 to 5.8 at the

end of storage. Moreira et al. (2012) found results between 1 and 10.47 ° Brix, and the highest value corresponds to industrialized ready-to-drink mandarin juice, where sugar was added.

Samples	Days			
	0	7	15	21
Cashew	3.08 ± 0.05 ^a	3.10 ± 0.05 ^a	3.03 ± 0.10 ^a	3.20 ± 0.20 ^a
Tangerine	6.00 ± 0.14 ^a	5.80 ± 0.05 ^a	5.80 ± 0.05 ^a	5.80 ± 0.12 ^a

Table 3: Total soluble solids (° Brix) in cashew and tangerine Juice during storage in 4°C

*Averages with different letters in the lines differ significantly ($p > 0.05$)

3.4 Determination of Total Phenolic Compounds

The CS presented higher values of phenolic compounds when compared to the TS sample (about 3.5 times) according to table 4 below. These values show the results obtained in the count drop of *L. plantarum* BG112 in the sample containing cashew nuts. Due to the presence of phenolic compounds with antimicrobial action. The cashew present alkylphenols such as anacardic acids, cardols and cardanols, which may present antimicrobial action

Tangerine, like the other citrus, has several phenolic acid types, the most abundant being caffeic, chlorogenic, ferulic, sinapic and p-coumaric (TOKUSOGLU; HALL, 2011). Fejzić and Ćavar (2014) obtained results of 35.7 mg GA / 100 mL and 33.4 mg GA / 100 mL for tangerine juice and fruit in natura respectively. This result is similar to what we found in our work. Both samples showed a decrease in phenolic content during storage. What could be minimized by employing different types of packaging.

4 | CONCLUSIONS

In this work we conclude that mandarin juice was shown to be the best basis for *L. plantarum* culture when compared to cashew juice due to cell viability in 21 days at 4 °C. In this way new studies to increase the viability of *L. plantarum*, such as fermentation of the product, microempapsulation would be necessary for the production of a functional cashew juice.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to the State University of Londrina, to the Department of Postgraduate Science and Food Technology and to the development agencies: Capes, CNPq and Araucária Foundation.

REFERENCES

- ASSOCIAÇÃO DE OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC International.** 19 ed. Arlington, 2012.
- ASSUNÇÃO, R. B.; MERCADANTE, A. Z. **Carotenoids and Ascorbic Acid from Cashew Apple (*Anacardium occidentale L.*: Variety and Geographic Effects.** Food Chemistry, v. 81, p. 495-502, 2003.
- BANSAL, S.; MANGAL, M.; SHARMA, S.K.; GUPTA, R.K. **Non-dairy Based Probiotics: A Healthy Treat for Intestine.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 56, p. 1856–1867, 2016.
- BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. **The ferric reducing ability of plasma as a power: The FRAP assay.** Analytical Biochemistry, v. 239, n. 1, p.70-76, 1999.
- BRINGEL, F.; CASTIONI, A.; OLUKOYA, D. K.; FELIS, G. E.; TORRIANI, S.; DEELLAGIO, S. **Lactobacillus plantarum subsp. argentoratensis subsp. nov., isolated from vegetable matrices.** International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, v. 55, p. 1629–1634, 2005.
- CASER, D. V.; AMARO, A. A. **Tangerina: tendências no cultivo no Estado de São Paulo.** Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, v. 1, n. 12, p. 1-7, 2006.
- CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. **Caracterização físico-química do suco da acerola.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004.
- COELHO, J. C. **Elaboração de bebida probiotica a partir do suco de laranja fermentado com *Lactobacillus casei*.** 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e tecnologia de alimentos) – Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2009.
- CORTÉS, C.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. **Color of orange juice treated by high intensity pulsed electric fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice.** Food Control, v. 19, n. 2, p. 151–158, 2008.
- COSTA, G. N.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; VILAS-BOAS, G. T.; MATSUO, T.; MIGLIORANZA, L. H. S. **Potential Fate of Ingested *Lactobacillus plantarum* and its occurrence in human feces.** Applied and Environmental Microbiology, v. 80, n. 3, p. 1013-1019, 2014.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. **Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.30, p.15-19, 2010.
- DUTRA, A. S.; FURTADO, A. A. L.; OIANO-NETO, J.; PASSOS, J. **Efeito do processamento térmico nas propriedades físico-químicas e microbiológicas do suco de tangerina var. Murcott.** In: 3º Simpósio de Segurança Alimentar, 2010, Florianópolis. Rompendo barreiras: anais. Florianópolis: SBCTA-RS, 2010.
- FEJZIĆ, A.; ĆAVAR, S. **Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Some Citruses.** Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina, v. 42, p. 1-4, 2014.
- HUNTERLAB. Hunter L, a e B vs CIE L*, a*, b* (AN 1005.00). Disponível em: <http://www.hunterlab.com>. Acesso em: 09/07/2019.
- LAVINAS, F. C.; ALMEIDA, N. C.; MIGUEL, M. A. L.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. **Study of the chemical and microbiological stability of cashew apple juice in different storage conditions.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, p. 875–83, 2006.
- LUCKOW, T.; DELAHUNTY, C. **Consumer acceptance of orange juice containing functional**

ingredients. Food Research International, v. 37, p. 805–814, 2004.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S.; CARVALHO, J. M.; FIGUEIREDO, R. W. **Processamento de frutas tropicais.** Nutrição, produtos e controle de qualidade. Fortaleza: Editora UFC, 2 ed., 277p., 2009.

MARTINS, E. M. F.; RAMOS, A. M.; VANZELA, E. S. L.; STRINGHETA, P. C.; PINTO, C. L. DE O.; MARTINS, J. M. **Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria.** Food Research International, v.51, p.764–770, 2013.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; DOS REIS SILVA, F. O.; COSTA, A. C. **Qualidade de tangerinas ‘Ponkan’ em função da regularidade no raleio químico.** Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics). v. 42, n. 3, p. 303-309, 2012.

MOUSAVI, Z. E.; MOUSAVI, S. M.; RAZAVI, S. H.; EMAM-DJOMEH, Z.; KIANI, H. **Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria.** World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 27, p. 123-128, 2011.

NUALKAEKUL, S.; CHARALAMPOPOULOS, D. **Survival of *Lactobacillus plantarum* in model solutions and fruit juices.** International Journal of Food Microbiology, v. 146, n. 2, p. 111–117, 2011.

OLIVEIRA, M. N.; SIVIERI, K.; ALEGRO, J. H. A.; SAAD, S. M. I. **Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probiótico.** Revista brasileira de ciências farmacêuticas, v. 38, n.1, p. 1 – 21. 2002.

PEREIRA, A. L. F.; MACIEL, T. C.; RODRIGUES, S. **Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*.** Food Research International, v. 44, p. 1276–1283, 2011.

RANADHEERA, C.S.; VIDANARACHCHI, J. K.; ROCHA, R. S.; CRUZ, A. G.; AJLOUNI, S. **Probiotic Delivery through Fermentation: Dairy vs. Non-Dairy Beverages.** Fermentation, v. 3, n. 67, 2017.

SAAD, S. M. I. **Probióticos e prebióticos: o estado da arte.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 42, p. 1-16, 2006.

SANCHO S. O., MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; RODRIGUES, S.; SOUSA, P. H. **Physicochemical changes in cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) Juice processing.** Food Science Technology, v. 27, p. 878-882, 2007.

SHEEHAN, V. M.; ROSS, P.; FITZGERALD, G. F. **Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices.** Innovative Food Science and Emerging Technologies, v. 8, p. 279–84, 2007.

TOKUSOGLU, O.; HALL, C. **Introduction to Bioactives in Fruits and Cereals.** in: Fruit and Cereal Bioactives: Sources, Chemistry & Applications. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA. p. 459. 2011.

UYEDA, M.; DEL BUONOM, H. C.; GONZAGA, M. F. N.; CARVALHO, F. L. O. **Probióticos e prebióticos: benefícios acerca da literatura.** Revista de Saúde UniAGES, v. 1, n. 1, p. 58-87, 2016.

VASUDHA, S.; MISHRA, H. N. **Non-dairy probiotic beverages.** International Food Research Journal, v. 20, p.7-15, 2013.

WANG, B.; LI, J.; LI, Q.; ZHANG, H.; LI, N. **Isolation of adhesive strains and evaluation of the colonization and immune response by *Lactobacillus plantarum* L2 in the rat gastrointestinal tract.** International Journal of Food Microbiology, v. 132, p. 59-66, 2009.

WHITE, J.; HEKMAT, S. **Development of Probiotic Fruit Juices Using *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 Fortified with Short Chain and Long Chain Inulin Fiber.** Fermentation, v. 4, n. 27, 2018.

ZEPKA, L. Q.; MERCADANTE, A. Z. **Degradation compounds of carotenoids formed during heating of a simulated cashew apple juice.** Food Chemistry, v. 117, p. 28–34, 2009.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

VANESSA BORDIN VIERA bacharel e licenciada em Nutrição pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente do Curso de Nutrição e da Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Editora da subárea de Ciência e Tecnologia de Alimentos do *Journal of bioenergy and food science*. Líder do Grupo de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFCG. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes, desenvolvimento de novos produtos, análise sensorial e utilização de tecnologia limpas.

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aceitação 3, 10, 17, 21, 24, 25, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 40, 47, 51, 55, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 83, 86, 89, 93, 96, 97, 98, 110, 112, 133, 134, 138, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 160, 166, 175, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 235, 237, 238, 243, 244, 245, 253, 255, 257, 262
Aceitação sensorial 21, 24, 25, 35, 65, 89, 93, 97, 98, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 237, 245, 253
ADO 65, 67, 68, 70, 73
Agroindústrias 13, 14, 15
Alimento saudável 139
Análise física 100, 101, 107
Análise sensorial 10, 11, 13, 16, 17, 21, 23, 28, 35, 36, 46, 51, 55, 57, 67, 72, 73, 93, 109, 111, 113, 114, 117, 119, 132, 133, 135, 136, 137, 141, 172, 176, 179, 180, 181, 185, 186, 241, 243, 256, 257, 258, 262, 273
Antioxidante 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 39, 47, 48, 73, 108, 118, 148, 157, 158, 207, 270
Aproveitamento de resíduo 37
Atividade antioxidante 13, 14, 15, 16, 19, 22, 23, 24, 39, 73, 148, 207

B

Betalaínas 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22
Bolo 1, 3, 8, 9, 10, 11, 26, 35, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98
Brassica oleracea L. 111, 112, 119

C

Casca de uva 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56
Cereal matinal 46, 47, 51, 53, 54, 55, 56, 57
Confeitoraria 1, 2, 3, 10, 11, 102, 216, 225

D

Doença Celíaca 89, 90, 98, 140

E

Empanado 111, 114, 116, 119
Extrato vegetal 101, 103

F

Fermentação 29, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 91, 104, 105, 106, 107, 121, 122, 123, 124, 126, 128, 129, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 195, 238, 239, 240, 241, 242
Fermentação alcoólica 44, 121, 122, 238
Fermento químico 1, 3, 6, 7, 8, 10

Fibra alimentar 26, 27, 91, 119, 138, 139, 141, 142, 144, 145, 148, 174, 255, 259, 261
Físico-química 16, 18, 23, 25, 28, 30, 52, 53, 65, 70, 74, 84, 130, 132, 139, 149, 154, 157, 169,
170, 207, 209, 216, 224, 226, 227, 238, 239, 245, 250, 262, 270
Frutas tropicais 65, 271

G

Gastronomia 1, 2, 3, 10, 11, 101, 119, 148, 185

Glúten 12, 28, 32, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 105, 106, 107, 108, 115, 119,
123, 140, 262

H

Hidrodestilação 58, 59, 60

L

Lippia alba 58, 59, 62, 63, 64

M

Mucilagem de Chia 75, 76, 77, 79

N

Nova bebida 37

Novos produtos 15, 27, 34, 40, 91, 97, 100, 101, 102, 111, 122, 141, 162, 174, 253, 273

O

Óleo essencial 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 195

P

Panificação 2, 3, 11, 12, 25, 27, 34, 35, 39, 89, 90, 91, 100, 102, 109, 139, 140, 173, 210, 211,
215

Q

Queijo Minas frescal 82, 88

R

Reologia 75, 76

S

Segurança alimentar 11, 82, 145, 270

Sorgo 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 225

Suco verde 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81

T

Técnicas culinárias 1

V

Vida de prateleira 74, 82, 83, 255

Vinho de fruto 121

Vinificação 39, 121, 122

Y

Yarrowia lipolytica 75, 76, 77, 81

YIBio 75, 76, 80

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-700-0



9 788572 477000